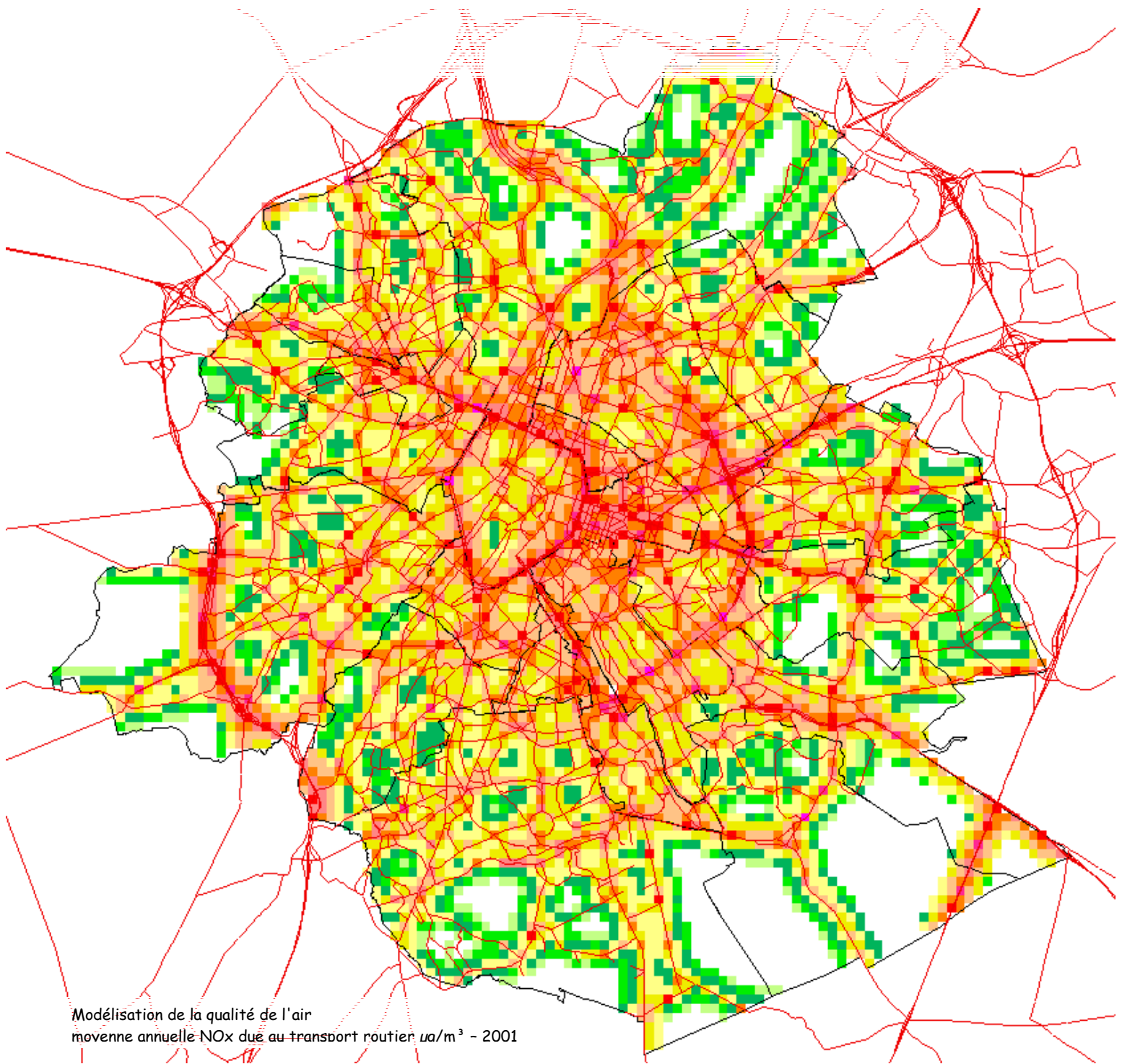


AIR BRUXELLOIS ET TRANSPORT



Modélisation de la qualité de l'air
moyenne annuelle NOx due au transport routier $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 2001

Institut bruxellois pour la Gestion de l'Environnement - IBGE
Administration de l'environnement et de l'énergie de la Région de Bruxelles-Capitale
Gulledelle, 100
1200 Bruxelles

mars 2006

« ...les scientifiques doivent refuser de devenir des gourous. Il faut mettre le public en face de ses connaissances et de ses doutes. Faire comprendre que le discours scientifique n'est pas un discours de vérité, mais une démarche en cours d'élaboration, toujours passible de changements si de nouvelles observations l'y obligent »

Hubert REEVES (conférence ULB- 1990)

Le présent rapport a été réalisé par le Département « Données et Plans » pour documenter les débats du « Panel Citoyen » organisé par l'Institut bruxellois pour la Gestion de l'Environnement au printemps 2006. Il est présenté dans une version multilingue (textes en français, néerlandais et anglais) pour anticiper la diffusion bilingue de ces données documentées sur le site www.ibgebim.be. Ce document est complémentaire au « Pack » d'information bilingue spécialement conçu pour le Panel citoyen.

Auteur : Marianne Squilbin

Co-auteurs : Marie-Hélène Noël, Sophie Vanhomwegen

Collaboration : Juliette de Villers, Christine Bourbon, Catherine Bouland, Michaël Govaert, Gabriel Torres, Catherine Squilbin, Yves Lenelle, Peter Vanderstraeten

Relecture : Annick Meurrens

Editeurs responsables : Jean-Pierre Hannequart & Eric Schamp

Table des matières synthétique

Introduction : l'irrésistible ascension du transport.....	5
La protection de la qualité de l'air	7
Principaux enjeux en RBC	9
1. Perspectives de mobilité si la tendance actuelle se confirme	9
2. Viabilité économique des systèmes de transport ?	10
3. Viabilité sociale des systèmes de transport ?	18
4. Viabilité environnementale des systèmes de transport ?	20
Tendances du secteur des transports non durables.....	44
1. Evolution des données transport dans le monde.....	44
2. Evolution des données du transport en Europe.....	44
3. Evolution des données transports en Belgique et à Bruxelles.....	47
4. Comprendre les choix de mobilité : données mobilité des ménages 2001 en Belgique et à Bruxelles.....	52
Sources de non durabilité du secteur des transports	67
1. Introduction	67
2. Consommation d'énergie	67
3. Changements climatiques	69
4. Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique	84
5. Emissions atmosphériques	85
6. Nuisances sonores.....	103
7. La sécurité routière : un paramètre toujours préoccupant du transport routier	105
8. Stress urbain : des effets psychologiques et sociaux souvent ignorés.....	109
9. L'activité physique : des effets positifs sur la santé	110
10. Pollution des eaux et des sols.....	110
11. Utilisation de matériaux et production de déchets	111
12. Impacts au niveau de la faune.....	113
13. Occupation des sols et fragmentation des habitats.....	113
14. Organisation spatiale, mobilité et accessibilité	114
15. Congestion	117
Vers des transports durables.....	118
1. Approche du concept de transports durables	118
2. Cadre d'analyse : causes et effets des activités du transport - le modèle DPSIR.....	121
3. Leviers pour un développement durable du secteur des transports.....	123
4. Contexte en RBC : contraintes jurido-institutionnelles	141
5. Les pics de pollution en RBC : leviers d'actions.....	157
6. Recommandations d'actions de l'OMS pour protéger les enfants	161
7. Evaluation socio-économique de bonnes pratiques à l'étranger et transférabilité potentielle en RBC...165	165
8. Les péages urbains en détail.....	169
9. Evaluation de certaines mesures en termes environnementaux, économiques, d'acceptabilité sociale et politique.....	173
10. Analyse des coûts de scénarios de réduction des émissions du trafic routier en RBC.....	180

Rôle potentiel des technologies et des carburants comme « outils de progrès » de la mobilité durable.....	182
1. Contexte	182
2. Normes de produits et techniques de dépollution	183
3. Verschil homologatie en reëel verkeer	189
4. Les technologies de motorisation.....	197
5. Les carburants	209
6. Identification des technologies les plus performantes	222
7. Identification des contraintes	245
8. Obstacles psychologiques	248
9. La télématique et les systèmes de transport intelligents.....	249
10. Systèmes augmentant la pollution atmosphérique	250
11. Conclusion	254
Législation en matière de qualité de l'air : protéger la santé publique	256
1. Directive-cadre 96/62/CE - qualité de l'air ambiant	256
2. Directive fille 1999/30/CE : SO ₂ , NO _x , particules et plomb.....	256
3. Directive fille 2000/69/CE : CO et benzène	256
4. Directive fille 2002/3/CE : Ozone troposphérique	257
5. Directive fille 2004/107/CE : HAP et métaux lourds	258
Législation en matière de qualité de l'air : protéger les écosystèmes pour protéger l'homme	259
1. Convention sur les changements climatiques et protocole de Kyoto.....	259
2. Décision relative à un mécanisme de surveillance des émissions de CO ₂	260
3. Convention de Vienne et protocole de Montréal.....	260
4. Convention LRTAP de Genève.....	261
5. Directive "plafonds d'émissions"	262
6. Convention de Stockholm relative aux polluants organiques persistants	263
7. Directive 2001/42/CE relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement	263
La Stratégie Qualité de l'air de l'Union européenne	265
1. Les mesures de la stratégie thématique.....	265
2. Avis Belgo-belge : mesures communautaires nécessaires	266
La Stratégie Environnement Urbain de L'Union européenne	268
1. Orientations concernant les plans de transports urbains durables	268
Sources	269
Table des matières détaillée.....	271

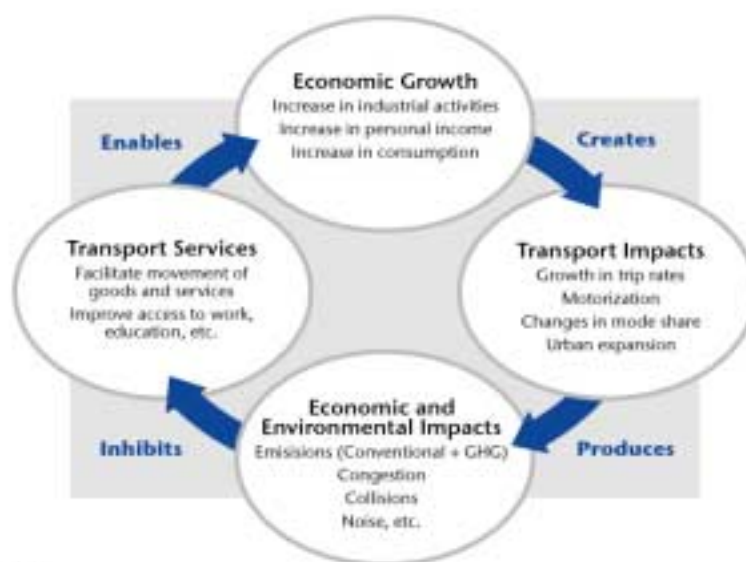
INTRODUCTION : L'IRRÉSISTIBLE ASCENSION DU TRANSPORT¹

Au cours du 20^{ème} siècle, les systèmes de communication ont connu un essor sans précédent et ont constitué un facteur essentiel du développement socio-économique de ces dernières décennies.

Cependant, si les systèmes de transport génèrent un certain nombre d'effets positifs (accessibilité accrue à de nombreuses facilités, augmentation des possibilités offertes aux individus, diversification des approvisionnements, réduction des prix des biens et services, création d'emplois, augmentation des échanges culturels, d'idées, etc.), leurs effets négatifs sur l'environnement global, régional et local ainsi que sur la qualité de vie et la santé humaine ne cessent de s'amplifier et sont l'objet d'une reconnaissance croissante. Dans le courant des années '80, une attention plus soutenue s'est ainsi portée sur la nécessité d'intégrer les préoccupations environnementales dans les politiques des transports.

Figure : Le cycle du transport

The challenges of making mobility sustainable



Source:
Molina and Molina 2002, p. 214.

La croissance du secteur des transports est susceptible de se poursuivre puisque, selon des projections qualifiées de prudentes, réalisées pour l'OCDE, le nombre de km parcourus par les véhicules routiers augmentera de 144% au niveau mondial et de 79% dans les pays de l'OCDE entre 1990 et 2030. Ceci se traduira notamment par un accroissement de la consommation de carburants routiers de, respectivement, 73% et 18%. Les perspectives d'expansion du secteur aérien sont également extrêmement préoccupantes.

Par ailleurs, on a assisté ces dernières années, dans les pays européens, à de nombreuses évolutions au sein de la société telles que, par exemple, l'augmentation des taux de motorisation et de la mobilité, l'augmentation du travail féminin, l'augmentation des inégalités sociales, la diminution des budgets disponibles pour l'aménagement et l'entretien d'infrastructures, l'émergence de politiques de revitalisation urbaine, le développement de l'informatique et de la robotique, la privatisation croissante d'entreprises publiques, etc. Ces nouveaux développements ont des implications directes ou indirectes pour le secteur des transports. En particulier, dans les pays industrialisés, le problème de l'exclusion liée aux transports est de plus en plus considéré dans la mesure où les populations à moindre revenu, en général non motorisées, ont vu leur mobilité décroître de par la crise des transports en commun ; elles sont en général aussi les plus soumises aux conséquences écologiques néfastes de l'évolution des transports.

Comme le souligne la Fondation Roi Baudouin (1992), le développement durable de notre économie et de notre société exige le contrôle des flux de circulation dans la mesure où les progrès technologiques dans le secteur

¹ Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

des transports ne suffiront pas à contrecarrer les effets d'une mobilité croissante. Pour inverser cette tendance, des politiques volontaristes vont devoir être menées par exemple, en matière de fixation des prix liés aux transports, d'aménagement du territoire ou encore d'investissements dans les infrastructures.

L'un des défis majeurs de notre société est d'arriver à une maîtrise de la mobilité - garantissant durablement qualité de vie et qualité environnementale - compatible avec les besoins de l'économie et le respect des libertés individuelles et de l'équité sociale. La planification et les politiques en matière de transport revêtent donc un aspect multidimensionnel complexe puisqu'elles doivent non seulement tenir compte d'aspects économiques, techniques mais également de préoccupations sociales et environnementales.

Enfin, à une époque caractérisée par une frénésie de mobilité et où le véhicule privé s'affiche trop souvent comme un reflet de la réussite sociale, l'orientation de notre société vers une "mobilité durable" implique également une évolution des valeurs et des comportements sociaux. Comme l'a écrit très justement le Groupe de Recherche pour une Stratégie Economique Alternative² :

"A force de prendre la mobilité comme une valeur positive "absolue", on en vient à oublier, non seulement que ce jugement est un jugement conditionné (par l'époque, par sa structure économique), mais aussi que chaque avantage comporte, toujours, un prix. En se déplaçant, on perd l'avantage de rester chez soi. En courant, on perd un temps d'immobilité et de réflexion. En se ruant d'un endroit à l'autre, on perd de vue qu'une autre qualité de vie pourrait être revendiquée. En surfant dans le monde virtuel des connaissances électroniques zappées sur un écran relié à Internet, on en vient à oublier que Shakespeare, Proust et Joyce gagnent également à être connus, et qu'une vie ne suffit pas pour s'adonner aux deux activités précitées. Conclusion? On peut préférer se déplacer, courir, se ruer et surfer. Mais il est utile d'en connaître le prix. On? Le pronom indéfini renvoie autant au sujet individuel qu'à la société dans son ensemble: il et elle doivent choisir."

La nécessité de réorienter les politiques et les pratiques en matière de transport vers des modèles plus durables est maintenant largement reconnue, notamment au niveau de l'Union européenne³ et les questions portent sur les modalités pratiques de cette nouvelle politique.

² Extrait du « Dossier mobilité » (constitué par le Groupe de Recherche pour une Stratégie Economique Alternative) repris dans les "Actes de la Conférence - Les droits des générations futures", organisée par le CONSEIL NATIONAL DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, le 8 mai 1996 à Bruxelles.

³ La mobilité durable a en effet été présentée comme un objectif de la politique commune des transports (voir notamment "Le développement futur de la politique commune des transports - Construction d'un cadre communautaire garant d'une mobilité durable"(1993).

LA PROTECTION DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Actuellement, il est absolument acquis que la pollution atmosphérique est responsable de nombreuses atteintes à la santé humaine (affections pulmonaires, cancers, ...). Elle a également des conséquences marquées sur la végétation et les bâtiments. En outre, son impact au niveau régional et mondial est extrêmement important, qu'il s'agisse d'acidification, de changement climatique dû à l'effet de serre ou encore d'atteinte à la couche d'ozone stratosphérique.

L'atmosphère contient un mélange stable de 78% d'azote (N₂), de 21% d'oxygène (O₂), d'une série de gaz en faible quantité (argon, dioxyde de carbone - CO₂, krypton), de pollens, de bactéries, de poussières...

L'origine des constituants de ce mélange est tant naturelle (floraison, incendies de forêts, éruptions volcaniques, ...) qu'anthropogénique (principalement des produits de combustion sous forme gazeuse ou particulaire).

Depuis le début de l'ère industrielle, cet équilibre précaire est mis en danger suite aux émissions anthropogéniques de plus en plus importantes tant en quantité qu'en diversité.

Lorsque les concentrations de certaines de ces substances sont plus élevées que les concentrations naturelles, celles-ci peuvent devenir nuisibles pour l'être humain, les animaux et l'environnement.

On entend par "polluant atmosphérique" toute substance, introduite directement ou indirectement par l'homme dans l'air ambiant, susceptible d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Pour pouvoir évaluer les effets de ces polluants sur la santé et l'environnement, il est nécessaire d'en connaître les concentrations dans l'air ambiant et de suivre leur évolution dans le temps (état de la qualité de l'air ambiant).

L'évaluation de la qualité atmosphérique en Région de Bruxelles-Capitale s'effectue à partir de données produites par un réseau de stations de mesures situées dans des sites représentatifs de la Région.

Ces valeurs de concentrations sont comparées à des normes de référence de la qualité de l'air. Pour une série de polluants, des objectifs de qualité de l'air ont été déterminés par la Commission Européenne qui a fixé des valeurs limites, des valeurs seuils et des objectifs à long terme :

- les valeurs limites ont un caractère légal contraignant. Elles ont été fixées dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs des polluants sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, ces valeurs sont à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteintes
- le dépassement d'une valeur seuil peut impliquer l'obligation de livrer une information à la population ou inciter à la réalisation d'actions conduisant à une diminution des émissions.

Le seuil d'alerte est un niveau au-delà duquel une exposition même de courte durée présente un risque pour la santé humaine et à partir duquel les pouvoirs publics doivent immédiatement prendre des mesures conformément à la réglementation

- les objectifs à long terme sont les valeurs fixées (concentration, quantité...), devant être respectées pour une échéance définie (ex 2005, 2010 ou 2020).

Lorsqu'il n'y a pas de réglementation européenne actuellement en vigueur, ce sont des valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ou les valeurs guides en application dans les pays voisins qui servent de référence.

Il importe d'autre part de déterminer la nature, l'origine et l'importance des émissions de polluants (pressions exercées sur l'air ambiant). Leur détermination passe par l'établissement d'un inventaire des sources et des niveaux d'émissions de polluants.

Un inventaire d'émissions atmosphériques peut être défini comme un ensemble de données représentatives des sources et des niveaux d'émissions de polluants atmosphériques provenant de diverses activités humaines. Une émission est caractérisée par l'activité source de l'émission, le polluant émis, la résolution spatiale de l'émission décrite (zone géographique de référence), la résolution temporelle de l'émission décrite (période de référence).

Cet inventaire des émissions est constitué d'une série d'estimations des quantités de polluants produites de sources. En effet, il existe de nombreux types de sources, comme les centrales thermiques, les incinérateurs, diverses industries, les logements, les voitures et autres véhicules, les bureaux, les forêts, les champs, la végétation, ..., et il n'est pas matériellement possible de mesurer les émissions de toutes ces sources

individuelles. Certaines mesures à l'émission s'effectuent pour des sources importantes ou très toxiques, mais il s'agit de cas peu fréquents.

Ces sources d'émissions ne préjugent toutefois pas de l'exposition effective à un polluant, qui intègre la notion de durée et de proximité de la source d'émission par rapport à la personne.

Une étude américaine montre par exemple que si le trafic est effectivement la source majeure d'émission du benzène, c'est la fumée de cigarette qui s'avère être la source principale d'exposition des personnes.

Enfin, afin de déterminer les responsabilités des différents secteurs économiques vis à vis de la qualité de l'air ambiant, il est nécessaire de mettre en relation les émissions sectorielles et les concentrations de polluants dans l'air. Ces relations sont complexes et leur description implique l'usage de modèles, dits « modèles de dispersion », relativement élaborés.

En effet, les concentrations de polluants dans l'air ambiant ne sont pas uniquement liées aux émissions (rejet de ces polluants dans l'air ambiant) mais résultent de la combinaison d'un ensemble de facteurs :

- la répartition géographique et temporelle des émissions locales de polluants (chauffage, industrie, trafic, ...), dont l'apport de pollution externe à la Région ;
- les conditions météorologiques favorables ou défavorables à la dispersion des polluants ;
- la topographie et de la structure du bâti ;
- les transformations physico-chimiques dans l'atmosphère.

Pour pouvoir améliorer la qualité de l'air, il est nécessaire de limiter les émissions locales de polluants et d'établir des accords avec les régions limitrophes, les 3 autres paramètres échappant à toute gestion humaine.

L'analyse historique de la politique de gestion de la qualité de l'air montre plusieurs tournants significatifs :

- Dans les années '60 à '70 : suite aux nombreux décès, entre autres à Londres (dans les années '50), liées à la mauvaise qualité de l'air dans les villes, des mesures drastiques sont prises en termes de protection de la santé : mesures technologiques, (diminution de la teneur en soufre dans les combustibles, dispersion des polluants émis par l'accroissement des hauteurs de cheminées et par la délocalisation des entreprises polluantes, ...), mesures de surveillance. A cette époque, on ne parle pas vraiment d'environnement et seul importe une réduction de l'impact direct sur la santé sans s'imaginer que des concentrations plus diluées pourraient avoir des effets indirects.
- Début des années '80 : prise de conscience de la problématique des "pluies acides", résultat d'une dispersion incontrôlée des polluants en faible concentration. De nombreuses mesures prises dans les années 70 en termes d'aménagement du territoire et de technologies sont remises en cause. Première approche de type "environnemental".
- Début des années '90 : prise de conscience liée à l'ozone troposphérique et à la complexité des réactions en chaîne : quelques $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en surplus de polluants primaires peuvent engendrer des concentrations trop élevées en ozone toxique pour la santé. Les instruments technologiques paraissent insuffisants, la population est sensibilisée, le politique se doit d'agir à tous les niveaux.
- Début 2000 : L'environnement devient une préoccupation politique importante. On voit apparaître les premières approches d'une gestion de la pollution diffuse.

PRINCIPAUX ENJEUX EN RBC

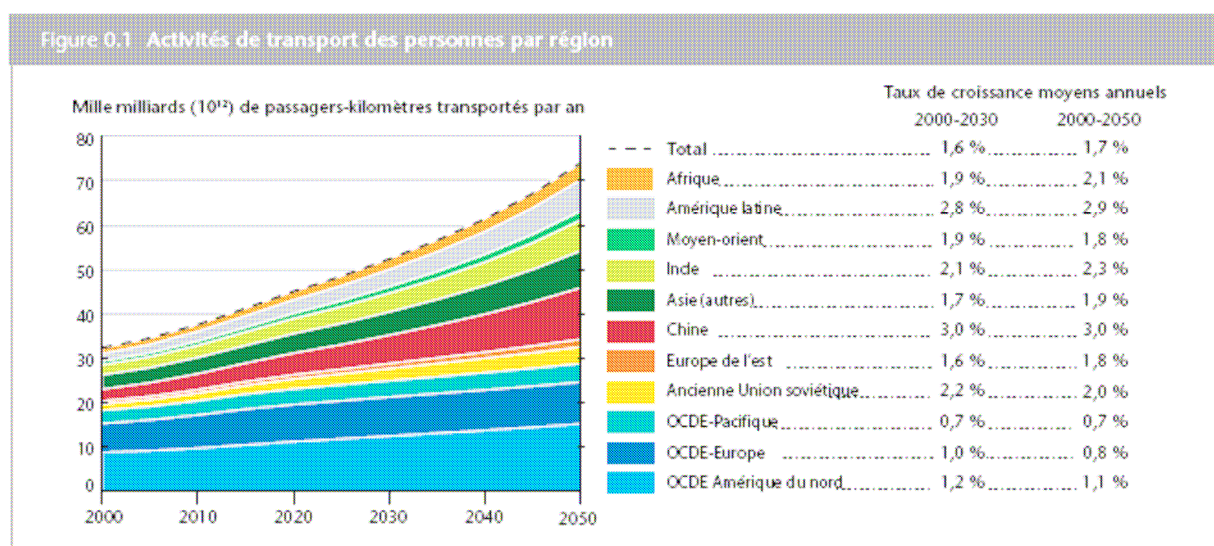
1. Perspectives de mobilité si la tendance actuelle se confirme ⁴

Pour aider à mieux comprendre ce que l'avenir nous réserve, certaines tendances-clés en matière de mobilité ont été projetées jusqu'en 2050.

D'après ce modèle de référence :

- Les activités de transport des personnes et des biens se développent rapidement, essentiellement stimulées par la croissance prévue du revenu réel par habitant. L'augmentation des activités de transport est particulièrement rapide dans les pays émergents. Toutefois, elle ne suffit pas à compenser les inégalités de mobilité qui existent (a) entre la plupart des citoyens des pays les plus pauvres et ceux des pays développés et (b), au sein de presque tous les pays, entre la plupart des citoyens et certains groupes défavorisés.
- Les niveaux déjà élevés d'accès des individus à la mobilité augmentent dans la plupart des pays développés. Savoir si cela va également se vérifier pour les habitants des pays émergents est moins certain.

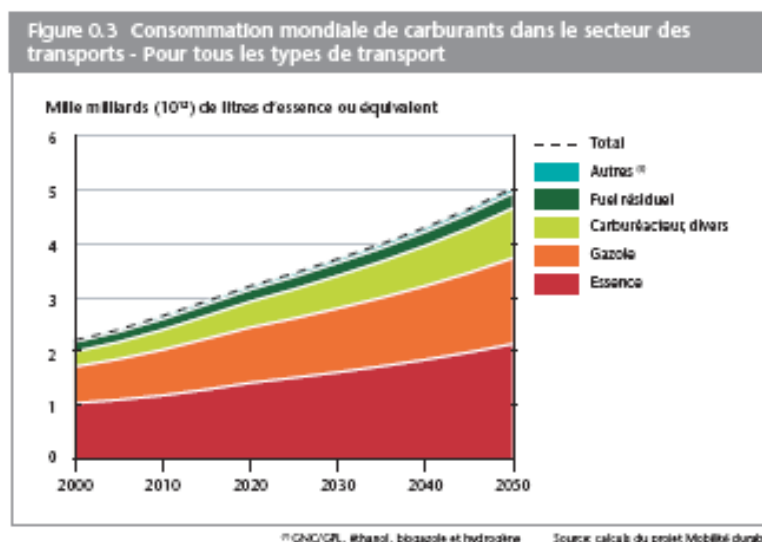
Figure : Evolution mondiale des activités du transport par région (10⁹ passagers-km par an)



- Des améliorations supplémentaires de la mobilité des biens permettent aux consommateurs d'accéder à un plus grand nombre et à une plus grande variété de marchandises à meilleur marché, contribuant à la croissance et au développement économiques.
- Les émissions conventionnelles dues au transport (émissions d'oxydes d'azote, de composés organiques volatils, de monoxyde de carbone - NO_x, COV, CO) et de particules vont continuer de chuter dans les pays développés au cours des dix ou vingt prochaines années. Dans les zones urbanisées et en cours d'urbanisation de nombreux pays émergents, ces émissions augmentent dans les prochaines décennies, avant de connaître une baisse.
- Les émissions conventionnelles de gaz à effet de serre (GES) dues au transport augmentent considérablement, en particulier dans les pays émergents. L'efficacité énergétique des véhicules s'améliore, mais elle est largement pénalisée par l'augmentation du nombre de véhicules et leur taux d'utilisation moyen. Les transports continuent à dépendre essentiellement des carburants dérivés du pétrole, si bien que les changements apportés aux caractéristiques des émissions de gaz à effet de serre liées au transport sont contrebalancés par l'importance croissante du volume de transport.

⁴ Mobilité 2030 : les enjeux de la mobilité durable ; The Sustainable Mobility Project : Vue d'ensemble 2004 ; World Business Council on Sustainable Development (WBCSD)

Figure : Consommation mondiale de carburants dans le secteur des transports



- Les décès et les accidents graves dus aux accidents de la route diminuent dans les pays de l'OCDE et dans certains pays émergents aux revenus moyens à élevés. Toutefois, ils augmentent au cours des deux prochaines décennies et peut-être au-delà dans de nombreux pays émergents aux revenus inférieurs, où l'augmentation du nombre de véhicules à moteur est de plus en plus importante.
- Les encombrements augmentent dans toutes (ou presque toutes) les principales zones urbaines des pays industrialisés et émergents. Le temps de trajet moyen n'augmente pas forcément en proportion, en raison des décisions prises en matière de localisation et des choix liés à la mobilité que les individus et les entreprises vont faire pour compenser cette densification. Toutefois, la fiabilité de la mobilité des personnes et des biens risque d'en pâtir.
- La sécurité des transports continue d'être une source de préoccupation.
- Les nuisances sonores liées au transport ne diminuent probablement pas.
- La consommation des ressources liées aux transports se fait plus importante au fur et à mesure du développement de l'exploitation des matériaux, des terrains et des énergies dans ce secteur.
- La part des dépenses des ménages affectée à la mobilité des personnes reste plus ou moins constante, voire décline dans la plupart des pays industrialisés et dans certains pays émergents. Dans de nombreux pays émergents, cette part risque de subir des pressions contradictoires, ce qui rend son évolution difficile à prévoir.
- Certaines inégalités face à la mobilité augmentent, en particulier celles liées à des différences d'accessibilité pour les plus démunis, les personnes âgées ou handicapées. D'autres inégalités, telles que la surexposition de certains groupes de la population aux émissions conventionnelles dues aux transports, sont peut-être appelées à diminuer.

Après analyse de ces données, il apparaît que, si les tendances actuelles se confirment, notre système de mobilité actuel n'est pas durable. Nos sociétés doivent agir pour rectifier cette évolution. Cela s'avère particulièrement vrai si une mobilité durable doit s'instaurer dans les pays émergents.

2. Viabilité économique des systèmes de transport ⁵ ?

D'un point de vue strictement économique, les systèmes de transport présentent des aspects non durables, par exemple :

⁵ Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

2.1. Dépendance vis-à-vis de ressources non renouvelables, et, en particulier, du pétrole

L'énergie est un élément essentiel de la vie économique et sociale. C'est une des grandes ressources indispensables au fonctionnement de nos économies basées aujourd'hui sur leur utilisation et qui plus est, en vertu des lois de la thermodynamique, en grande partie irrécupérable après utilisation finale.

L'utilisation de combustibles fossiles, ressources non renouvelables à l'échelle humaine, constitue la principale préoccupation relative à l'utilisation de ressources par les systèmes de transport. Compte tenu du rôle central que joue le pétrole dans les approvisionnements mondiaux en énergie⁶, les réserves de pétrole revêtent une importance toute particulière. Différentes études estiment à environ 40 ans les réserves avérées de pétrole au rythme d'extraction actuel⁷.

Si l'on s'en réfère à la définition de Daly concernant le développement durable, le rythme d'utilisation de ressources non renouvelables ne devrait pas dépasser le rythme de développement de substituts renouvelables. Or, actuellement, l'utilisation des ressources pétrolières progresse à un rythme supérieur à celui du développement de produits de substitution renouvelables ou de découvertes de nouveaux gisements.

Toutes choses étant par ailleurs égales, la raréfaction des combustibles fossiles est susceptible de se traduire par une augmentation de leurs coûts de production (résultant de coûts d'extraction supérieurs) et de transport (gisements localisés dans des zones d'accès difficile). D'un point de vue géopolitique, les problèmes d'approvisionnement et de répartition inégale des ressources peuvent être source de tensions et de conflits. Pour les pays de l'OCDE, grands importateurs de combustibles fossiles, se pose également un problème de sécurité des approvisionnements et de dépendance.

Outre le problème de disponibilité énergétique, l'extraction, le traitement, le transport et l'utilisation de combustibles fossiles sont responsables de nombreuses pollutions de l'air (effet de serre, acidification, particules fines, etc.) mais aussi des sols et des eaux (déversements accidentels et opérationnels d'hydrocarbures, fuites de conduites, etc.). L'exploitation des produits pétroliers n'est pas non plus exempte de certains risques (explosions, incendies).

En conclusion, il est fondamental d'optimiser l'utilisation d'énergie dans les transports et de trouver des solutions alternatives à l'utilisation de combustibles fossiles.

2.2. Systèmes de tarification des transports : non-internalisation des coûts externes

Les transports génèrent des coûts considérables en terme de dégradation de l'environnement et des bâtiments ainsi que d'atteinte à la qualité de vie et à la santé publique. Une partie de ces coûts est prise en charge par les usagers eux-mêmes sous forme de coûts internes (voir définition en annexe) qu'ils paient en échange de leurs déplacements (frais de fonctionnement et d'entretien des véhicules, taxes et assurances, temps de conduite, fatigue...). Cependant, une part importante est supportée par l'ensemble de la société (certains frais des accidents, une partie des coûts de congestion, atteintes à l'environnement local, à la santé humaine, aux bâtiments, au patrimoine naturel et culturel, usure des infrastructures, etc.).

Selon l'analyse effectuée par Thiry et al. (1999) dans le cadre de l'étude préparatoire à la définition d'un plan fédéral de mobilité durable, le prix trop bas des transports qui a caractérisé notre société durant un demi-siècle, constitue vraisemblablement la cause essentielle des problèmes actuels et futurs liés à la mobilité. Dans la mesure où les usagers n'assument qu'une part des coûts sociaux qu'ils occasionnent, les transports apparaissent très attractifs et ces derniers font l'objet d'une demande excédentaire par rapport aux vrais intérêts de l'ensemble de la population. Il s'agit là d'une situation d'allocation non optimale des ressources. Selon ces mêmes auteurs, « l'estimation correcte des coûts est nécessaire au plus tôt pour une saine concurrence des prix ».

Le marché des transports routiers, en particulier, donne de mauvais signaux de comportements aux consommateurs. La structure des coûts est telle que les consommateurs sont plutôt incités à se déplacer en voiture qu'à restreindre son usage. Ceci tient essentiellement à deux phénomènes.

⁶ Selon le WRI (1996), les combustibles liquides fournissent 40% de l'énergie au niveau mondial.

⁷ Il convient néanmoins de préciser que cette limite recule au fur et à mesure de la découverte de nouveaux gisements. Par ailleurs, le potentiel énergétique de gisements tels que les réserves ultimes (shistes bitumeux et sables asphaltiques) est peu pris en considération dans l'estimation des réserves énergétiques. Il faut y ajouter les carburants de synthèse, fabriqués à partir de charbon.

D'une part, comme cela a été dit auparavant, aussi longtemps que l'automobiliste ne soutient qu'une partie des coûts qu'il occasionne - autrement dit, que les coûts externes ne sont pas imputés aux utilisateurs routiers -, le secteur des transports routiers reste économiquement inefficace. A titre d'exemple, selon De Borger et Proost (1998), le prix de l'essence devrait atteindre jusqu'à 132 francs/litre en Belgique pour couvrir les effets externes générés par une voiture.

D'autre part, les coûts fixes (achat du véhicule, taxe de roulage et d'immatriculation, assurance) de l'utilisation de la voiture sont nettement supérieurs aux coûts variables (carburant, entretien, etc.), incitant les automobilistes à "rentabiliser" leur investissement en roulant davantage et ceci, d'autant plus que les prix des transports en commun sont généralement relativement peu attractifs. Ce problème est encore renforcé par la possibilité de déduction fiscale des coûts de transport pour les déplacements domicile-travail ainsi que par d'autres types d'exonération existants pour les automobilistes (déplacements professionnels...).

Le cas des transports publics soulève une question particulière. En effet, les recettes perçues par les opérateurs de transports publics couvrent rarement les frais d'investissement et de fonctionnement. Le maintien de ces services dépend dès lors de fonds publics ce qui, de prime abord, n'apparaît pas soutenable d'un point de vue strictement économique. Deux arguments majeurs militent cependant en faveur d'un soutien étatique des transports en commun, à savoir, d'une part le souci de garantir à tous les citoyens une accessibilité "de base" et, d'autre part, celui de favoriser un transfert modal depuis les transports motorisés vers des transports collectifs dont la supériorité environnementale sera, par ailleurs, d'autant plus importante que les taux d'occupation seront élevés.

Suivant diverses études de l'OCDE, les coûts externes générés par les transports terrestres pourraient atteindre 5% du PIB. Comme le constate la Commission dans son Livre Vert sur la tarification dans les transports (1995), malgré l'incertitude importante qui entoure ce type d'estimation, les coûts externes totaux des transports sont d'un ordre de grandeur comparable à la contribution directe totale des transports terrestres au PIB. Ce type de comparaison a cependant ses limites dans la mesure où il ne tient pas compte de certains avantages, difficilement quantifiables, procurés par les systèmes de transport (liberté de mouvement, échanges culturels, accès à des biens diversifiés, etc.).

2.3. Investissements en infrastructures de transport parfois peu justifiés en terme de productivité

L'argument souvent avancé pour justifier les investissements publics dans les infrastructures de transport - et, en particulier, de transport routier - est leur capacité à stimuler croissance et emplois, que ce soit directement, lors des phases de construction, ou à plus long terme, via le développement économique engendré dans les régions desservies par ces investissements dans la mesure où les infrastructures de transport influencent directement ou indirectement toutes les autres potentialités régionales.

Cependant, la corrélation positive qui existerait entre investissements en infrastructures de transport et développement économique doit être nuancée.

Comme le soulignent Nijkamp et al. (1994), les effets marginaux des investissements en infrastructure dépendent de l'infrastructure déjà disponible dans la région considérée. Par exemple, lorsqu'une région est déjà pourvue d'un réseau ferroviaire important, l'addition d'une connexion supplémentaire n'aura pas un aussi grand impact sur l'activité économique de la région qu'une dépense en investissement d'un même montant réalisée dans une région peu pourvue en ce type d'infrastructures. Par contre, lorsque l'investissement permet d'éliminer une connexion manquante dans le réseau, ceci peut se traduire par des effets marginaux très importants. Ainsi, l'on peut émettre l'hypothèse que dans le cas de la Belgique qui dispose d'un réseau dense - surtout en matière de routes et d'autoroutes - et dont l'économie est développée, des investissements en infrastructures routières et autoroutières supplémentaires ont souvent du mal à se justifier par l'argument du développement économique.

Par ailleurs, pour que des investissements en infrastructures soient réellement bénéfiques pour une région, il faut que cette dernière dispose déjà d'un potentiel de développement économique important. Dans le cas contraire, la région devenue plus accessible, peut éventuellement souffrir d'une forte compétition avec des entreprises localisées dans des régions plus éloignées.

Dans certains cas, des répercussions économiques positives que l'on peut observer localement suite à l'amélioration d'infrastructures peuvent être uniquement le résultat de phénomènes de redistribution aux dépens d'autres régions. A cet égard, certains investissements en infrastructure de transport peuvent néanmoins se justifier du fait qu'ils permettent de désenclaver certaines régions et, par un effet de redistribution, de rétablir un certain équilibre économique

Les investissements en infrastructures de transport revêtent également une dimension technologique. Si une région anticipe par rapport aux développements technologiques futurs (par ex. : développement de lignes pour trains à grande vitesse), ces investissements seront davantage susceptibles d'entraîner un avantage comparatif par rapport aux autres régions (par ex. : relocalisation d'entreprises). Par contre, des investissements dans des infrastructures menacées d'être rapidement obsolètes et ne pouvant pas faire l'objet d'une requalification sont peu efficaces sur le plan économique.

Il faut néanmoins reconnaître que, compte tenu de la complexité des interactions entre les systèmes de transport et les sphères économiques, environnementales et sociales du développement, il est particulièrement difficile d'évaluer l'ensemble des conséquences des investissements en matière de transport, et, par conséquent, d'opérer les choix les plus "durables". Comme il a été dit précédemment, rappelons également que les investissements publics ne doivent pas uniquement répondre à des logiques de rentabilité mais prendre également en compte des considérations sociales (garantie d'une accessibilité de base des citoyens).

2.4. Accroissement de l'intensité de transport

Selon l'Agence Européenne pour l'Environnement, l'intensité de transport, c'est-à-dire le nombre de tonnes-kilomètres nécessaire pour augmenter d'une unité le produit national brut tend généralement à augmenter. Par exemple, au Royaume-Uni, elle s'est accrue de 20% entre 1960 et 1990. Cette évolution contraste avec celle de l'intensité énergétique qui, sur la même période, a diminué de 40%. Ce besoin accru de déplacements au niveau de l'économie est lié à des facteurs tels que l'ouverture croissante de l'économie, la tendance à la spécialisation des entreprises (impliquant une multiplication des déplacements depuis la matière première jusqu'au produit fini), le développement des politiques de livraison "just-in-time" ou encore, la (re)localisation des entreprises en périphérie des grandes agglomérations.

2.5. Le financement de la STIB en regard de ces objectifs ⁸

Si le transport public est indiscutablement rentable d'un point de vue sociétal dans la mesure où il permet une mobilité accrue et durable, ce n'est pas une activité rentable au sens économique du terme. Les recettes du trafic ne couvrent pas la totalité des coûts d'exploitation et d'investissement. Les pouvoirs publics, responsables de l'organisation générale du transport public doivent financièrement compenser les opérateurs.

La STIB s'est depuis quelques années inscrite dans un processus de développement durable visant d'une part à limiter l'impact de ses activités sur l'environnement (bus propres, tri des déchets, limitation du bruit, traitement des eaux usées...) et d'autre part en favorisant l'intermodalité entre le transport public et d'autres modes de déplacement.

2.5.1. Objectif régional : transfert modal vers la STIB

Les ambitions exprimées dans le Plan Régional de Développement (PRD) de la Région de Bruxelles-Capitale sont, pour 2010, une diminution de 20 % du trafic automobile (par rapport à 1999), ce qui implique une volonté d'assurer un transfert modal massif de la voiture individuelle vers le transport public. Une augmentation importante de l'offre en transports publics est donc nécessaire : on ne peut réduire d'un côté sans augmenter de l'autre, c'est une nécessité imposée par l'économie urbaine.

Le nombre des voyages effectués sur les lignes de métro, de tram et de bus a progressé de 60 % entre 1999 et 2005. C'est une performance inégalée au niveau européen. Mais la STIB ne pourra répondre à une poursuite de l'augmentation de la demande sans élargir l'offre.

2.5.2. Le budget annuel de la STIB

La Région de Bruxelles-Capitale sera-t-elle capable, à court et à moyen termes, de financer le fonctionnement de sa société de transports publics ?

En 2005, le Gouvernement a mis sur la table 503 millions d'euros - soit environ 20,18 % du budget régional - pour financer les transports publics dans la Capitale. Les clients, eux, ont déboursé quelque 120 millions d'euros.

⁸ note STIB sur le Rendez-vous de progrès 2005, Le financement des transports publics de la STIB, Bruxelles, le jeudi 16 juin 2005

Tableau : Les transports publics dans le budget de la Région de Bruxelles-Capitale (en milliers d'euros)

Budget en termes d'ordonnancement	2000	%	2004	%	2005	%
Total général des dépenses RBC	1.968.351	100 %	2.320.072	100 %	2.496.633	100 %
Dotations à la STIB	291.478	14,8 %	366.932	15,8%	414.484	16,6 %
Autres moyens accordés aux TP (investissements infras, VICOM, lutte contre vandalisme et ascenseur Poelaert)	32.648	1,7 %	70.810	3,1 %	89.219	3,6 %
Dotations STIB + autres moyens TP	324.126	16,5 %	437.742	18,9%	503.703	20,2 %

Pour comprendre l'augmentation des dotations accordées à la STIB, il faut savoir que ce poste budgétaire recouvre en fait cinq éléments, dont quatre n'existaient pas en 2000 et ont été introduits dans le cadre du contrat de gestion 2001-2005 :

- La dotation de base : elle évolue à un rythme un peu plus élevé que l'inflation. Elle est affectée par la STIB à couvrir son déficit de fonctionnement, à réduire son endettement et à investir, notamment dans du nouveau matériel roulant bus et tram. Cette dotation représente 340,076 millions € en 2005. C'était la seule dotation de la STIB en 2000.
- La dotation pour tarifs préférentiels : elle a été créée en 2001 pour permettre la compensation de la politique de gratuité du Gouvernement à l'égard des personnes âgées de plus de 65 ans. Les catégories visées par cette politique se sont étendues depuis, et, en 2005, cette dotation a représenté 26,180 millions €.
- La dotation pour l'amélioration de la sécurité et de la qualité des services : elle a été créée en vue de soutenir une amélioration de la sécurité dans les transports publics bruxellois, et de financer l'extension de l'offre avec la mise en service en septembre 2003 de la prolongation du métro vers Erasme. L'ensemble de cette dotation s'est monté à 18,202 millions € en 2005.
- Le bonus malus : cette dotation a été prévue comme incitant que la Région octroie à la STIB si elle arrive à assurer un haut niveau de qualité de service à ses clients, et notamment la certification CEN de l'ensemble de ses services en 2005. Le bonus octroyé à la STIB en 2005 s'élève à 4,474 millions €.
- La dotation pour l'acquisition de nouveau matériel roulant pour le métro : la Région rembourse la STIB de cet investissement, dont la mise en service est prévue en 2006. Son coût au budget régional de 2005 est de 25,552 millions €.

Concernant les autres moyens accordés aux transports publics, ils sont essentiellement constitués de deux grands programmes :

- Les investissements réalisés par la DITP (Direction des Infrastructures de Transports Publics), qui assure notamment les extensions du réseau de métro (avec actuellement le bouclage de la petite ceinture, la station Delacroix et le nouveau dépôt Jacques Brel), mais aussi la rénovation des stations et l'équipement des arrêts du réseau de surface ;
- Les investissements réalisés par la STIB et l'AED dans le cadre du programme VICOM (vitesse commerciale), qui est destiné à améliorer la régularité et la ponctualité des transports publics de surface. Compte tenu de l'accroissement des problèmes de congestion, ces investissements ont requis des moyens accrus au cours des dernières années.

Une première conclusion s'impose :

- en six ans, les moyens que la Région a investis dans ses transports publics ont augmenté de 55 % ;
- dans le même temps, la part de la STIB dans les dépenses régionales est passée de 14,8 % à 16,6 %.

Ces évolutions étaient nécessaires compte tenu des enjeux et de la vétusté d'une partie du matériel roulant. Elles se sont d'ailleurs largement fait sentir en termes d'augmentation de clientèle. Mais la question du coût des transports publics reste entière.

Or, il faut bien être conscient que la STIB est le dernier maillon de la chaîne que constitue la politique fédérale de mobilité visant à recourir davantage au train pour les trajets entre le domicile et le travail. Une politique qui est condamnée à l'échec si ce dernier maillon n'est pas performant.

Mais cette performance coûte cher et, pour le moment, son coût repose uniquement sur les épaules des Bruxellois.

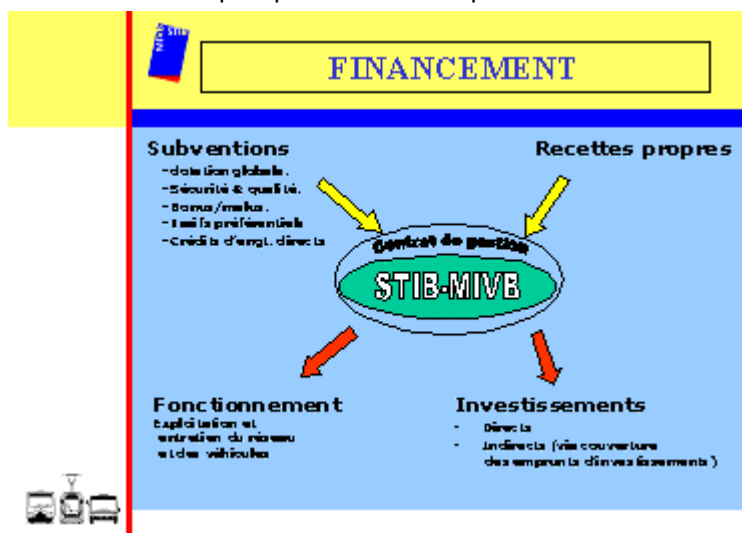
Trois chiffres permettent d'illustrer ce constat :

- le montant en impôts investi en 2004 par les Bruxellois dans les transports publics était de 446 euros par habitant ;
- en Wallonie, ce chiffre était de 114 euros ;
- en Flandre, il était de 81 euros.

Cela pose un problème d'affectation des ressources au sein de la Région de Bruxelles-Capitale parce que les moyens énormes qu'elle investit dans les transports publics ne peuvent être affectés à d'autres domaines de la vie publique qui sont aussi prioritaires qu'en Wallonie et en Flandre.

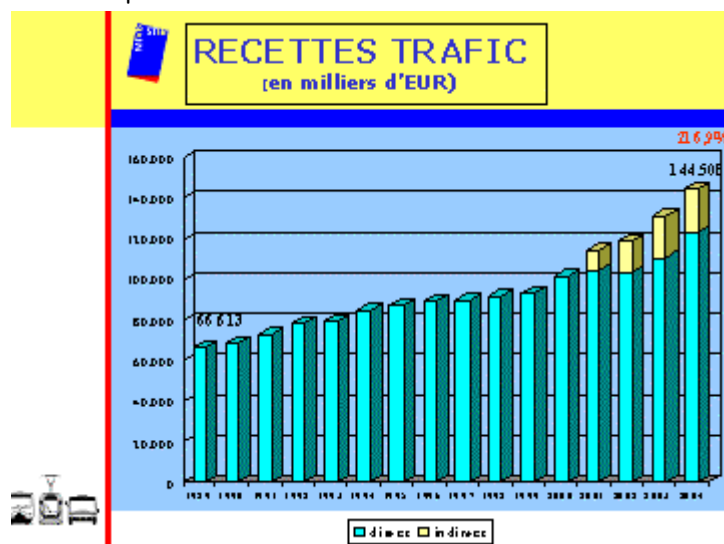
2.5.3. Financement futur de la STIB

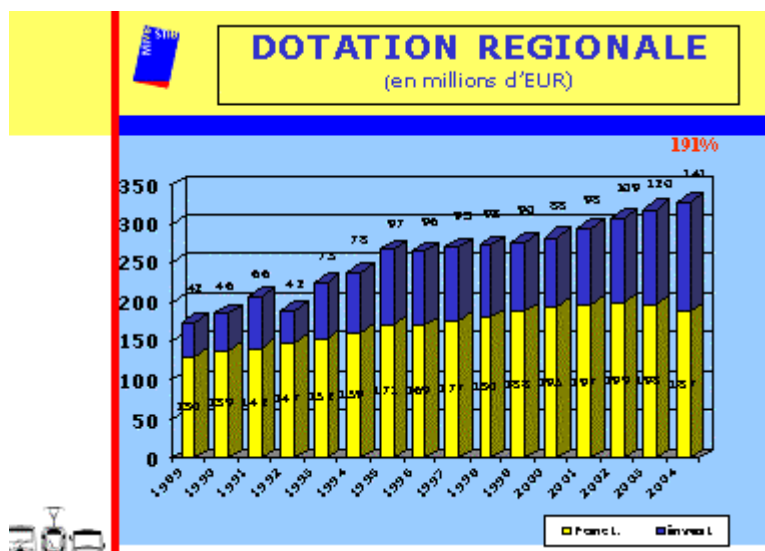
Il est dès lors raisonnable de réfléchir à la manière dont seront financées dans l'avenir les indispensables extensions de capacité du réseau de transport public tant sur le plan des investissements que de l'exploitation.



2.5.3.1. Les budgets publics peuvent-ils faire face aux nouveaux enjeux ?

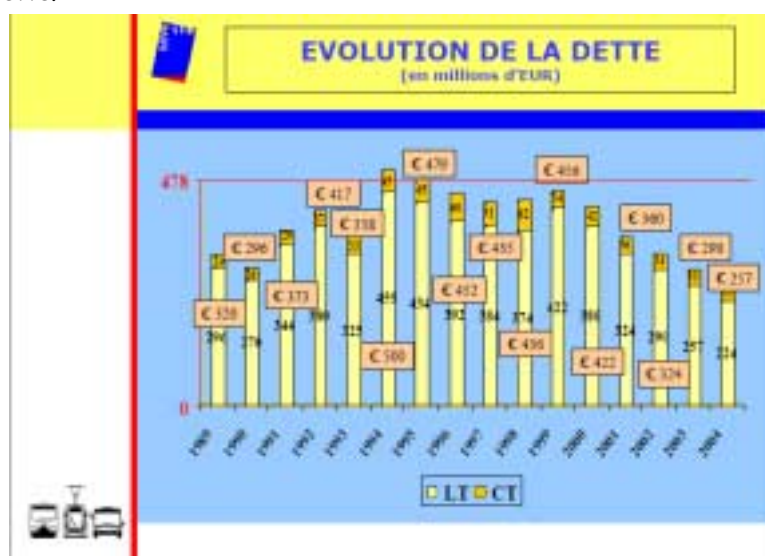
Au cours des dernières années, sous l'impulsion d'une hausse très significative de la clientèle (+50 % entre 1999 et 2004 : passage de 159,1 à 239,4 M° de voyages - hausse encore confirmée en 2005), les recettes propres liées à la vente des titres de transport se sont sensiblement accrues.





Combiné à une maîtrise des coûts de fonctionnement et à une hausse modérée des subventions régionales, cet accroissement de recettes a eu pour effet

- de diminuer la part de financement public dans le fonctionnement de la STIB,
- d'accroître les possibilités d'investissement
- de réduire la dette.



La diminution de la dette a permis une amélioration très nette du ratio de solvabilité de la STIB (part des fonds propres dans le total du bilan), qui est passé de 12 % en 1994 à 28 % en 1999 et à 47 % en 2004.

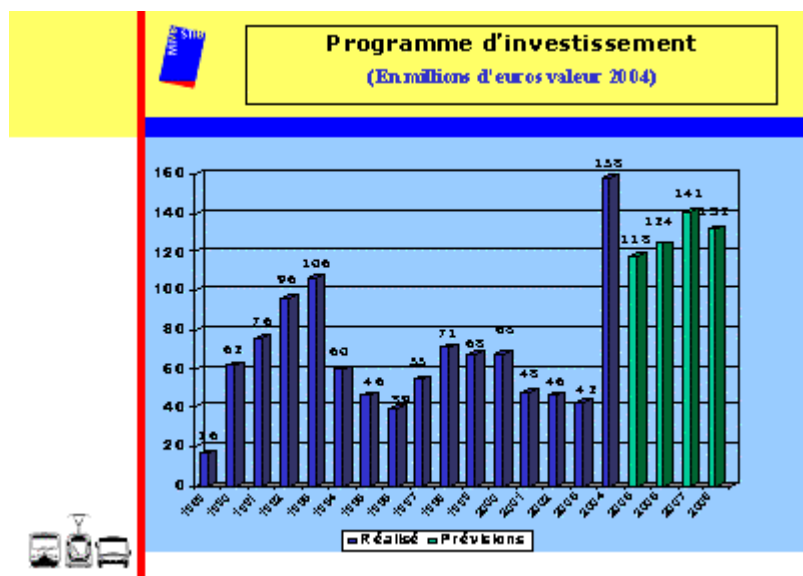
Le taux de couverture, qui représente la part des coûts de fonctionnement couverts par des recettes propres, a également évolué très favorablement, de 35 % en 1999 à 45 % en 2004.

a) Investissements programmés

Cette conjonction d'éléments favorables ne doit pas occulter les enjeux financiers majeurs qui se profilent à l'horizon.

Compte tenu de l'effet combiné de l'augmentation de clientèle et du vieillissement du parc de véhicules, des investissements très importants ont été programmés et devront être honorés au cours des prochaines années : 68 nouveaux tramways, 140 nouveaux bus et 15 rames de métro d'un type nouveau vont prochainement entrer en service.

Outre leur coût direct, ces investissements ont un coût induit en infrastructures d'entretien et de remisage.



Si, sous l'effet de l'augmentation du prix du pétrole ou de mesures tarifaires favorables, la clientèle de la STIB continue de croître, il faudra continuer à investir pour répondre à la demande.

En d'autres termes, si la hausse de fréquentation entre 1999 et 2004 a pu être absorbée sans trop de difficultés avec le matériel roulant et les infrastructures existants, pour répondre aujourd'hui à de nouvelles demandes, il faudra franchir un seuil, qui nécessite des investissements importants et va entraîner une hausse des frais de fonctionnement, notamment liée à la mise en œuvre des plans directeurs métro, tram et bus.

La STIB et la Région se retrouvent aujourd'hui devant des défis considérables, qui devront être relevés par le prochain contrat de gestion, pour éviter la quadrature du cercle.

Et seules des recettes en croissance, provenant des clients comme des subventions, permettront de relever les défis de la mobilité de demain.

2.5.3.2. Nouvelles formes de financement ?

La STIB envisage une diversification de ses sources de financement. Différentes solutions sont possibles dont certaines déjà utilisées ailleurs :

- L'apport du péage urbain dans le financement des transports publics (Londres)
- Le financement des transports publics par une taxe additionnelle sur les carburants (Allemagne)
- Le versement-transport en France (impôt affecté aux transports publics que doivent payer toutes les administrations et entreprises de plus de 9 salariés appartenant à un périmètre de transports urbains)
- Le financement de la construction du métro de Copenhague (programme immobilier complexe basé sur la vente sur des terrains publics valorisés grâce à la construction du métro)
- Le partenariat public-privé

2.5.3.3. Accroître la productivité par un meilleur usage des ressources publiques

Outre l'accroissement de la productivité par le management et la mise en place d'outils de gestion (tels la transparence des coûts, tableaux de bord prospectifs, benchmarking comme catalyseur d'une plus grande productivité ou politique commerciale ambitieuse pour attirer de nouveaux clients et générer de nouvelles recettes), la productivité peut aussi s'accroître par un meilleur usage des ressources publiques. Peut-on mieux faire avec les ressources existantes ?

- a) L'impact de l'amélioration des conditions de circulation des transports publics de surface sur la productivité de l'opérateur

En deux ans (printemps 2003 - printemps 2005), la STIB a dû mettre en service 26 autobus supplémentaires, non pour élargir et améliorer le service, mais pour compenser la dégradation de la vitesse commerciale due à la congestion croissante de la ville.

Or, renforcer le service sur certaines lignes encombrées sans que l'offre à la clientèle augmente vraiment coûte cher et pèse sur les autres lignes, le matériel disponible étant limité.

Des efforts ont été faits par les autorités, notamment par la multiplication des zones réservées aux véhicules de transport public et la gestion adaptées des feux de circulation. Mais cette gestion ne donne pas toujours la

priorité aux transports publics et les sites protégés ne sont pas toujours respectés, surtout aux heures de pointe.

La politique de mobilité, quand elle existe, ne se traduit par toujours par les plans, les aménagements et les dispositions qui s'imposeraient dès lors que l'on veut donner la priorité au transport public. C'est le cas par exemple dans le domaine du stationnement ou lorsqu'il s'agit de répondre aux problèmes que posent les (nécessaires) livraisons.

Pour ces raisons, la STIB souffre de deux maladies pourtant parfaitement curables :

- des temps de parcours démesurément allongés aux heures de pointe et
- une irrégularité dans le service tout au long de la journée.

Ainsi, il n'est pas rare que l'on note :

- une dégradation de 30 % de la vitesse commerciale entre 6 et 8 h du matin,
- suivie d'une remontée spectaculaire entre 11 h 30 et 13 h 30,
- puis d'un nouvel effondrement jusque 19 h
- alors que dans la soirée il n'est pas rare que la vitesse commerciale soit deux fois plus élevée qu'en heure de pointe.

Pour démêler cet écheveau, il faut absolument :

- développer les contrats d'axe avec les communes et la Région (gestion des feux) ;
- multiplier encore les sites protégés
- renforcer la présence policière pour faire respecter les mesures prises.

La vitesse commerciale d'un bus (exemple de la ligne 87) oscille entre 18 à 9 km/h. Si, partout et tout le temps, cette vitesse pouvait atteindre la moyenne de 16 km/h, la STIB pourrait accomplir le même service qu'actuellement avec 35 bus et de 18 trams en moins. Si la performance pouvait être poussée à 18 km/h, le bénéfice en véhicules (bus et de trams) serait de près de 100 unités, ce qui pourrait entraîner une diminution de 6,5 % des frais d'exploitation pour la STIB ou, à coûts d'exploitation identiques, améliorer substantiellement les fréquences et les capacités des services offerts par la STIB à ses clients.

- b) La gestion du stationnement intégrée à l'exploitation des transports publics comme source de productivité et de financement

Pour favoriser l'intermodalité entre le transport public et d'autres modes de déplacement. l'ambition de la STIB est d'offrir au client un véritable bouquet de mobilité qui passe par l'aménagement de parkings pour vélos à proximité des stations et arrêts du réseau, l'aménagement de parkings de dissuasion mais aussi le développement d'une offre de car-sharing.

Depuis 2002, la STIB est actionnaire à 49,5% de la société Cambio spécialisée dans le prêt de véhicules à la demande. En 2005, Cambio Bruxelles comptait 1 millier d'abonnés et 12 stations de prêts accessibles 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24 à proximité du réseau de la STIB.

Jusqu'à ce jour, la STIB n'a pas encore été chargée d'exploiter les parkings d'échange établis par la Région aux portes de Bruxelles. Ne serait-ce pas pourtant, à l'instar de ce qui se passe à Montpellier, une piste à creuser pour fidéliser une clientèle intermodale et financer l'amélioration des services de la STIB ?

3. Viabilité sociale des systèmes de transport ?

3.1. La liberté d'aller et venir : un droit fondamental ? ⁹

La liberté d'aller et venir sans contrainte ; est ce un droit fondamental ? Comme tout sujet touchant à une liberté individuelle, celui-ci ouvre un débat où s'affronte les défenseurs de cette liberté individuelle et les défenseurs du bien collectif. Le texte suivant est extrait du rapport sur la "Définition et implications du concept de voiture propre" écrit par l'Office parlementaire français d'évaluation des choix scientifiques et technologiques ; MM. Christian CABAL et Claude GATIGNOL :

" Face aux prévisions qui mettent en lumière la difficulté d'atteindre les objectifs environnementaux fixés pour 2050, la tentation est forte, chez certains experts, de promouvoir des solutions coercitives ayant pour objectif

⁹ Office parlementaire français d'évaluation des choix scientifiques et technologiques ; rapport sur " Définition et implications du concept de voiture propre » par MM. Christian CABAL et Claude GATIGNOL, Députés

de contraindre les citoyens à abandonner leur voiture particulière pour les transports en commun, voire contraindre à une réduction de la liberté de déplacements trop consommateurs d'énergie, tels les voyages aériens.

Or, la voiture particulière, et plus largement la mobilité, « la liberté d'aller et de venir » est indissociable des sociétés libérales modernes. Avoir une voiture, c'est accéder à l'autonomie, à la liberté de mouvement.

Elle joue un rôle fondamental dans l'évolution des modes de vie vers une plus grande mobilité dans des espaces géographiquement plus vastes et diversifiés mais temporellement plus resserrés, c'est pourquoi elle a pu être qualifiée « d'adaptateur territorial universel » .

L'automobile et la multimotorisation sont aussi les symboles et les outils du développement du travail partagé et de l'accession à la propriété en milieu périurbain. Le passage à l'âge adulte se fait en partie par l'obtention du permis de conduire à la majorité, l'automobilité étant très importante dans l'acquisition de l'autonomie.

La liberté de voyager selon le mode souhaité est le propre des pays libres et démocratiques. Tous les régimes autoritaires ont instauré des passeports intérieurs et des interdictions de déplacement. Les sociétés modernes ont certes besoin des transports pour l'économie mais elles en ont tout autant besoin pour la culture, les échanges humains, les rencontres et les échanges d'idées. Il n'est pas forcément inutile de rappeler que le libéralisme politique et économique a constamment associé aux libertés politiques et économiques la liberté d'aller et venir, droit énoncé par la déclaration des droits de l'homme et du citoyen de 1789.

Il est apparu très clairement que les interlocuteurs les plus prompts à vouloir contraindre les sociétés à certaines évolutions n'étaient pas sans arrière-pensées. Hostiles depuis toujours aux moyens de transport non collectifs ou non conformes à certaines normes, ils se sont saisis de la pollution ou du réchauffement climatique pour vouloir imposer une société différente. La diminution des émissions ne justifie-t-elle l'interdiction ou la limitation de nombreuses activités ? Ne justifie-t-elle pas l'abandon de notre mode de développement trop consommateur d'énergie et de matière ? Trop technologique ? Trop inégalitaire ? Ne remet-elle pas en cause le niveau même de notre développement ? Des arguments malthusiens resurgissent.

Certes, notre modèle de développement n'est pas exportable tel quel à tous les pays émergents. Mais l'objectif ne peut être de l'abaisser pour permettre à d'autres de l'élever. Si certaines ressources sont finies, la croissance économique et le progrès technologique n'ont pas de limite donnée à l'avance. La poursuite d'un bien-être, d'une protection contre la faim ou la maladie n'ont pas à s'arrêter en Occident pour permettre aux autres nations de les rejoindre.

L'objectif qui doit être poursuivi est bien la continuation de notre développement technologique pour être plus économes en énergies non renouvelables et plus économes en ressources. On ne peut vouloir arrêter la croissance ; elle doit être poursuivie avec des technologies non polluantes."

3.2. Perception et image des moyens de transport

Il est fondamental de changer l'image des moyens de transport. Le public est assailli d'images positives.¹⁰

¹⁰ Présentation de Christophe Jemelin, Professeur, Ecole Polytechnique de Lausanne, FORUM INTERNATIONAL, Genève, 23-27 janvier 2006, MOBILITE DURABLE (TRANSPORTS), Session 4 : jeudi 26 janvier 2006

7 h 50: vous emmenez votre fille à l'école.

8 h 00: vous accompagnez votre fils à la maternelle.

8 h 10: vous rêvez d'avoir encore plusieurs enfants.

CHRYSLER VOYAGER

Parfois, même une très grande famille ne semble pas encore assez grande. On a envie d'être nombreux à se passionner pour le concept flexible de l'habitacle de la Voyager, ses différents modèles (2.4, 3.3 V6, 3.3 AWD avec traction intégrale permanente, 2.5 CRD turbo diesel, 143 à 174 ch), son design moderne et son rapport qualité/prix attractif. Jusqu'au 31.5.2002, nous vous proposons des offres de leasing particulièrement avantageuses pour l'ensemble de ces modèles. Dès Fr. 439.-/mois*, ils ouvrent tout grand leurs portes à toute la famille. Pour de plus amples informations, consultez votre concessionnaire Chrysler Jeep.

CHRYSLER

4. Viabilité environnementale des systèmes de transport ¹¹?

4.1. Les changements climatiques

4.1.1. Impact des changements climatiques ¹²

Les effets potentiels du réchauffement de la surface de la terre et de la variation du bilan radiatif du système lithosphère - hydrosphère - atmosphère sont une élévation du niveau des océans (15 à 95 cm d'ici 2100), une modification de la distribution géographique de la pluviosité et d'autres facteurs climatiques et une modification et redistribution des écosystèmes.

Les conséquences négatives possibles de ces effets sont, par exemple, l'inondation des terres les plus basses, une augmentation dans certaines régions d'événements tels que températures extrêmement élevées, inondations et sécheresses entraînant feux, propagation de maladies ainsi qu'une diminution probable de la biodiversité (espèces incapables de s'adapter à la rapidité des changements climatiques).

En matière de santé, les effets des changements climatiques sont divers et variés :

- Effets physiologiques directs
- Problèmes sanitaires liés à la qualité de l'eau
- Propagation de maladies transportées par des vecteurs hors de leur aire de distribution habituelle
- Allergies en augmentation
- Pollution de l'air
- Invasion de plantes allergènes...

Pour exemple, menée dans dix pays européens, une analyse de la série chronologique des schémas climatiques et des cas confirmés en laboratoire d'infections à Salmonella a indiqué que les élévations de température ont contribué à environ 30 % des cas de salmonellose* dans la plupart des pays étudiés. En ce qui concerne le changement du climat et des écosystèmes, les résultats préliminaires indiquent que la borréliose ou maladie de Lyme* se répand dans les régions à la fois de latitude et d'altitude supérieures et que dans certaines régions, cette maladie est associée à une saison de transmission plus longue et plus intense. Chez les enfants, le

¹¹ Une description détaillée de sources de non durabilité du transport est exposée dans un chapitre ultérieur

¹² Les effets du transport sur la santé des enfants : Vers une évaluation intégrée des coûts et de la prévention ; Programme paneuropéen Transport, Santé & Environnement ; 2005

spirochète *Borrelia burgdorferi** constitue désormais la cause bactérienne la plus commune d'encéphalite et de paralysie faciale.

La santé humaine¹³, les écosystèmes terrestres et aquatiques et les systèmes socio-économiques (agriculture, sylviculture, pêcheries et ressources hydrologiques) sont très sensibles au changement climatique. Or, ce sont des éléments essentiels du développement et du bien-être de l'humanité. Le renforcement de l'effet de serre pourrait aussi avoir des retombées positives dans certaines régions du monde (hausse de la productivité agricole).

Ces effets du changement climatique sur la santé sont particuliers à bien des égards :

- ils sont globaux ;
- ils sont plus graves pour les générations futures que pour la génération actuelle ;
- leur répartition est inégale ;
- ils peuvent s'aggraver en présence d'autres changements environnementaux.

Ces effets seront sans aucun doute accentués dans les sociétés ou chez les personnes disposant de faibles ressources, là où les technologies manquent et où les infrastructures et les institutions sont moins à même de s'adapter.

Selon l'évaluation de l'OMS sur le nombre de maladies, plus de 160 000 décès répertoriés en 2000 dans le monde étaient dus au changement climatique. C'est sur le continent africain et asiatique que le risque est le plus élevé, les enfants étant les plus vulnérables.

En Europe, tout indique que les épisodes de climat extrême deviennent à la fois plus fréquents et plus intenses, et que les périodes de forte chaleur s'accompagnent d'épisodes d'ozone, d'une augmentation du nombre des hospitalisations d'enfants et des personnes sensibles ...

4.1.2. Atténuation et adaptation¹⁴

Bon nombre de sociétés sont susceptibles d'être confrontées à une grande variété de changements et à la nécessité de s'y adapter.

¹³ On peut à cet égard distinguer des effets directs sur la santé humaine (augmentation de la morbidité et mortalité liée essentiellement à des problèmes cardiorespiratoires occasionnés par une augmentation de l'intensité et de la durée des vagues de chaleur) et des effets indirects (augmentation de la transmission de maladies infectieuses suite à l'extension spatiale et temporelle des vecteurs des maladies).

¹⁴ IPCC, 3rd Assessment Report, 2001

Figure : Un cadre d'évaluation intégré pour les changements climatiques

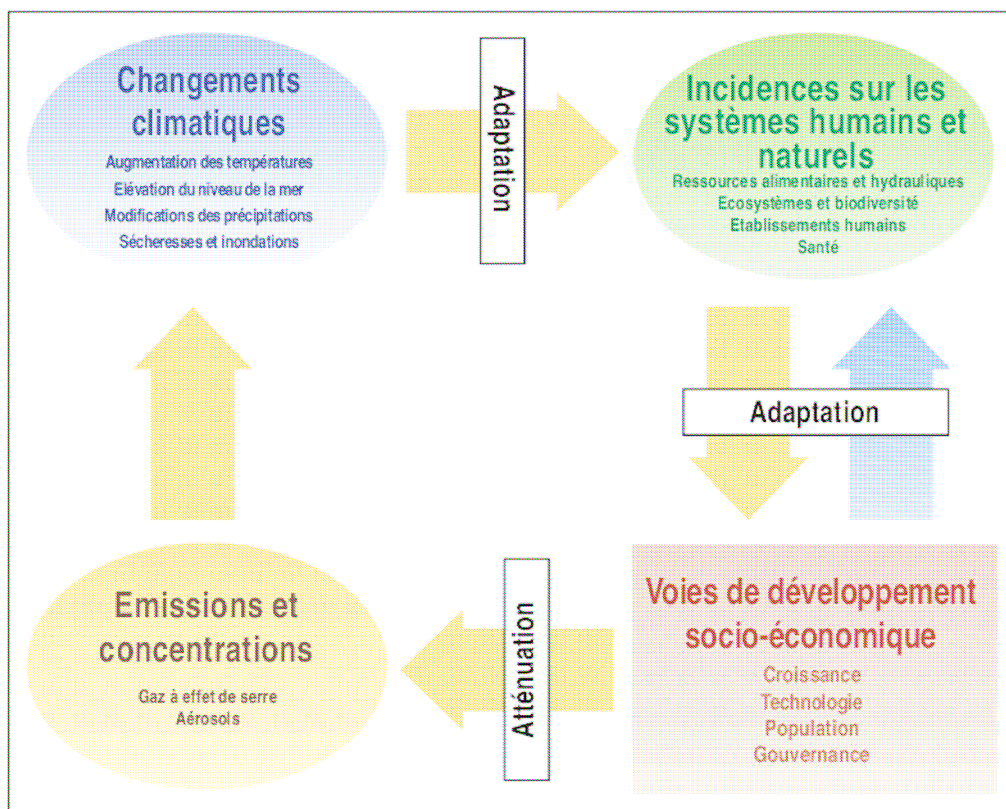


Figure RID-1 : Changements climatiques — un cadre intégré. Représentation schématique et simplifiée d'un cadre d'évaluation intégré pour l'étude des changements climatiques anthropiques. Les flèches jaunes indiquent le cycle de causes et effets dans les quatre secteurs représentés, et les flèches bleues indiquent la réponse sociétale aux effets des changements climatiques. Pour une description plus complète de ce cadre, voir la légende de la Figure 1-1.

➔ Q1 Figure 1-1

4.2. La qualité de l'air bruxellois¹⁵

4.2.1. Qualité de l'air bruxellois en fonction des objectifs 2005 et 2010 pour la santé publique

Les normes incluses dans les directives-filles sont d'application à partir de 2005. Elles intègrent l'impact sur la santé publique des polluants les plus préoccupants en Europe. Le dioxyde de carbone, CO₂, n'étant pas un polluant dommageable pour la santé publique ou de manière directe pour l'environnement, ni la directive-cadre 1996/62/CE ni les directives-filles ne prévoient de normes de qualité de l'air pour ce polluant. C'est pourquoi la problématique du CO₂ se gère via des plafonds d'émissions.

Les normes qui concernent les polluants dont les effets sur la santé se manifestent suite à des expositions de courte durée s'expriment généralement en valeurs horaires ou journalières, tandis que celles qui concernent les polluants dont les effets se manifestent suite à une exposition prolongée s'expriment en valeurs annuelles.

Tableau : Qualité de l'air bruxellois en fonction des objectifs 2005 et 2010 pour la santé publique

Polluant	Type de concentration	Valeur de la norme µg/m ³	Norme à atteindre en :	Nbre de dépasse ^{nt} autorisés / an	Nbre de dépasse ^{nt} 2000	Nbre de dépasse ^{nt} en 2001	Nbre de dépasse ^{nt} en 2002	Situation régionale actuelle
SO ₂	Horaire	350	2005	< 24	0	0	0	O.K.
	Journalière	125	2005	< 3	0	0	0	O.K.
NO ₂	Horaire	200	2010	< 18	2	8	2	O.K.
	Annuelle	40	2010					?

¹⁵ Etat de l'environnement 2004, IBGE

PM10	Journalière	50	2005	< 35	65	70	76	Pas O.K.
			2010	< 7				?
	Annuelle	40	2005	/	1	1	1	Pas O.K.
		20	2010	/				?
Pb	Annuelle	0.5	2005*	/	0	0	0	O.K.
O ₃	8h-max	120	2010	< 25 (**)	14	28	14	Pas O.K.
CO	8h	10 mg/m ³	2005	/	0	0	0	O.K.
Benzène	Annuelle	5	2010	/	0	0	0	O.K.

? : situation probablement problématique en 2005 et 2010

(**): en moyenne sur 3 ans (cette norme pourrait ne pas être respectée si les étés à venir sont particulièrement chauds)

Les normes sont effectivement contraignantes soit en 2005 soit 2010. Les directives-filles tolèrent des "marges de dépassement" annuelles qui vont en décroissant d'année en année pour s'annuler en 2005 ou en 2010 selon les polluants. Les directives prévoient deux cas de figure:

- pour les zones et les agglomérations en dépassement de la valeur limite augmentée de la marge de dépassement autorisée : les Etats membres prennent des mesures pour assurer l'élaboration ou la mise en œuvre d'un plan ou d'un programme permettant d'atteindre la valeur limite dans le délai fixé;
- pour les zones où les valeurs se trouvent entre la valeur limite et la valeur limite augmentée de la marge de dépassement : les Etats membres doivent le signaler à la Commission mais des plans d'actions ne sont pas nécessaires.

La Région de Bruxelles-Capitale dans son ensemble est considérée comme formant une seule zone. Les données de concentrations sont transmises à la Commission via la section "air" de la Cellule Interrégionale de l'Environnement (CELINE-Air).

La directive-cadre 1996/62/CE requiert qu'un plan structurel et un plan d'urgence soient élaborés par l'Etat membre concerné lorsque les concentrations mesurées dépassent les valeurs limites augmentées des marges de tolérance autorisées. L'Etat membre doit présenter les diverses actions mises en œuvre pour que les normes ne soient plus franchies à la station où le dépassement a été observé.

4.2.1.1. Particules en suspension PM10 et PM2,5

De plus en plus d'éléments attestent que de minuscules particules de poussière ont des effets nocifs sur la santé humaine et diminuent la qualité de vie en aggravant les affections respiratoires comme l'asthme.

Ces particules sont rejetées directement dans l'atmosphère par diverses sources fixes et mobiles (généralement liées à un processus de combustion), mais elles se forment aussi dans l'atmosphère à partir de polluants gazeux comme les COV, NO_x, SO_x et NH₃. Cela signifie que les particules proviennent d'origines très diverses et que, comme leur formation peut se produire très loin de la source, il s'agit d'un problème transfrontière important analogues aux problèmes d'acidification, d'eutrophisation et d'ozone troposphérique.

D'après des études scientifiques récentes (OMS), ce sont d'ailleurs principalement les PM_{2,5} qui sont nocives pour la santé plutôt que les particules PM₁₀. Les particules émises par les véhicules, et principalement les diesels, sont essentiellement des particules fines et ultrafines (de par leur processus de formation).

a) Concentrations moyennes annuelles pour les PM₁₀

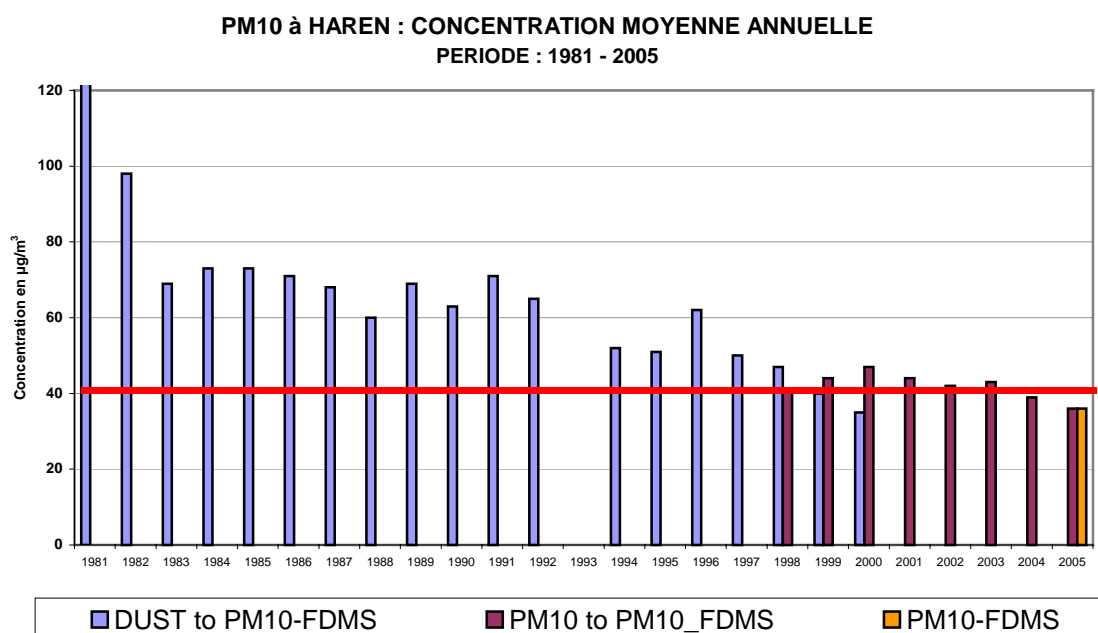
Le tableau ci-dessous indique, pour chaque station de mesure, les concentrations moyennes annuelles de particules PM₁₀ depuis 1997.

Les moyennes annuelles sont obtenues en calculant la moyenne des concentrations journalières au cours d'une année calendrier (du 1 janvier au 31 décembre).

Depuis le 1 janvier 2005, la direction européenne 1999/30/CE impose que les concentrations moyennes annuelles n'excèdent pas le seuil de 40 µg/m³.

commune	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005(*)
Haren	NA	51	54	57	54	52	53	48	36
Molenbeek-Saint-Jean	47	43	43	37	38	38	44	38	31
Uccle	40	35	31	31	32	32	33	28	27
Woluwé-Saint-Lambert					NA	33	33	NA	27
Berchem-Sainte-Agathe			NA	27	27	27	29	23	26

→ en 2005, la norme satisfaite pour toutes les stations bruxelloises



b) Nombre de jours avec des concentrations journalières de $PM_{10} > 50 \mu g/m^3$

Le tableau ci-dessous indique, pour chaque station de mesure, le nombre de jours où les concentrations moyennes de PM_{10} ont dépassé le seuil de $50 \mu g/m^3$ au cours des dernières années. Depuis le 1 janvier 2005, la directive 1999/30/CE autorise au maximum 35 dépassements (c'est-à-dire 35 jours) de ce seuil par année.

Les cases en rouge signifient que le nombre annuel de dépassements autorisés a été dépassé.

Les mesures montrent que le nombre de dépassements relatifs aux concentrations journalières de PM_{10} dépasse la limite autorisée pour 2005 et que les concentrations journalières sont les plus élevées le long du canal, axe industriel de la Région.

commune	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005(*)
Haren	NA	153	161	165	153	153	163	126	67
Molenbeek-Saint-Jean	114	102	109	62	76	77	107	70	42
Uccle	75	56	27	24	36	39	42	18	22
Woluwé-Saint-Lambert					NA	37	40	NA	23
Berchem-Sainte-Aagathe			NA	21	16	20	32	5	17

(*) Pour 2005 : calcul de la moyenne avec des données validées du 1/1 au 1/9 et des données non-validées du 1/9 au 31/12.

→ en 2005, la norme est satisfaite pour Uccle, Woluwé-St-Lambert et Berchem-St-Agathe, mais non-satisfaite à Molenbeek-St-Jean et Haren (Port de Bruxelles).

Les dépassements en PM_{10} observés au Port de Bruxelles sont liés à la proximité de deux entreprises particulières et peuvent être évités par l'aspersion d'eau sur les particules lorsque les conditions météorologiques sont propices à la dispersion dans l'air (faible hygrométrie et vents importants).

4.2.1.2. Ozone troposphérique

La directive-fille 2002/3/CE relative à l'ozone dans l'air ambiant a maintenu le seuil d'information à $180 \mu g/m^3$ mais a abaissé le seuil d'alerte de $360 \mu g/m^3$ à $240 \mu g/m^3$. Elle a spécifié en outre que des actions à court terme ne sont obligatoires qu'en prévision ou en situation de dépassement de $240 \mu g/m^3$ durant 3 heures consécutives, et qu'elles présentent un potentiel effectif de réduction des concentrations d'ozone ou de la durée de la période de dépassement.

a) Valeur cible de $120 \mu g/m^3$ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures

Le tableau ci-dessous présente le nombre de jours où le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures des concentrations d'ozone a dépassé la valeur cible de $120 \mu g/m^3$.

Conformément à la directive européenne 2002/3/CE, cette valeur cible pour la protection de la santé humaine ne peut pas être dépassée plus de 25 fois par an, en considérant le nombre de dépassements annuels comme étant la moyenne des dépassements au cours des trois années précédentes.

commune	2000	2001	2002	2003	2004	2005(*)
Bruxelles (Sainte-Catherine)				14	14	16
Bruxelles (Parlement UE)					17	17
Berchem-Sainte-Agathe	15	19	17	27	23	24
Haren		10	9	17	13	14
Molenbeek-Saint-Jean	7	10	10	15	11	11
Uccle	18	22	17	26		27
Woluwe-Saint-Lambert	4				11	12

(*) Données non validées en 2005.

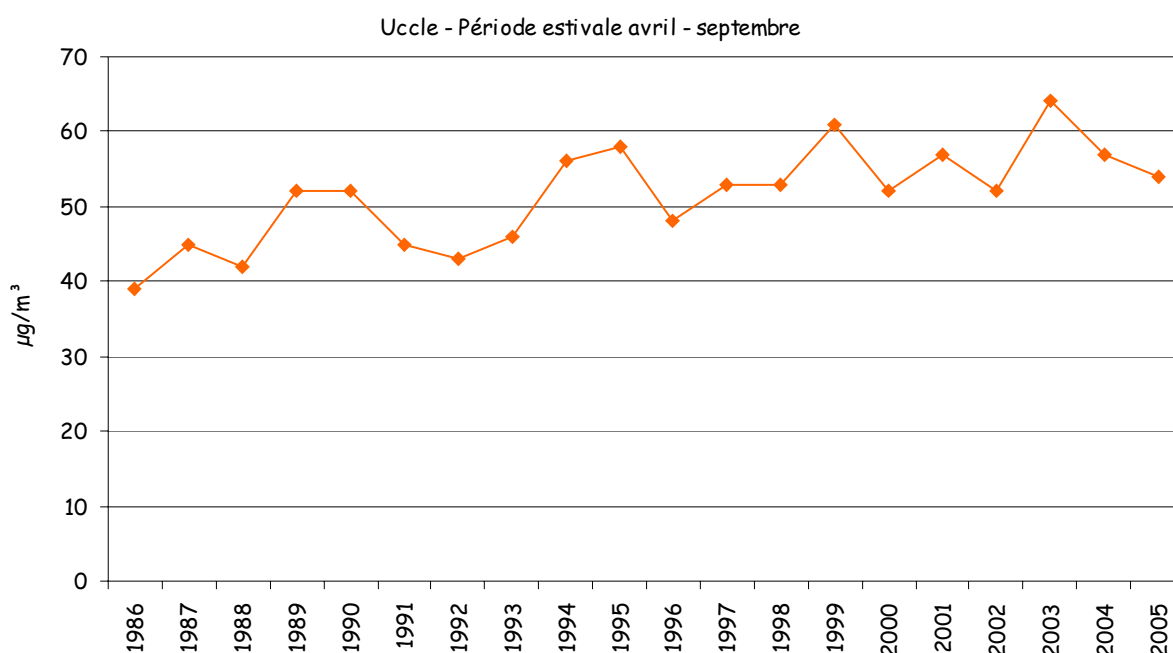
En 2005, la norme a été respectée pour toutes les stations, sauf à Uccle (station sub-urbaine).

Le nombre de jours de dépassement de la norme pour l'ozone dépasse régulièrement les 20 jours et se rapproche des 25 jours. Vu les mécanismes de formation de l'ozone et la tendance légèrement à la hausse de la concentration moyenne, l'objectif 2010 semble difficile à atteindre.

Les concentrations les plus élevées en ozone ont été mesurées en périphérie de la Région. Ceci s'explique par la destruction locale de l'ozone par le NO émis par le trafic routier. En général, la destruction d'ozone l'emporte sur sa formation au centre-ville et à proximité des axes routiers.

L'évolution à la hausse de la concentration régionale moyenne depuis le début des années '90 (v. graphique suivant) peut s'expliquer par la diminution générale des concentrations en NO.

Figure : Concentration moyenne en valeurs semi-horaires en ozone durant la période estivale à Uccle



b) Seuil d'information 180 µg/m³ (appliqué sur moyennes horaires)

La directive de l'Union Européenne 2002/3/CE (entrée en vigueur le 9 septembre 2003) relative à la pollution de l'air par l'ozone requiert des Etats membres qu'ils avertissent la population lorsque le seuil de 180 µg/m³ correspondant à une moyenne horaire est dépassé. De plus, le seuil d'alarme est fixé à 240 µg/m³ en moyenne horaire.

Le tableau ci-dessous présente le nombre de jours où les concentrations horaires d'ozone ont dépassé le seuil d'information de 180 µg/m³.

commune	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005(*)
Bruxelles (Sainte-Catherine)				0	0	0	7	2	2

Bruxelles (Parlement UE)					0	0	8	0	2
Berchem-Sainte-Agathe	8	4	4	1	3	1	11	3	3
Haren		0	1	1	2	1	9	3	1
Molenbeek-Saint-Jean	0	0	0	0	0	0	4	0	2
Uccle	4	4	2	1	5	2	11	4	4
Woluwe-Saint-Lambert	0	1	0	0	0	0	5	1	2

c) Seuil d'alerte 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (appliqué sur moyennes horaires)

Le tableau ci-dessous présente le nombre de jours où les concentrations horaires d'ozone ont dépassé le seuil d'alerte de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

commune	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005(*)
Bruxelles (Sainte-Catherine)				0	0	0	0	0	0
Bruxelles (Parlement UE)					0	0	0	0	0
Berchem-Sainte-Agathe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haren		0	0	0	0	0	1	0	0
Molenbeek-Saint-Jean	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uccle	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Woluwe-Saint-Lambert	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rem : Le seuil de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est en vigueur depuis le 9 septembre 2003. Avant cette date, le seuil d'alerte était fixé à 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En cas de dépassement observé ou prévu du seuil d'information ou d'alerte, un communiqué est diffusé auprès des Ministères et Administrations concernées, ainsi qu'aux médias de façon à en informer la population.

4.2.1.3. Dioxyde d'azote

La Directive fille du Conseil 1999/30/EC du 22 avril 1999 relative aux valeurs limites pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, les particules en suspension et le plomb a été publiée le 29 juin 1999.

Tableau : Valeurs limites pour les oxydes d'azote (en vigueur à partir de 2010)

Protection	Temps de base	Valeurs limites ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nombre maximal de dépassements admis
Santé*(NO ₂)	1 heure	200	18
Santé*(NO ₂)	1 an	40	

Si la norme relative aux concentrations de pointe pourra être respectée, il n'en sera probablement pas de même pour les concentrations moyennes annuelles, comme dans la plupart des grandes villes d'Europe de l'Ouest.

a) Moyenne annuelle des concentrations

La directive 1999/30/EC impose que, à partir de 2010, les concentrations de NO₂ en moyenne annuelle n'excède pas 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour les années antérieures à 2010, il est prévu que ce seuil diminue annuellement de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pour finalement atteindre 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dès 2010.

Le tableau ci-dessous présente les concentrations de NO₂ en moyenne annuelle.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
41B003	70	73	74	69	73		85	87	93
41B004					45	46	47	42	42
41B005						41	42	41	40
41B006						36	40	37	38
41B011	37	29	28	30	33	30	36	31	32
41MEU1				36	38	35	40	37	32
41N043		43	48	47	50	48	47	45	46
41R001	47	39	43	38	40	43	48	44	47
41R002	51	50	49	53			61	56	58
41R012	35	28	30	27	30	26	28	28	27
41WOL1	47	45	46	43		44	49	42	44

Norme ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	66	64	62	60	58	56	54	52	50
------------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Sur base des observations, seules les stations « trafic » 41B003 (Arts-Loi) et 41R002 (Ixelles) ne satisfont pas cette norme au cours de ces trois dernières années. La station Arts - Loi ne répond pas aux critères européens pour la définition des stations trafic de surveillance de la qualité de l'air pour la santé car est située au centre d'une voirie exclusivement destinée aux transports. Elle est utilisée à Bruxelles pour l'évaluation des mesures touchant au volume de trafic. Elle a par ailleurs été ré-aménagée et se trouve encore plus près du trafic ce qui explique l'augmentation des dépassements depuis 2003.

En ce qui concerne les dépassements en NO_2 à Ixelles, les difficultés de respect de normes sont dues à l'aspect en "canyon" de l'avenue et l'importance de la circulation automobile. Ce problème est présent dans de nombreux axes urbains majeurs d'Europe de l'Ouest.

b) Nombre d'heures de dépassement du seuil de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les valeurs horaires

Suivant la même directive, le seuil de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les mesures horaires ne peut être dépassé que 18 heures par an. Le tableau ci-après reporte le nombre d'heures au cours desquelles le seuil a été dépassé.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
41B003	7	9	3	2	8	0	37	24	90
41B004	0	0	0	0	4	1	0	0	1
41MEU1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
41N043	0	0	0	0	0	1	1	2	0
41R001	1	0	0	0	2	0	2	1	0
41R002	0	0	0	0	0	0	4	0	0

La norme est donc satisfaite pour toutes les stations bruxelloises, excepté la station 41B003 (Arts-Loi) au cours de ces trois dernières années. Cette station ne répond pas aux critères européens pour la définition des stations trafic de surveillance de la qualité de l'air pour la santé car est située au centre d'une voirie exclusivement destinée aux transports. Elle est utilisée à Bruxelles pour l'évaluation des mesures touchant au volume de trafic.

c) Cartographie de la qualité de l'air

Outre le réseau de mesures de la qualité de l'air donnant des informations à des endroits bien définis, la qualité de l'air est modélisée pour déterminer les responsabilités des différents secteurs économiques.

Les relations émissions atmosphériques versus qualité de l'air sont complexes car résultent de la combinaison d'un ensemble de facteurs :

- la répartition géographique et temporelle des émissions locales de polluants (chauffage, industrie, trafic, ...), dont l'apport de pollution externe à la Région;
- les conditions météorologiques favorables ou défavorables à la dispersion des polluants;
- la topographie et de la structure du bâti;
- les transformations physico-chimiques dans l'atmosphère.

Les figures ci-dessous présentent les concentrations annuelles moyennes en NO_x dues au trafic routier pour les années 2001 et 2006 ainsi que la différence entre ces deux années.

Figure : Modélisation de la concentration annuelle moyenne des NOx dues au trafic pour l'année 2001

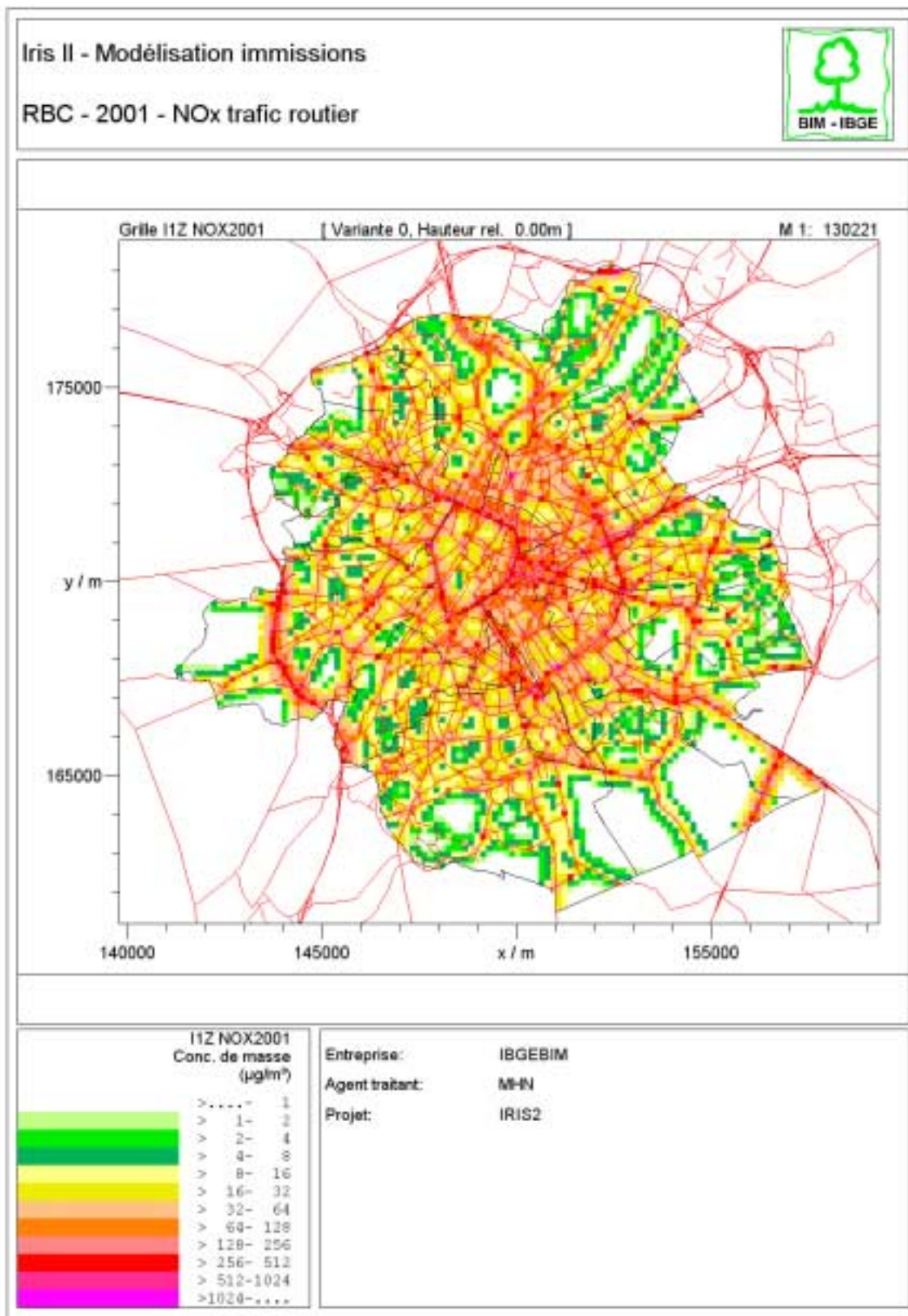


Figure : Modélisation spatiale de la concentration annuelle moyenne des NOx dues au trafic pour l'année 2006

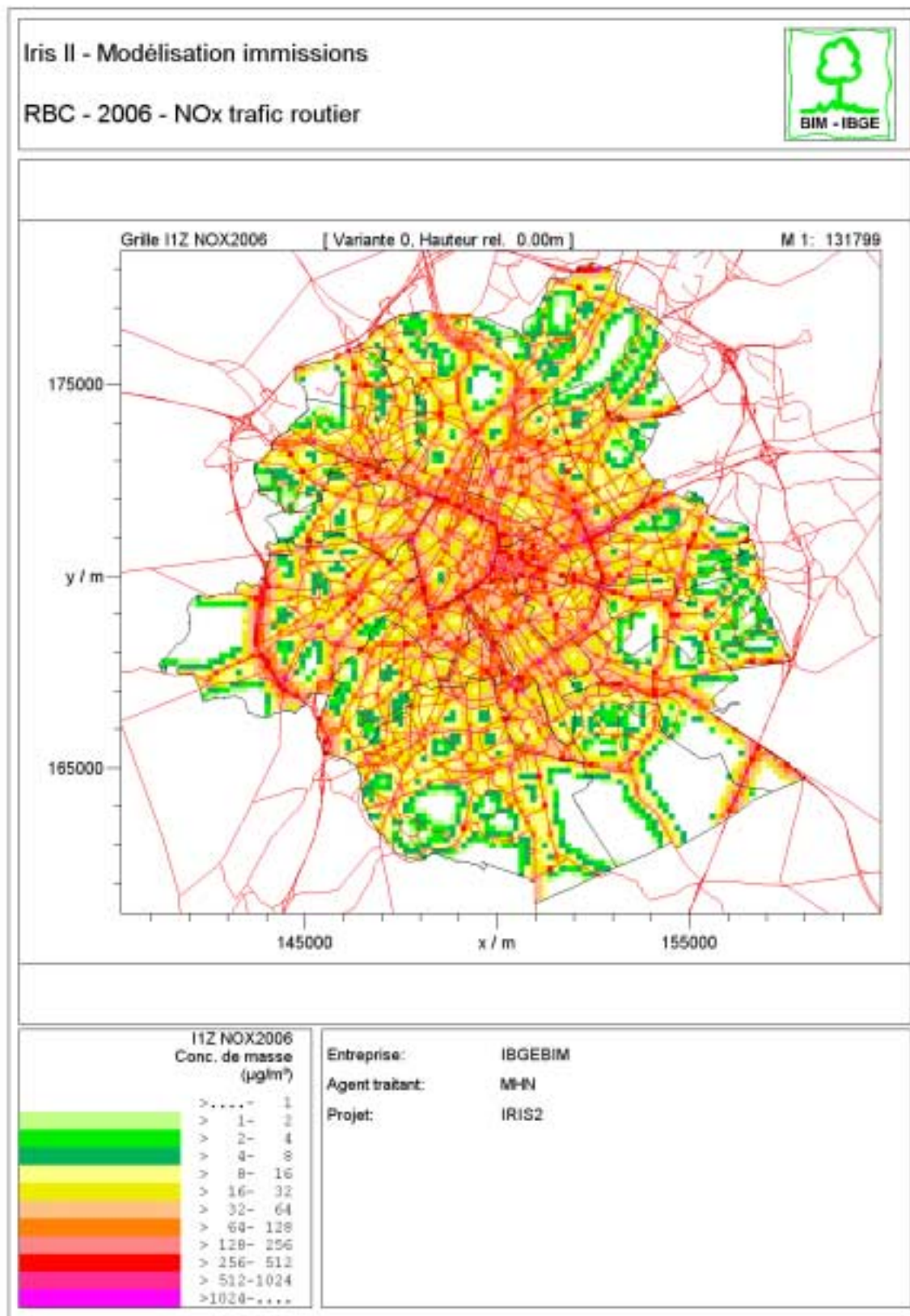
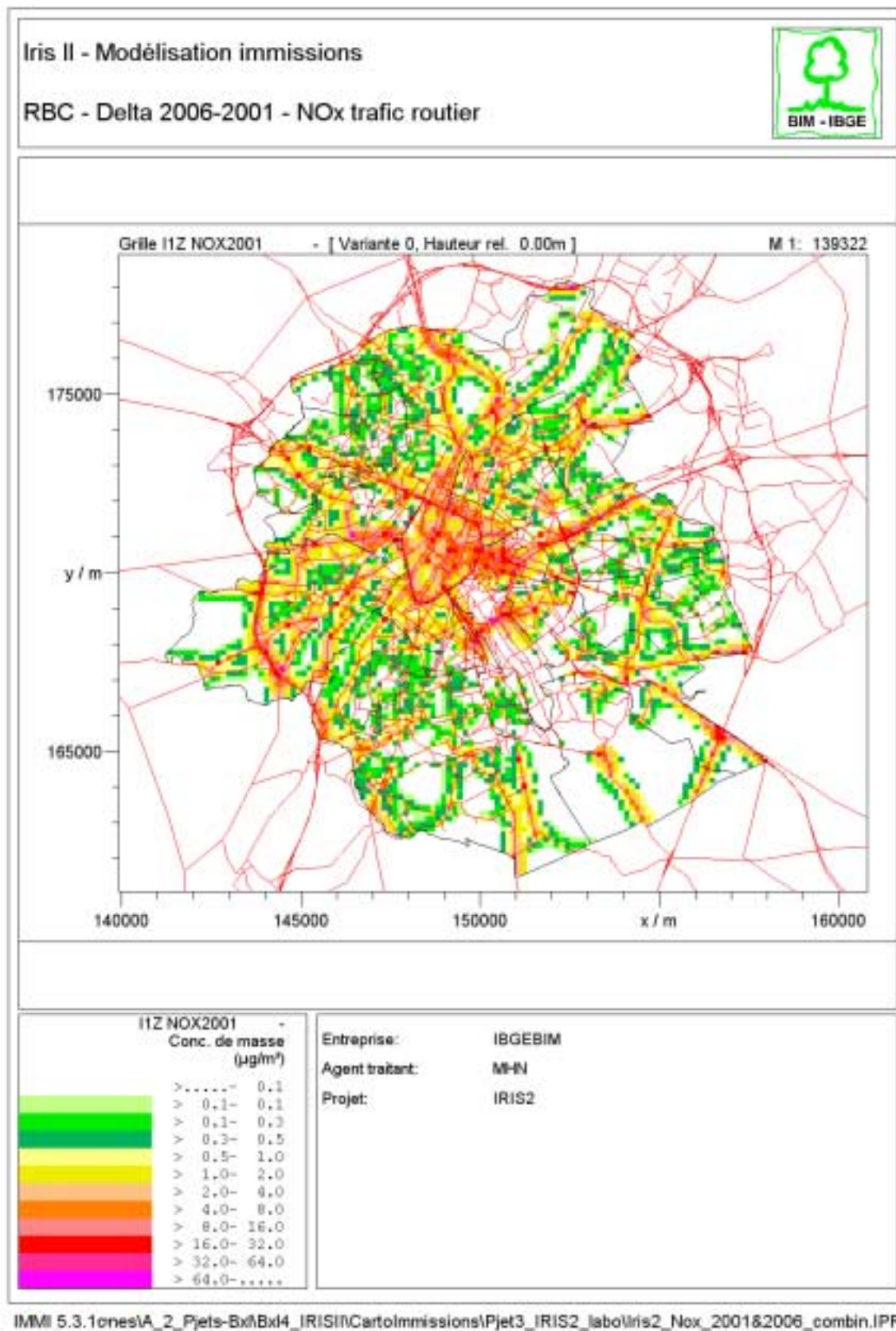


Figure : Modélisation spatiale de la concentration annuelle moyenne des NOx dues au trafic différence 2006-2001



4.2.2. Qualité de l'air dans le tunnel routier Léopold II en 2003 ¹⁶

Suite à l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 22 décembre 1994 concernant la qualité de l'air dans les tunnels routiers, complété par la circulaire du 9 janvier 1997 concernant l'application de cet arrêté, deux postes de mesures permanents ont été installés dans le tunnel Léopold II, un dans chaque sens (sorties Centre et Basilique).

Les deux postes de mesures sont opérationnels depuis décembre 2002 et sont équipés d'appareils d'analyse en continu permettant la mesure du monoxyde d'azote (NO), du dioxyde d'azote (NO₂) et du monoxyde de carbone (CO). Seuls ces deux derniers polluants ont une valeur limite qui est fixée par l'Arrêté.

	CO	NO ₂		
Concentration maximale autorisée	100ppm	1000 µg/m ³	400 µg/m ³	850 µg/m ³
Temps d'exposition	30 minutes	20 minutes	60 minutes	30 minutes

Au cours de l'année 2003, la valeur limite pour le CO n'a pas été dépassée. : la valeur maximale de CO est de 62,34 mg/m³ dans le poste de mesures Centre et de 32,58 mg/m³ dans le poste de mesures Basilique.

Pour le NO₂, la moyenne horaire atteint 297 µg/m³ à la sortie Centre et 391 µg/m³ à la sortie Basilique les jours ouvrables contre respectivement 235 µg/m³ et 302 µg/m³ les jours non ouvrables.

Les mesures des concentrations de NO₂ supérieures à :

- 400 µg/m³ pour une durée d'exposition de 1 heure se produisent, pour le poste de mesures en direction de la Basilique, un nombre de fois supérieur à 50% du nombre de valeurs horaires les jours ouvrables et environ 20 % du nombre de valeurs horaires les jours non ouvrables. Pour le poste de mesures en direction du Centre, cela devient plus de 10% du nombre des valeurs horaires les jours ouvrables et moins de 2% du nombre de valeurs horaires les jours non ouvrables.
- 850 µg/m³ pour une durée d'exposition de 30 minutes se produisent presque exclusivement les *jours ouvrables*. Pour les jours non ouvrables on ne note que 5 dépassements pour le poste de mesures en direction du Centre et aucun pour le poste de mesures en direction de la Basilique.
- 1000 µg/m³ en moyenne sur 20 minutes, est nettement plus élevé au point de mesures en direction du Centre. Au cours de l'année calendrier 2003 on y a constaté un total de 212 dépassements contre seulement 58 dans le poste de mesures en direction de la Basilique. En direction du Centre, les valeurs élevées en NO₂ se produisent surtout les jours ouvrables pendant la période de pointe du matin et, dans une moindre mesure, en cours de la journée ou dans la soirée. On note également cinq dépassements le samedi après midi. En direction de la Basilique, les pics de pollution se produisent exclusivement les jours ouvrables pendant l'heure de pointe du soir.

Par expérience on peut constater qu'il y a peu de chances que des automobilistes soient bloqués pendant une heure dans le tunnel Léopold II. Par contre, il arrive fréquemment que des automobilistes séjournent pendant 20 minutes, ou plus, dans ce tunnel, par exemple, lors des heures de pointe du matin ou du soir. Au ralenti ou dans les files, les émissions de NO₂ et de CO augmentent. Les automobilistes restent donc plus longtemps aux endroits où les concentrations de ces polluants sont les plus élevées.

Les niveaux de concentration relevés dans le tunnel sont plusieurs fois plus élevés que les niveaux dans l'air ambiant. En moyenne, par rapport aux points de mesures extérieurs (situés en proximité du trafic) les concentrations dans le tunnel :

- de CO et de NO sont 10 fois plus élevées,
- de NO₂ sont 5 fois plus élevées,

Les concentrations généralement plus élevées durant la période de pointe du matin montrent la formation régulière de files à la sortie du tunnel.

L'absence de ces concentrations plus élevées durant la période estivale est probablement due en partie à la formation moins fréquente de files (moins de trafic), et probablement aussi au changement de régime de ventilation du tunnel intervenu entre-temps: une ventilation plus systématique pendant la période de pointe du matin (automne 2003 et période hivernale 2003/2004).

¹⁶ Etat de l'environnement 2004, IBGE

4.2.3. Les pics de pollutions en RBC

4.2.3.1. Description des problèmes

a) Les pics de pollution hivernaux

Les pics de pollution hivernaux sont caractérisés par une dégradation générale de la qualité de l'air. Il s'agit d'une augmentation des concentrations dans l'air de nombreux polluants tels les oxydes d'azotes (NO_x), les particules (PM₁₀), le dioxyde de soufre (SO₂), le monoxyde de carbone (CO), le benzène (C₆H₆)

Cette augmentation des concentrations de polluants dans l'air est liée à des conditions météorologiques défavorables, à savoir, la conjonction de faibles dispersions verticales et horizontales. En effet, la présence d'une inversion thermique (les couches d'air inférieures plus froides que les supérieures) ne permet pas les mouvements d'air verticaux, alors que des vents faibles ne favorisent pas les mouvements d'air horizontaux.

b) Les pics de pollution estivaux

En été, on assiste à des pics de pollution à l'ozone (O₃). Plusieurs conditions doivent être remplies pour que des concentrations importantes apparaissent dans les basses couches de l'atmosphère :

- le temps doit être ensoleillé (beaucoup d'UV) ;
- la température doit être suffisamment élevée (au moins 25°C) ;
- le vent est faible et de direction S, S-E ou E ;
- les oxydes d'azote (NO_x) et de composés organiques volatils (COV) sont présents dans l'air en quantité suffisante et selon une proportion précise.

4.2.3.2. Fréquence des événements hivernaux

En ce qui concerne Bruxelles, la probabilité d'atteindre le seuil européen d'alerte, 400 µg/m³ de NO₂, est extrêmement faible,... mais n'est pas nulle. Pour l'instant et depuis que des stations de mesures des concentrations de polluants atmosphériques sont installées à Bruxelles, il n'y a jamais eu de dépassement de ce seuil. Sur cette base, un plan d'action à court terme ne devrait jamais être appliqué à Bruxelles.

Sur base des indices BELATMO utilisé pour l'information à la population depuis 2003, les fréquences événementiels peuvent être caractérisées de la manière suivante.

	Nb.épisodes	Nb.communiés	Nb.jours Indice>7	Nb. jours Sousindice NO ₂ >7
2003-04	3	3	7	3
2004-05	4	6	4	1

Si l'on prend en considération le niveau de 200 µg/m³ de NO₂ en moyenne horaire, qui est la valeur limite européenne à ne pas dépasser plus de 18* par an en 2010 et le seuil belge d'alerte, on constate qu'il y a déjà eu plusieurs dépassements depuis 1981, comme le montre le tableau ci après.

Nombre de jours de dépassement du seuil de 200 µg/m³ de NO₂ en valeur horaire, station Arts-Loi non comprise. Source : IBGE

Année	Nombres de jours	Année	Nombres de jours
1981	12	1993	1
1982	4	1994	2
1983	3	1995	1
1984	6	1996	2
1985	10	1997	1
1986	5	1998	0
1987	6	1999	0
1988	11	2000	0
1989	10	2001	1
1990	7	2002	2
1991	2	2003	5
1992	1	2004	3

4.2.3.3. Objectif de santé publique

À côté des effets toxiques chroniques des polluants en concentration moyenne, la présence de polluants en concentration plus élevée peut être responsable d'effets plus immédiats sur la santé particulièrement au niveau de certains groupes à risque. Il importe dès lors d'éviter au mieux ces impacts environnementaux et sanitaires.

Outre cet objectif de santé publique au moment des pics de pollution pour lequel il est fondamental et obligatoire de réaliser un plan d'urgence, l'élaboration d'une stratégie de re-médiation se doit de répondre à trois grandes nécessités d'actions :

- anticiper les situations de crise provoquées par des dépassements de normes (obligations légales)
- (ré) amorcer un débat avec le politique, les opérateurs et les citoyens sur la réduction du trafic routier et ses nuisances environnementales (Objectifs régionaux : NEC, Kyoto..)
- donner l'image d'une ville durable (cfr. expériences étrangères)

4.2.4. Journée sans voiture du 18/09/2005

Le dimanche 18 septembre 2005, dans le cadre d'une action européenne, la Région de Bruxelles-Capitale a organisé une journée sans voiture. De 9 à 19 h, heure locale, le trafic motorisé privé a été pratiquement complètement interdit sur l'entièreté du territoire de la Région.

Cette initiative européenne est née d'un constat: les citoyens sont fortement préoccupés par la pollution et la mobilité urbaine. En ville, beaucoup se plaignent d'une mauvaise qualité de vie : pollution de l'air, nuisances sonores, encombrements, etc. Et pourtant, le parc automobile croît...

C'est pourquoi la journée « En ville, sans ma voiture ! » a pour objectif global de favoriser la prise de conscience collective quant à la nécessité d'agir contre les nuisances générées par la croissance du trafic motorisé en milieu urbain. De fait, il ne s'agit pas seulement de lutter contre la pollution atmosphérique ou le bruit mais aussi d'améliorer la qualité de vie en ville.

Les organisateurs espèrent ainsi faire découvrir les moyens de transport plus respectueux de l'environnement urbain et le plaisir de vivre dans une ville moins encombrée de voitures et donc moins polluée, moins bruyante et plus sûre. En bref: faire progresser l'idée de mobilité durable.

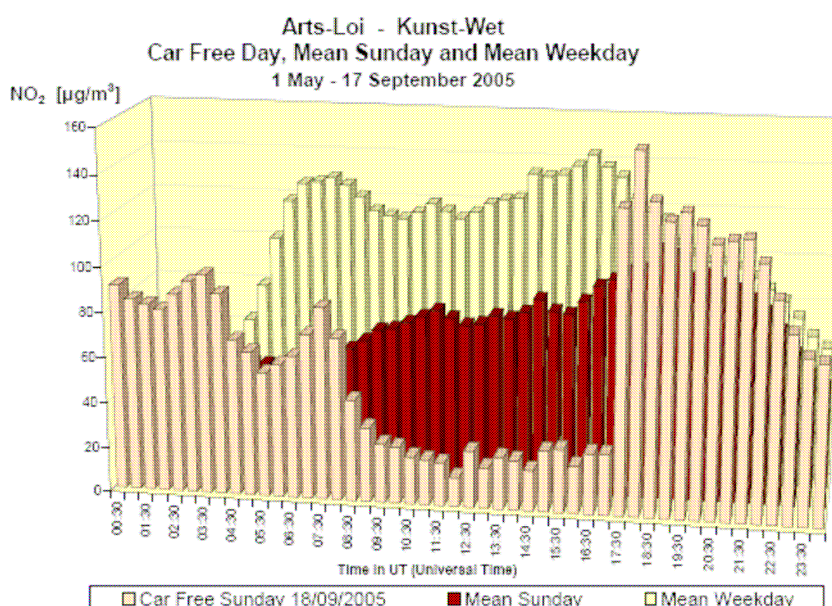
4.2.4.1. Concentrations de NO₂ en diminution

Pour le NO₂ on remarque assez vite une diminution des concentrations dans tous les postes de mesures, même dans les endroits qui ne sont pas soumis à un environnement de trafic important.

Ceci est une constatation fondamentale. Il existe bien une marge pour une éventuelle diminution des concentrations de NO₂. Si on pouvait réaliser de façon permanente des réductions considérables des émissions de NO_x, (p.ex. par un parc automobile avec piles à combustible), la concentration générale de NO₂ baisserait, ce qui permettrait de respecter la sévère norme NO₂ (moyenne annuelle < 40 µg/m³) également dans les centres urbains à trafic intense.

Une baisse significative des concentrations en NO₂ peut de plus induire moins de pollution photochimique (problématique de l'ozone).

Figure : NO₂ - évolution des concentrations le dimanche sans voiture, un dimanche moyen et un jour ouvrable moyen - Arts-Loi



4.2.4.2. Concentrations de CO en diminution

La journée sans voiture on note également pour le CO une diminution évidente des concentrations pendant la période d'application de suppression du trafic. Les concentrations lors du dimanche sans voiture sont plus basses qu'un dimanche moyen et beaucoup plus basses qu'un jour ouvrable moyen. Le profil des concentrations de CO suit de près le profil des concentrations de NO. Les deux paramètres sont d'ailleurs spécifiques pour le trafic. La diminution des concentrations est constatée également dans les autres postes de mesures de la Région.

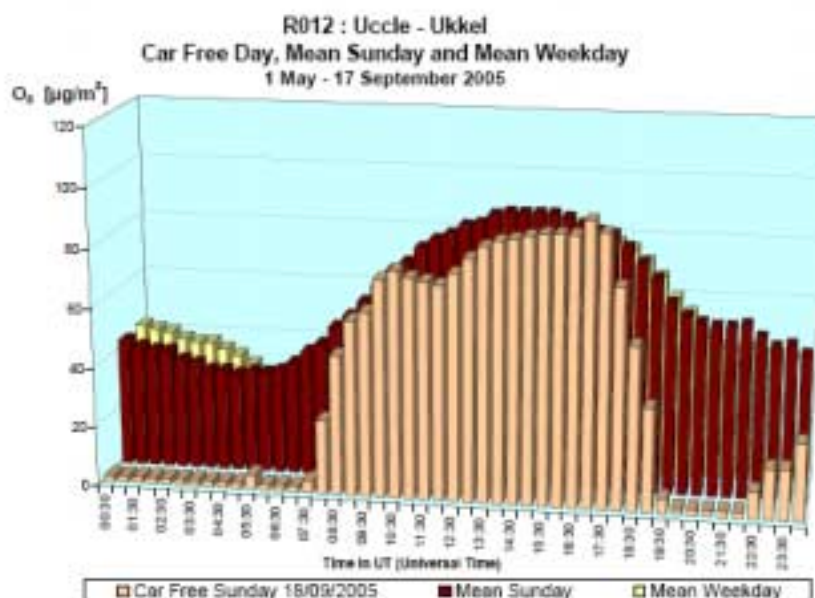
4.2.4.3. Concentrations de PM₁₀ en diminution

Pendant la période d'arrêt du trafic la concentration moyenne est plus basse qu'un dimanche moyen. Pendant cette période on note cependant à deux reprises une augmentation des concentrations, la première aux environs de 14.30 à 15.00 heure locale et la seconde de 16.00 à 17.30h. Vu la période d'arrêt du trafic, ces pics temporaires de concentrations ne peuvent pas être attribués à un phénomène d'émission, direct ou indirect par la circulation. Les phénomènes indirects se manifestent lors de la remise en suspension, par les turbulences dues au trafic, des particules qui s'étaient déposées au sol. Vu le caractère général de l'évènement, la soudaine augmentation des concentrations de particules est probablement due aux conditions météorologiques. Ces diverses constatations montrent également que la dispersion des particules PM10 (et l'interprétation du phénomène) est de nature plus complexe que la dispersion des polluants gazeux.

4.2.4.4. Concentrations d'ozone en augmentation

On remarque une augmentation des concentrations d'ozone. Celle-ci est générale et constatée dans tous les postes de mesures de la Région. Pendant la période d'arrêt du trafic, il y a moins de NO émis dans l'air, ce qui diminue la destruction d'ozone. Conjugué avec l'effet week-end de l'ozone, cette expérience apporte une preuve supplémentaire qu'une mesure telle que l'arrêt du trafic, en vue d'une diminution des concentrations d'ozone, est contre productive dans les conditions actuelles.

Une comparaison des données d'ozone de la journée sans voiture avec d'autres données de la période estivale est également sans fondement. Pendant la période d'été, le processus de formation d'ozone est normalement beaucoup plus intense que fin septembre.



4.2.4.5. Niveaux de bruit en diminution

Bien que la situation acoustique de ces journées ne corresponde pas à un trafic totalement nul (les transports en commun, les véhicules d'urgence, les taxis et un nombre limité de véhicules privés circulent en effet à vitesse réduite), on constate une diminution significative des niveaux de bruit lors de la journée sans voiture. Cette diminution varie d'un endroit à l'autre et est généralement plus importante à proximité des axes soumis en temps normal à un trafic intense. En bordure de ces voiries, on relève des diminutions des niveaux de bruit pouvant dépasser 10 dB(A), ce qui modifie considérablement l'ambiance sonore des quartiers concernés et contribue à transformer un quartier habituellement bruyant en quartier calme. Aux points de mesure situés le long d'axes

soumis à un trafic modéré ou local, les différences sont moins importantes mais toujours nettement perceptibles et tendent à rendre une relative quiétude aux quartiers.

Par l'analyse des mesures acoustiques, la réduction des niveaux de bruit résultant de la limitation ou de l'interruption du trafic automobile peut être quantifiée de manière objective et immédiate. A l'occasion de la semaine de la mobilité de septembre 2003, des actions spécifiques de sensibilisation des automobilistes à l'impact sonore du trafic routier ont en outre été menées.

4.2.5. Exposition individuelle au benzène en RBC¹⁷

PEOPLE Population Exposed to Air Pollutant in Europe, est un projet mené par le Centre Commun de Recherches de la Commission Européenne dans 2 capitales européennes, Bruxelles et Lisbonne. L'objectif du projet, outre une information des citoyens, est d'identifier les sources les plus importantes d'exposition personnelle et d'évaluer l'impact des choix de vie sur notre niveau d'exposition.

En Région de Bruxelles-Capitale, la campagne a été organisée le 22 octobre 2002, en collaboration avec l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (IBGE).

L'exposition individuelle au benzène tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments a été mesurée pendant 24h via de petits appareils de mesures portés durant 12 heures par 125 volontaires en région bruxelloise. Plusieurs groupes de volontaires ont été déterminés en fonction de leurs modes de vie (fumeurs et non-fumeurs, utilisateurs de voitures, piétons ou cyclistes).

Les résultats montrent que l'exposition au benzène est nettement plus élevée chez les fumeurs que chez les non-fumeurs. On estime que le fait de fumer à l'intérieur d'un logement augmente la concentration de benzène de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne (cela dépend bien entendu du niveau de tabagisme), de même la présence d'un garage communiquant avec le logement peut augmenter la concentration de benzène de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Par contre chez les non-fumeurs, le mode de déplacement est un facteur prépondérant de l'exposition.

Si on se focalise sur le type de lieu et non sur le comportement des volontaires, les concentrations en benzène à l'intérieur des logements étaient en moyenne deux fois supérieures à celles enregistrées dans l'air extérieur. C'est dans les écoles que les concentrations étaient les plus faibles (en valeur médiane de $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dans les bureaux, les concentrations étaient plus élevées (en valeur médiane de $3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), soit le même niveau que les concentrations dans l'air extérieur. Par contre dans les cafés, restaurants et commerces accessibles aux fumeurs les concentrations étaient plus élevées (en valeur médiane de $10,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que les concentrations extérieures.

Si on se focalise sur le mode de transport, c'est dans les véhicules automobiles que les concentrations les plus élevées ont été enregistrées (fumeurs et non-fumeurs compris, en valeur médiane de $27,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Parmi les modes de transport, les utilisateurs de la voiture, même non-fumeurs, sont les plus exposés, avec une valeur médiane de $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette valeur est expliquée d'une part par la proximité de la source et d'autre part par la durée d'exposition, plus le trajet est long, plus longue est l'exposition. Pour les autres moyens de transport, la valeur médiane d'exposition atteint $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les utilisateurs de transport en commun, dont les plus exposés sont les utilisateurs de bus. Les promeneurs et cyclistes sont exposés à des valeurs médianes de $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En conclusion, pour la population ayant participé à la campagne, 43% de l'exposition au benzène provient de la tabagie (actif et passif), 37% provient de l'exposition lors des déplacements et 20% de l'exposition à l'intérieur des locaux.

4.3. Impacts du transport sur la santé publique et la qualité de vie

Les principaux impacts négatifs des transports sur la santé sont liés aux accidents, aux phénomènes de morbidité et de mortalité associés à la pollution atmosphérique générée par les transports et au bruit. D'autres effets des transports sur la qualité de vie peuvent être également mentionnés, par exemple : vibrations, stress lié notamment aux encombrements, dégradations paysagères, effet de rupture, etc.

4.3.1. Effets généraux de la pollution atmosphérique des transports

Les effets directs et indirects sur l'environnement de la pollution induite par les transports constituent un ensemble de phénomènes très divers et souvent complexes (voir figure ci-dessous).

¹⁷ Etat de l'environnement 2004, IBGE

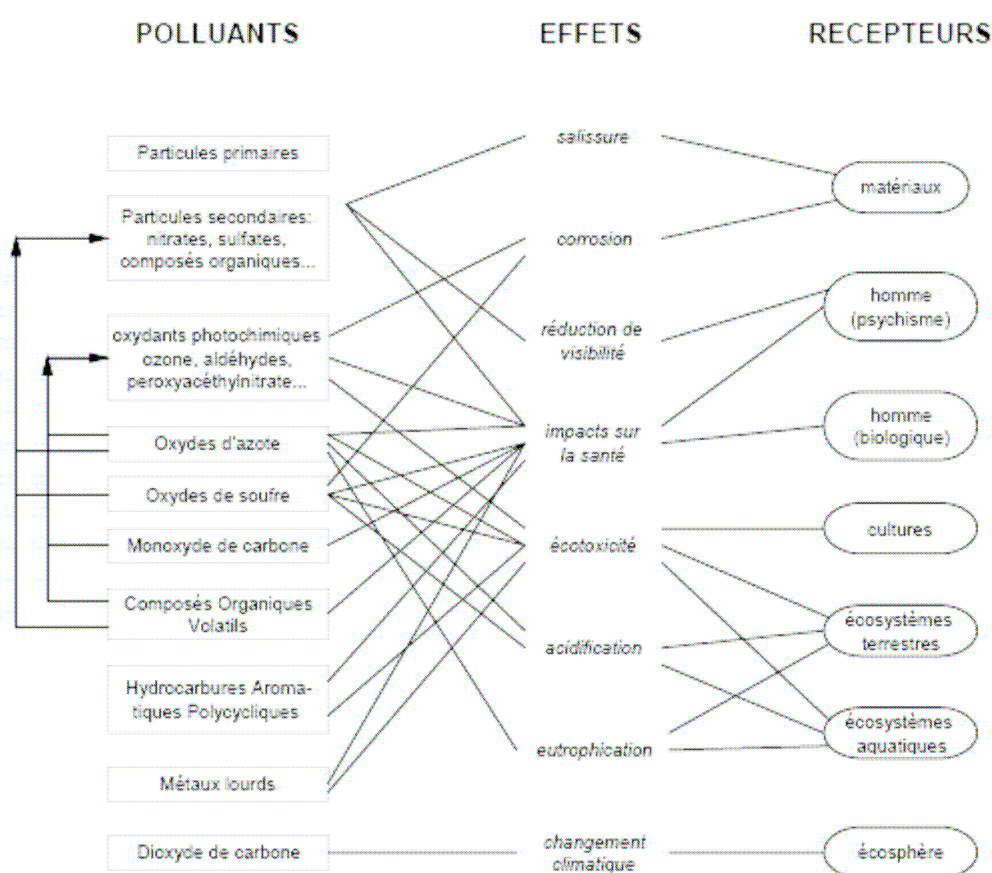


Figure II.1 : Effets de la pollution atmosphérique des transports.

Certains polluants tels que le dioxyde de carbone sont chimiquement stables et tendent à s'accumuler dans l'atmosphère dont ils modifient les propriétés physiques (effet de serre). D'autres polluants, chimiquement actifs, peuvent réagir avec les corps avec lesquels ils entrent en contact (corrosion des matériaux, toxicité vis à vis des organismes vivants, etc.) ou également avec d'autres polluants de l'atmosphère pour générer de nouveaux polluants dits secondaires. C'est le cas notamment du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote et des composés organiques volatils qui évoluent chimiquement dans la troposphère sous l'effet du rayonnement solaire et sont à l'origine d'une pollution photochimique caractérisée par une production d'ozone et d'autres substances dangereuses pour la santé et l'environnement (peroxyacétylnitrates, aldéhydes, acide nitrique, eau oxygénée...).

Le NOx a en soi des effets sur la santé, la végétation et la visibilité et, par ailleurs, contribue à la formation de particules (PM10), d'ozone (O3) et de pluies acides. Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz toxique ; à l'air libre, il est rapidement converti en CO2, qui contribue à l'effet de serre. Le SO2 a aussi des effets divers : il contribue à la formation de particules et à la formation de pluies acides et il a en soi des effets négatifs sur la santé et la végétation. Les composés organiques volatils (benzène, toluène et xylène) sont nocifs pour la santé humaine et contribuent à la formation de particules et d'ozone.

Par différents processus (absorption ou dissolution des gaz, dépôt des particules, etc.), les produits rejetés dans l'atmosphère migrent progressivement vers la surface terrestre où ils sont susceptibles de déplacer l'équilibre biochimique du milieu qui les reçoit (acidification et eutrophisation des écosystèmes, etc.). Par ailleurs, des métaux ou des composés organiques persistants sont véhiculés à travers les chaînes alimentaires et s'accumulent dans certains tissus vivants. Ils peuvent ainsi constituer des poisons pour certains organismes.

Dans l'état actuel des connaissances, la science est loin de saisir complètement l'ensemble de ce système et de ces impacts en cascade. Cependant, dans certains cas il est possible de quantifier la relation entre une augmentation de la concentration d'un polluant dans un milieu et l'effet qu'elle provoque sur certains récepteurs exposés à cette pollution. On exprime de telles relations sous forme de fonction " exposition-réponse ".

4.3.2. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique en RBC – projets APHEIS et ENHIS-1

Avec l'augmentation du trafic et l'amélioration des connaissances concernant les effets de la pollution atmosphérique sur la santé, les impacts sanitaires des émissions générées par les transports sont de plus en plus incriminés.

L'étude Apehis, intitulée " Evaluation de l'Impact Sanitaire Lié à la Pollution Atmosphérique dans 26 villes européennes " et par la suite ENHIS-1 qui porte sur 33 villes dont Bruxelles, montre que la pollution atmosphérique demeure une préoccupation de santé publique en milieu urbain, et ce en dépit de normes d'émission plus sévères, d'une meilleure surveillance de la pollution atmosphérique, et de la diminution des niveaux de certains types de polluants atmosphériques.

Apehis (Air Pollution and Health : An European Information System) est cofinancé par la Direction Générale Santé et Protection des Consommateurs de la Commission Européenne et par les institutions participantes au programme dans chaque ville. ENHIS-1 est financé par la Direction Générale Santé et Protection des Consommateurs de la Commission Européenne, coordonné par l'Organisation Mondiale de la Santé et co-financé par les villes participantes.

Dans l'objectif de favoriser la prise de décision sur la base du développement des connaissances scientifiques, le nouveau rapport ENHIS-1 permet de fournir simultanément des informations détaillées aux décideurs locaux dans les villes concernées et une vision globale aux décideurs intervenant au niveau européen.

Le rapport ENHIS-1 souligne également qu'il ne faut pas sous-estimer l'impact sur la santé publique des risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique, même si ces risques s'avèrent moins importants que les risques liés au tabagisme et à l'obésité, entre autres. En effet, si sur ces derniers facteurs de risque l'individu peut agir, sur la pollution atmosphérique les individus ont peu de contrôle, elle est omniprésente et toute la population est exposée.

De faibles réductions des niveaux ambiants de pollution atmosphérique peuvent avoir un impact non négligeable sur la santé publique.

4.3.2.1. Données sanitaires pour Bruxelles-Capitale en 2001 attribuables à la qualité de l'air

The total number of postneonatal deaths in 2001 was 24 (annual rate 157 per 100,000) , among which 1 were due to respiratory causes and 8 to sudden infant death syndrome.

The number of deaths in the general population (excluding external causes) was 25 (daily rate 2.6 per 100,000), among which 9.6 (daily rate 1 per 100,000) were due to cardiovascular causes, and 3.1 (daily rate 0.3 per 100,000) were due to respiratory causes.

The number of emergency room visits for asthma for young people (under 18 was 0.6 (daily rate 0.3 per 100,000).

The annual rate of respiratory hospital admissions was high in both young and elderly people: annual rate for children under 15 was 4309.7 per 100,000, and annual rate among people aged 65 and more was 2978.3 per 100,000. The annual rate for people age between 15 and 64 was really lower : 835.7 per 100,000.

4.3.2.2. Impacts sanitaires pour Bruxelles-Capitale du respect des seuils de pollution par les PM₁₀

PM₁₀ levels are compliant with 2005 limit values (40µg/m³ annual mean). The compliant limit for 2010 is 20µg/m³ annual mean.

No attributable case could be corresponding to a reduction of the annual mean to 40µg/m³. However, a significant number of attributable deaths could be reduced with a reduction of the annual mean by 5µg/m³ and a reduction of the annual mean to 20µg/m³.

- All other things being equal, the reduction of the annual average levels of PM₁₀ to 20 µg/m³ would prevent 1.80 total postneonatal deaths (décès de nourissons entre 1mois et 1 an d'âge) (décès qui pourraient être évités chaque année) which is equivalent to an annual rate of 11.77 deaths per 100 000
- All other things being equal, the reduction of the annual average levels of PM₁₀ to 20 µg/m³ would prevent 0.28 postneonatal respiratory deaths (décès de nourissons par des causes respiratoires entre 1 mois et 1 an) which is equivalent to an annual rate of 1.83 deaths per 100,000
- The annual number of postneonatal SIDS deaths (mort subite du nourisson pour des nourissons ages entre 1 mois et 1 an) attributable to PM₁₀ levels higher than 20 µg/m³ was 1.37 which is equivalent to an annual rate of 8.96 SIDS deaths per 100,000 .

- Reducing PM10 daily mean values by 5µg/m³ would prevent 20.83 hospital respiratory admissions of children under 15 year old.
- The annual number of hospital admissions for respiratory causes of children aged less than 15 attributable to PM10 levels higher than 20 µg/m³ was 12.07 which is equivalent to an annual rate of 7.01 deaths per 100,000

Table 5. Potential benefits of reducing PM₁₀ levels. Absolute numbers and rates (per 100 000 children) (95% confidence limits) attributable to the health effects of corrected PM₁₀.

	PM10 reduction	Number of attributable cases per year	Annual rates (per 100.000)
POSTNEONATAL MORTALITY			
	Annual mean levels		
Total	by 5 µg/m ³	0.66 (0.26-0.86)	3.66 (1.70-5.62)
	to 20 µg/m ³	1.80 (0.82-2.83)	11.77 (5.36-18.51)
	to 40 µg/m ³	NA	NA
Respiratory	by 5 µg/m ³	0.09 (0.03-0.14)	0.389 (0.337-0.916)
	to 20 µg/m ³	0.28 (0.13-0.46)	1.83 (0.85- 3.01)
	to 40 µg/m ³	NA	NA
SIDS	by 5 µg/m ³	0.44 (0.26-0.62)	2.88 (1.70-4.05)
	to 20 µg/m ³	1.37 (0.79-1.97)	8.96 (5.17- 12.89)
	to 40 µg/m ³	NA	NA
MORBIDITY			
	Daily levels		
Cough <18 y	by 5 µg/m ³	Not available	Not available
	to 20 µg/m ³	Not available	Not available
	to 50 µg/m ³	Not available	Not available
LRS <18 y	by 5 µg/m ³	Not available	Not available
	to 20 µg/m ³	Not available	Not available
	to 50 µg/m ³	Not available	Not available
Hospital respiratory admissions <15 y	by 5 µg/m ³	20.83 (-4.18-43.62)	12.09 (-2.43-26.32)
	to 20 µg/m ³	12.07 (-2.36-26.89)	7.01 (-1.37-15.03)
	to 50 µg/m ³	1.29 (-0.25-2.79)	0.75 (-0.14-1.62)

4.3.2.3. Impacts sanitaires pour Bruxelles-Capitale du respect des seuils de pollution par l'Ozone

In the Brussels study area, ozone levels, in 2001, are compliant with target value for 2010 (120µg/m³ not to be exceeded on more than 25 days per calendar year averaged over 3 years).

- As far as short-term effects of O₃ in summer are concerned, all other things being equal, each reduction by 10 µg/m³ of the daily maximum 8-hour moving average concentrations would delay 13.91 deaths per year in the general population in the study area, 7.85 from cardiovascular diseases, and 5.97 from respiratory causes. In terms of hospital admissions, this would represent 0.42 respiratory admissions in the adult population and 7.23 in the population over 64 years.
- Each reduction of 10µg/m³ of daily maximum 1-hour would delay 1.19 emergency room visit for asthma of people younger than 18.
- Each reduction by 10µg/m³ of daily maximum 8-hour moving average concentrations would delay 0.42 respiratory hospital admission of people aged between 15 and 64, and 7.23 respiratory hospital admissions of people aged 65 and more.

A small number of deaths (total, cardiovascular and respiratory) are attributable to daily ozone 8-h max levels above 120µg/m³ (respectively 2.58, 1.45 and 1.19). Compliance with long term objectives for ozone and moreover, a reduction of daily 8-hour max levels of ozone by 10µg/m³ would induce large health benefits in terms of mortality (respectively 13.91, 7.85 and 5.97 for total mortality, cardiovascular and respiratory mortality).

Table 6. Potential benefits of reducing ozone daily levels. Absolute numbers and rates (per 100 000 inhabitants) (95% confidence limits) attributable to the health effects of ozone.

	OZONE reduction	Number of attributable cases per year	Annual rates (per 100.000)
MORTALITY			
Daily 8-h max			
Total	by 10 µg/m ³	13.91 (7.63 - 23.33)	1.446 (0.794 – 2.426)
	to 120 µg/m ³	2.52 (1.38 - 4.23)	0.262 (0.143 – 0.498)
Cardiovascular	by 10 µg/m ³	7.85 (3.75 - 12.46)	0.816 (0.390 – 1.295)
	to 120 µg/m ³	1.45 (0.69 - 2.30)	0.1551 (0.0717 – 0.239)
Respiratory	by 10 µg/m ³	5.97 (3.91 - 7.98)	0.621 (0.406 – 0.830)
	to 120 µg/m ³	1.19 (0.78 - 1.59)	0.124 (0.081 - 0.165)
MORBIDITY			
Daily 1-h max			
Emergency room visits for asthma <18 y	by 10 µg/m ³	1.19 (0.69 - 1.70)	0.58 (0.34 - 0.82)
	to 180 µg/m ³	NA	NA
Daily 8-h max			
Hospital respiratory admissions 15-64 y	by 10 µg/m ³	0.42 (-3.75 - 5)	0.009 (-0.083 – 0.11)
	to 120 µg/m ³	0.07 (-0.66 - 0.89)	0.0015 (-0.0147 – 0.0198)
Hospital respiratory admissions > 64 y	by 10 µg/m ³	7.23 (-2.89 - 17.35)	4.5 (-1.8 – 10.8)
	to 120 µg/m ³	1.34 (-0.53 – 3.23)	0.83 (-0.33 – 2.01)

NA: Not applicable if air pollution levels are lower than the scenario level

4.3.2.4. Précautions d'usage

- These findings are based on both health data and environmental data for the year 2001.
- Regarding health data, hospital admission data are extracted by programs that could lead to overestimations. Hospitals are financed based on the monitoring of hospital admissions and the pathologies represented. Each record would be minimalised and increase the number of new admissions for patient who should not have left the hospital. Hence the number of attributable hospital admissions are certainly over-estimated.
- Regarding environmental data, the use of TEOM and of a local correction factor of 1.47 for PM₁₀ overestimates PM₁₀ concentrations compared to other cities where 1.3 correction factor was used. The composition of PM₁₀ and the large clay fraction (up to 60%) should be taken into consideration (Airborne particle dynamics in the Brussels environment, 2002).
- Another indicator of air quality and particulate matter (PM_{2.5}) might reflect in a better way the relation between exposure and health.
- The number of postneonatal death attributable to PM₁₀ levels higher than 20µg/m³ has proven to be highly sensitive to the values used to assess exposure to PM₁₀. This represents a limitation to the use of HIA.

4.3.2.5. Conclusion

The number of attributable cases to ozone and PM₁₀ might seem very small compared to other risk factors. It is important to understand that air quality exposure concerns the total population whether other risk factors might depend on personal preferences or be more easily controlled.

Brussels-Capital being as well a Region with legislative power and an urban area, actions could be taken at a larger level.

Moreover, the proposal has been put at the national environment and health actions plan (NEHAP) in order to ensure access to health data, allow the development of a network of participating cities and the use of the ENHIS methodology to assess air quality policies and eventually transport related policies.

4.3.3. Impact de la pollution atmosphérique sur la santé des enfants¹⁸

L'objectif du projet, principalement axé sur le transport routier, était de favoriser la réalisation d'une évaluation intégrée de l'impact des principaux modes de transport sur la santé :

¹⁸ Les effets du transport sur la santé des enfants ; Vers une évaluation intégrée des coûts et de la prévention" ; Résumé et messages clés ; du Programme paneuropéen Transport, Santé & Environnement

1. en mettant l'accent sur les enfants ;
2. en rassemblant les dernières connaissances sur leurs effets sanitaires ;
3. en identifiant les coûts et avantages ;
4. en soulignant les aspects méthodologiques ;
5. en identifiant les orientations politiques pour traiter les effets du transport sur la santé des enfants.

4.3.3.1. Pollution de l'air : un impact réel sur la santé des enfants

De nombreuses études épidémiologiques ont montré le lien entre la pollution atmosphérique ambiante et la santé des adultes sur la base de différents indicateurs, tels que les matières particulaires (particules exprimées en PM10, PM2.5 ; particules totales en suspension exprimées en PTS ; fumées noires en FN) ou les gaz polluants (dioxyde d'azote [NO₂], dioxyde de soufre [SO₂] et ozone [O₃]).

Bien que peu de travaux aient approfondi les effets de la pollution de l'air sur les enfants européens, leurs résultats suggèrent qu'il existe un lien entre cette pollution qui sévit en Europe et de nombreuses pathologies constatées chez les enfants, notamment les maladies respiratoires. Les jeunes enfants, et plus particulièrement les moins de deux ans et les adolescents, sont plus vulnérables que les adultes aux effets de la pollution atmosphérique car leur métabolisme et leur physiologie sont encore immatures.

Des recherches indiquent que même à des taux relativement faibles, la pollution atmosphérique a un impact sur les enfants qui souffrent d'asthme et d'autres pathologies. Des études l'ont montré : vivre dans un quartier à fort trafic, traversé par des poids lourds notamment, peut induire diverses maladies respiratoires (exacerbation de l'asthme, symptômes respiratoires chroniques, symptômes allergiques, prévalence accrue de la sensibilisation, réduction des fonctions respiratoires).

Plusieurs travaux aboutissent à la même conclusion : une exposition à la pollution atmosphérique pendant la grossesse ou peu après la naissance se traduit par l'augmentation du risque de mortalité pour l'enfant, en particulier la mortalité pour cause respiratoire au cours de la période post-néonatale (1 à 12 mois). Une étude brésilienne suggère un lien positif entre l'exposition à la pollution de l'air et la mortalité respiratoire chez les jeunes enfants (< 5 ans). Aucune étude européenne n'étaye ce résultat sanitaire.

4.4. Les coûts externes des transports

Les coûts de la mobilité ne sont pas compris dans un budget personnel.

4.4.1. Coûts externes totaux du transport routier en Belgique¹⁹

Tableau : Coûts externes totaux pour le transport routier en Belgique pour l'année 1998

TYPE DE COUT	VALEUR (million €)	ETUDE D'ORIGINE
Accidents	876	Henry A. et al (2002)
Infrastructure	1570	Henry A. et al (2002)
Pollution de l'air	1670	Henry A. et al (2002)
Réchauffement du climat	625	Henry A. et al (2002)
Bruit	655	Henry A. et al (2002)
Congestion	1140	INFRAS-IWW (2000)**
Additionnels*	2362	INFRAS-IWW (2000)**
Cout total (million €)	8898	

* autres coûts environnementaux (nature, paysage, etc.) et coûts des procédés en amont et en aval ** les chiffres étant exprimés en EUROS de 1995, il ont été multipliés par 1.04175

Source : Henry A. et R. Godart (2002), INFRAS-IWW (2000) et calculs propres

Le précédent tableau montre que les coûts externes totaux générés par le transport sont assez élevés. Dans notre optique comparative, il convient, toutefois, de retrancher la partie imputable au réchauffement climatique (à savoir les 655 millions €) ainsi que l'entièreté des coûts provenant des procédés en amont et en aval (1878 millions €).

¹⁹ CONVENTION CESE - ELECTRABEL, Analyse socio-économique et environnementale de la question climatique Des engagements internationaux aux actions domestiques: Quelles contraintes et quelles opportunités pour la Belgique ? Rapport Final, Etude réalisée par Kevin MARECHAL et Benoît LUSSIS sous la direction du Dr. Walter HECQ Février 2005

En résumé, pour l'année 1995, le secteur du transport routier a généré des émissions de CO_2 à concurrence de 22.6 Mt46 entraînant des coûts externes annexes (hors contribution au problème du climat) d'une valeur de 365 millions €.

4.4.2. Coûts externes du transport en Région bruxelloise²⁰

4.4.2.1. Impacts liés à la pollution atmosphérique

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.

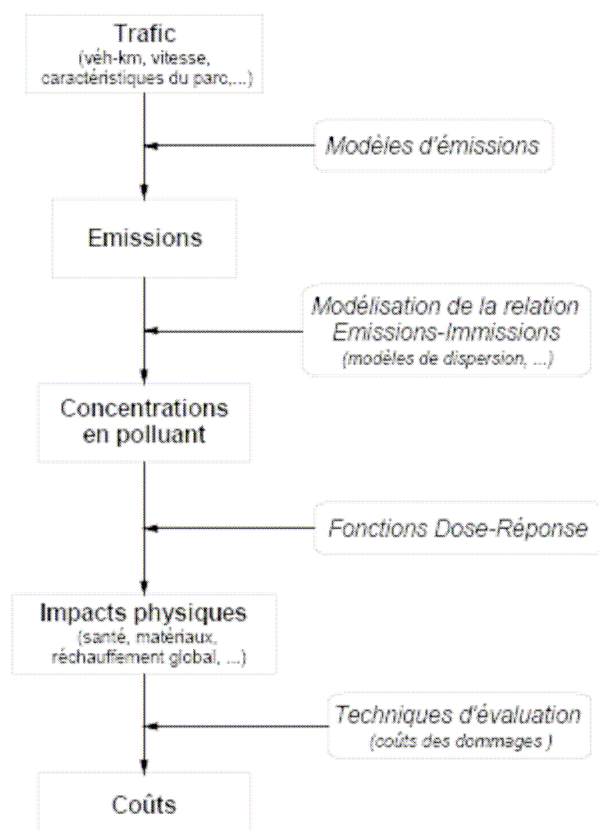


Figure II.2 : Méthode du coût des dommages pour l'évaluation des impacts associés à la pollution atmosphérique.

4.4.2.2. 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, modèle «Bruxelles Air», a été développé pour l'évaluation des coûts externes de la pollution atmosphérique en Région de Bruxelles-Capitale.

²⁰ « Mobilité durable en Région bruxelloise : Partie 2-Analyse des impacts sur l'environnement - Evaluation des externalités physiques et monétaires », Rapport final, CESE, Août 2001

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.

Tableau II.2 : Coûts externes associés aux impacts locaux de la pollution atmosphérique d'origine automobile en Région de Bruxelles-Capitale pour l'année 1998.

1998 Catégories d'impacts	Coûts externes totaux	
	[M€]	[%]
Santé		
Particules (PM2.5)		
Mortalité - YOLL	651,36	73,9
Morbidité (Asthmatiques)	6,06	0,7
Morbidité (Personnes âgées)	0,61	0,1
Morbidité (Enfants)	3,57	0,4
Morbidité (Adultes)	136,22	15,5
Morbidité (Population entière)	1,36	0,2
Cancers	10,85	1,2
Sous-total pour PM2.5	810,04	91,9
SO₂		
Mortalité aigüe - YOLL	1,33	0,2
Morbidité (Population entière)	0,04	0,0
Sous-total pour SO₂	1,37	0,2
CO		
Morbidité (Personnes âgées)	0,003	0,0
Sous-total pour CO	0,003	0,0
TOTAL-Santé	811,41	92,0
Bâtiments		
Fumées Noires (Salissures)	68,67	7,8
SO ₂ (Attaque acide)	1,47	0,2
TOTAL-Bâtiments	70,15	8,0
TOTAL- Impacts locaux	881,55	100,0

4.4.2.3. 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'École Polytechnique Fédérale de Lausanne a été utilisé.

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%.

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.

4.4.2.4. Evaluation des dommages associés au réchauffement climatique

Sur base des émissions de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄ et N₂O) 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.

4.4.2.5. Coûts externes associés au bruit du trafic routier

La méthode d'évaluation contingente 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).

TENDANCES DU SECTEUR DES TRANSPORTS

Les tendances relatives aux activités de transports sont extrêmement préoccupantes.

1. Evolution des données transport dans le monde²¹

Selon ces dernières, l'évolution des transports routiers sur la période 1990-2030 dans la majorité des pays de l'OCDE sera caractérisée par les paramètres suivants :

Tableau : Hausse prévue des indicateurs de transports routiers de 1990 à 2030 (en %)

	Véhicules légers	Véhicules lourds	Tous véhicules
Pays de l'OCDE			
Nombre de véhicules	73	94	74
Km parcourus	76	100	79
Consommation de carburants	-8	97	18
Pays non membres de l'OCDE			
Nombre de véhicules	305	300	305
Km parcourus	318	288	312
Consommation de carburants	136	289	206
Tous pays			
Nombre de véhicules	137	190	140
Km parcourus	137	192	144
Consommation de carburants	25	181	73

Source : OCDE, 1996

Si l'on s'en réfère à ces projections, qualifiées par l'OCDE de « prudentes », tous les indicateurs liés à l'utilisation de véhicules et de carburants vont augmenter, excepté la consommation de carburant par les véhicules légers dans les pays de l'OCDE. Cette croissance sera davantage marquée au niveau du transport de marchandises.

A l'échelle mondiale, le transport aérien devrait connaître la plus forte croissance suivi par les transports routiers (+140% de véhicules, + 144% de distances parcourues et +73% de consommation de carburants).

2. Evolution des données du transport en Europe

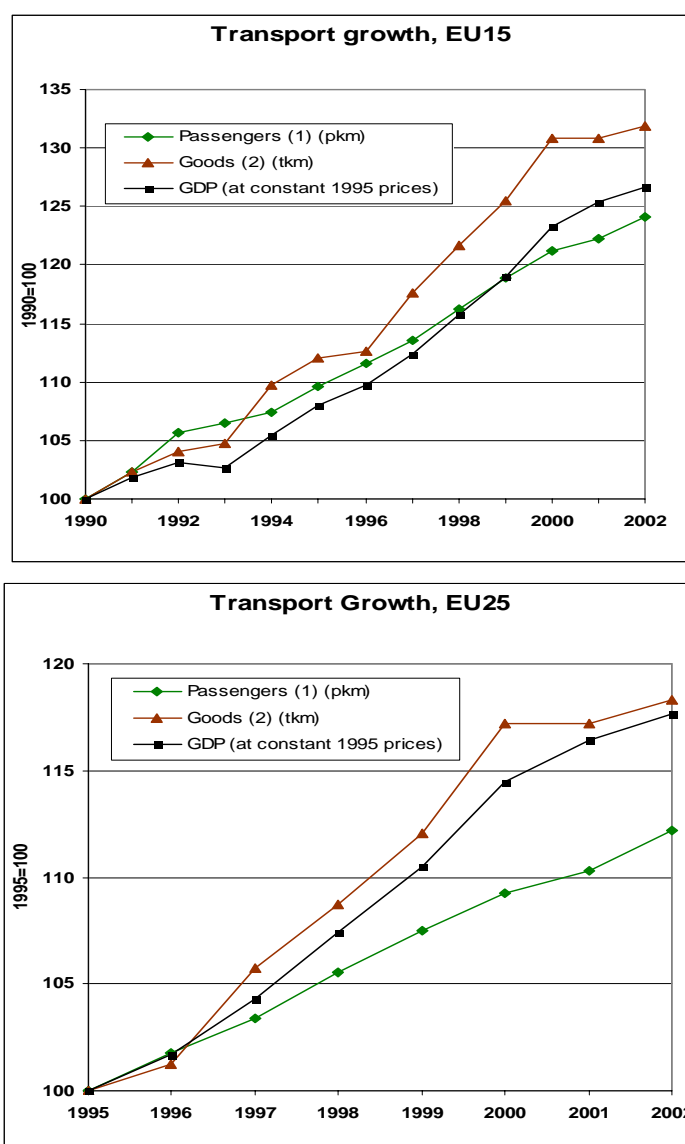
En Europe²², les données du transport sont les suivantes.

Throughout the period 1990 to 2002 both freight and passenger transport have continued to grow strongly. Growth in freight transport up till recently has been exceeding both growth in GDP and industrial production, whilst growth in passenger transport, from the late 1990's onwards, has grown more slowly relative to GDP. This is particularly important as the transport sector is now the largest consumer of energy within the EU-25 (and this consumption has grown steadily from 1990 to 2002) and any attempt to limit future greenhouse gas emissions will need to address this sector. There appears to be a trend for decoupling of passenger transport growth from GDP (Figure below) but more data are needed to confirm this trend.

²¹ Source : *Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles*

²² Source : 4^{ème} Communication Nationale de l'Union européenne à la CNUCC

Figure : Transport growth in the EU-15 and EU-25



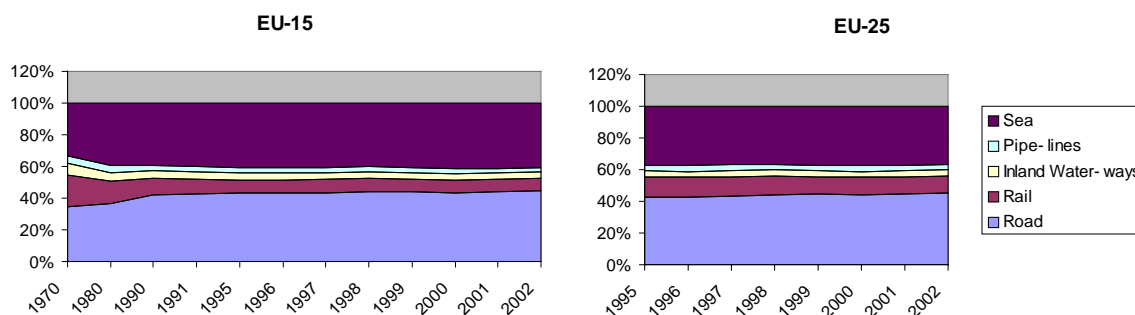
Source: DG Transport and Energy, EUROSTAT;

Note: (1) = passenger cars, buses & coaches, tram metro, railways, air. (2) = road, rail, inland waterways, pipelines, sea (intra-EU + domestic)

2.1. Freight transport

Total freight transport in 2002 in the EU-15 was approximately 3076 Gtkm (3412 Gtkm in the EU-25, however no data are available on NMS sea freight transport), equivalent to a 32% increase since 1990. Road freight transport is the largest sector, accounting for 45% of the total freight transport in 2002 in the EU-15. Sea freight transport (both domestic and intra-EU) accounted for 41% in the same year. However, whilst the shares of pipeline, sea and inland waterway transport have remained fairly constant from 1990 to 2002 in the EU-15, the share of rail freight transport has declined relative to road freight transport (the situation is the same throughout the EU-25). This has implications for freight energy consumption, as rail transport is in general more energy efficient than road transport.

Figure : Relative share in goods transport by mode (%)



Source : DG Transport and Energy, EUROSTAT

Note : Sea transport is domestic plus intra-EU-15, no data is available for NMS sea freight transport

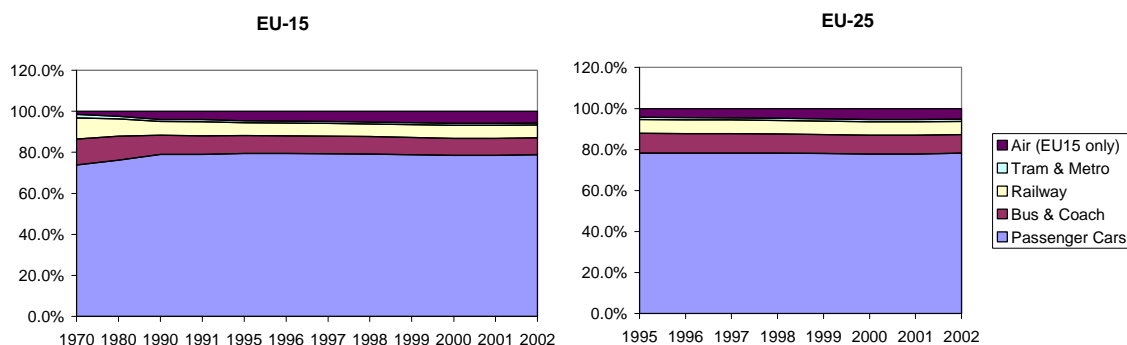
There are considerable differences between Member States, with the percentage of rail freight in the NMS higher than in the EU-15, although even in the NMS the trend is moving towards road freight transport.

2.2. Passenger transport

Passenger transport has also increased substantially (24% growth from 1990-2002 in the EU-15) amounting to 4927 billion passenger kilometers in 2002 in the EU-15 with tourism and leisure traffic an important driving force behind this development, particularly for air transport.

Passenger cars remain the dominant mode of transport accounting for 79% of all transport miles in the EU-15 in 2002. The most rapid growth has been seen in air transport (a 78% increase from 1990 to 2002 in pkm with the modal share increasing from 4% to 5.7%). This poses particular difficulties for emissions reduction in the transport sector due to the high carbon intensity of air travel relative to other modes.

Figure : Relative share in passenger transport by mode (%)



Source: DG Transport and Energy, EUROSTAT

Note: Air transport is domestic plus intra-EU-15 travel, no data is available for air transport in NMS

Car ownership varies throughout the Member States, from 247 per 1000 inhabitants in Slovakia in 2002 to 542 in Denmark in the same year. All Member States have seen a substantial rise in vehicle ownership from 1990 to 2002, with the highest rate increases in the NMS²³.

The NMS have a higher share of public transport compared to the EU-15. The highest level in 2002 was 38.8% (of all pkm travelled) in Hungary and the lowest 12.9%, in the UK²⁴.

²³ Estimates made by DG Transport and Energy

²⁴ Estimates made by DG Transport and Energy

3. Evolution des données transports en Belgique et à Bruxelles²⁵

3.1. Parc des véhicules en Région de Bruxelles-Capitale

3.1.1. Importance quantitative

3.1.1.1. Situation en août 2004

En 2004, le parc belge de véhicules à moteur compte 6.071.825 véhicules, dont 9,7 % sont immatriculés dans la Région de Bruxelles-Capitale.

a) Voitures de tourisme

En Région bruxelloise, le parc de véhicules à moteur se compose à 83% de voitures de tourisme (contre 80 % pour la Belgique). On y dénombre 49 voitures pour 100 habitants, ce qui représente une densité légèrement supérieure à la moyenne belge (47 voitures pour 100 habitants) (données 2004).

b) Voitures de société

En 2005, 48% des voitures neuves vendues sur le marché belge étaient des voitures de société. C'était à peine 30% au début des années 90 et 46% en 2004.

Sur les 480.088 voitures neuves immatriculées en 2005, 230.793 l'ont été au nom d'une firme. On y retrouve 111.468 voitures en leasing (48%), 94.061 autos achetées par une firme (41%) et 25.264 par des indépendants (11%).

Le succès des voitures de société s'explique quasi uniquement par les conditions fiscales. La voiture de société est devenue en quelques années un moyen simple de rémunérer un employé, en évitant la fiscalité directe sur le salaire. Avec une carte essence, un fiscaliste interrogé estime à environ 500 euros par mois l'avantage d'un employé qui roule en voiture de société (achat, taxes, assurances, garage, essence,...).

La distance moyenne parcourue est significativement plus importante (28 km) pour ceux qui emploient une voiture de société pour se rendre au travail, en comparaison de ceux qui utilisent leur voiture personnelle (17 km).

c) Autres véhicules

Proportionnellement, la Région compte plus d'autobus et autocars (pour le transport public et privé) que le reste de la Belgique, à savoir 0,4 % du parc de véhicules (Belgique 0,25 %).

Les véhicules utilitaires constituent respectivement 14 et 13% des parcs belges et bruxellois et sont constitués en majorité de véhicules utilitaires légers (55% pour la Belgique et 76% pour la Région bruxelloise).

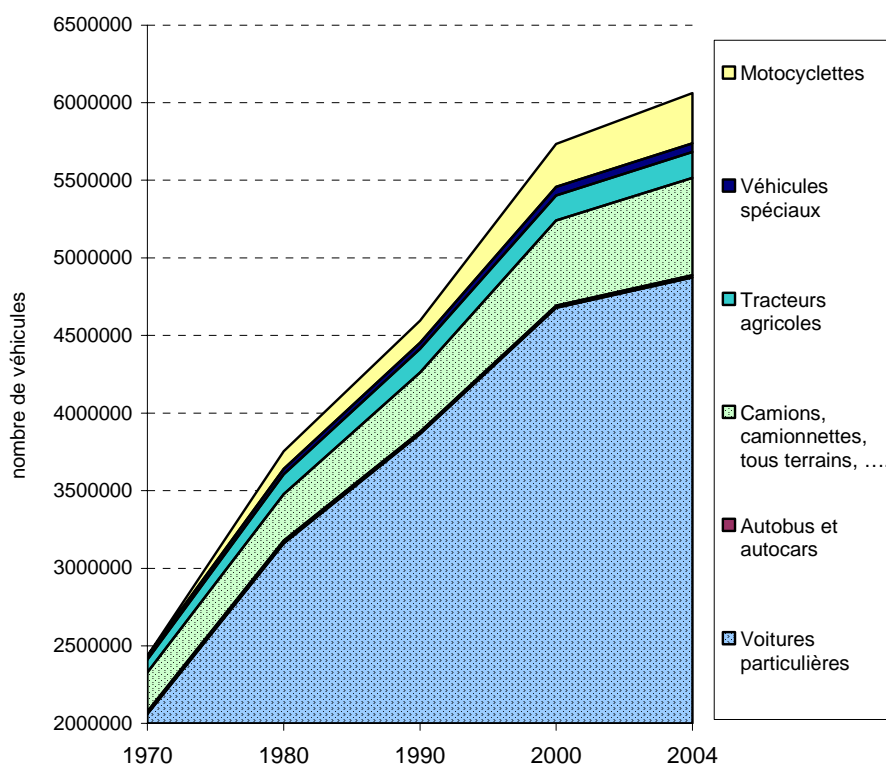
Par contre, en ce qui concerne le nombre relatif de motocyclettes (c'est-à-dire les véhicules d'au moins 50 cc), la Région bruxelloise est largement en-dessous de la moyenne nationale. Seulement 3,7 % du parc de véhicules à moteur se compose de motos, contre 5,5 % pour l'ensemble du pays. En 2004, le parc bruxellois de motos était également très vieux : 34% ont été immatriculées avant 1988, contre 28% au niveau belge. Les cyclomoteurs (< 50 cc) ne figurent pas dans les statistiques de l'INS mais leur nombre a été évalué à 20.000 - 25.000 dans la Région.

3.1.1.2. Evolution du parc de véhicules depuis 1970

Entre 1970 et 2004, le parc belge de véhicules à moteur a pratiquement doublé passant de 3.099.608 à 6.071.825 véhicules alors que durant la même période, la population a augmenté de quelques pour cent à peine. La figure suivante illustre cette évolution, ventilée par catégories de véhicule.

²⁵ fiche 26. Parc de véhicules privés et bruit, dpt Données et Plans, 2006

Figure : L'évolution du parc belge de véhicules à moteur selon la catégorie (INS 2005)



En Région bruxelloise, le parc a également fortement progressé puisqu'il est passé de 371.304 véhicules en 1974 à 587.622 en 2004. Néanmoins, depuis 2001, le parc de véhicules immatriculés en Région bruxelloise tend à diminuer contrairement à ce que l'on observe dans les deux autres régions. Cette réduction concerne tous les types de véhicules (-2,3% pour les voitures, -5% pour les camions et camionnettes), excepté les motos (+12% entre 2001 et 2004). Une étude serait cependant nécessaire pour déterminer les facteurs à l'origine de cette tendance constatée au niveau statistique.

Par ailleurs, on observe ces dernières années, une diminution de la part des voitures privées au profit des véhicules utilitaires et des motos et ce, tant au niveau national que régional.

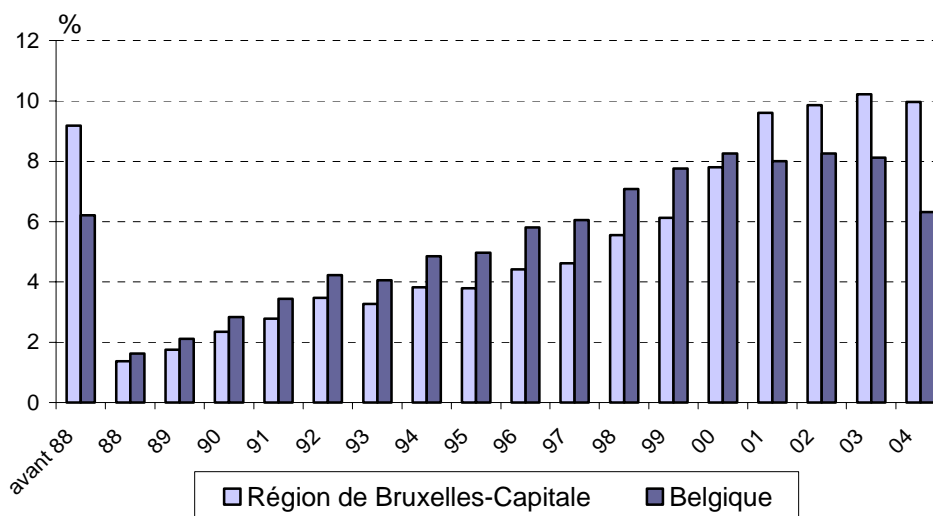
3.1.2. Caractéristiques structurelles du parc de véhicules

3.1.2.1. Voitures privées

a) Age moyen du parc

Le parc de voitures belge vieillit : l'âge moyen est ainsi passé de 4 ans en 1980, à 6 ans en 1990 et 7 ans et 9 mois en 2004.

Figure : Parc belge et bruxellois de voitures de tourisme selon l'année de première mise en circulation (INS 2005)



Comparativement au parc belge, le parc bruxellois de voitures comprend à la fois une plus grande part de voitures anciennes (avant 1988) mais également une proportion plus élevée de voitures récentes (2001 à 2004). Ceci peut s'expliquer par la présence de fortes différences de catégories sociales en Région bruxelloise mais aussi par le fait que de nombreuses sociétés de leasing, immatriculants uniquement des voitures neuves, sont établies dans la Région.

Selon les normes sonores de l'approbation type CE, cela signifie que pour le parc immatriculé en Région de Bruxelles-Capitale :

- 72,0 % des voitures tombent sous la dernière norme de 74 dB(A) (Belgique 70,6 %) ;
- 18,8 % sous la norme de 77 dB(A) (Belgique 23,2 %) ;
- 9,2 % sous la norme de 80 dB(A) ou 82 dB(A) (Belgique 6,2 %) ;

b) Type de carburant

Le parc de voitures équipées d'un moteur diesel connaît une progression constante passant, à l'échelle nationale, de 12% en 1983 à 26% en 1990, 32% en 1995, 40% en 2000, 47% en 2004.

Au niveau bruxellois, 43% du parc automobile est constitué de voitures diesel.

c) Puissance des véhicules

On assiste à une tendance manifeste à augmenter la puissance des moteurs : en 1998, 24,5% des voitures immatriculées en Belgique avaient une cylindrée comprise entre 1000 et 1399 cc ; en 2002, ce pourcentage s'est réduit à 21,1%.

Pratiquement les mêmes pourcentages sont observés pour les cylindrées comprises entre 1400 et 1699 cc. Par contre, les cylindrées de 1700 à 2099 sont passées de 38% à 44,3% au cours de la même période. Au-delà de cette cylindrée, les parts sont restées relativement constantes au cours de ces dernières années.

d) Poids des véhicules

Par ailleurs, la masse des véhicules ne cesse d'augmenter depuis 1984, 15 kg/an en moyenne, en raison de l'amélioration de la sécurité et du confort des véhicules mais aussi de l'installation de dispositifs anti-pollution.

3.1.2.2. Véhicules destinés au transport de marchandises

Les véhicules destinés au transport de marchandises connaissent depuis une quinzaine d'années une croissance plus importante que le reste du parc de véhicules à moteur. Les véhicules diesel représentent la majeure partie du parc de camions et camionnettes. Leur part, en Belgique, était de 56% en 1983, 72% en 1990 et 91% en 2004. Au niveau régional, le parc de camions et camionnettes est constitué de 89% de véhicules diesel.

Dans ce groupe également, on constate un vieillissement des véhicules et une augmentation de leur puissance.

3.2. Evolution de la circulation

Les données de l'Institut National de Statistiques informent sur la composition du parc selon le lieu d'immatriculation mais ne reflètent en rien l'ampleur et la composition du trafic au sein de la Région de Bruxelles-Capitale par rapport au reste de la Belgique. Tous les véhicules ne sont en effet pas utilisés avec la même intensité et, par ailleurs, la Région est caractérisée par le fait que le trafic se compose en grande partie de véhicules provenant d'autres régions (notamment trafic des navetteurs).

3.2.1. Kilomètres par véhicule

Depuis 2003, le Service Public Fédéral « Mobilité et Transport » publie le relevé des kilométrages annuels parcourus par les véhicules belges, selon l'âge et le type (relevés des centres de contrôle techniques belges effectués depuis 1999). Selon ces données, une voiture diesel et une voiture LPG parcourent en moyenne respectivement 180% et 163% du kilométrage moyen d'une voiture à essence. Ces statistiques font par ailleurs apparaître que le kilométrage annuel moyen parcouru par les voitures diminue avec l'âge du véhicule. Par exemple, les voitures de 20 ans parcourent moins de 30% du kilométrage annuel que parcourent les véhicules les plus récents.

Toujours selon cette même source, les bus et cars parcourent en moyenne près de 4 fois plus de kilomètres qu'une voiture à essence. Ce rapport est de l'ordre de 3,3 en ce qui concerne les camions diesel.

3.2.2. Parc de voitures circulant en Région de Bruxelles-Capitale

Le parc de voitures circulant en Région bruxelloise est, en majorité, constitué, d'une part, de voitures des habitants de la Région et, d'autre part, de voitures des navetteurs réguliers. Ce sont les déplacements de ce parc « fictif » qui sont à la base des émissions atmosphériques et sonores générées par le trafic automobile en Région bruxelloise.

3.2.2.1. Trafic en provenance de l'extérieur de la Région de Bruxelles-Capitale

L'origine ainsi que le type de carburant des voitures de navetteurs ont été estimés sur base de données établies dans le cadre de l'élaboration du premier plan de déplacement bruxellois ainsi que de données INS sur la composition du parc (ICEDD 2004).

Tableau : Estimation de l'origine (stratec 1993) et type de carburant des voitures des navetteurs (INS 2003)

Nombre de voitures entrantes en Région bruxelloise : 176.100				
Origine	% origine	% essence	% diesel	% LPG
Brabant flamand	43	51	48	0,9
Région flamande hors Brabant flamand	28	53	45	1,7
Brabant wallon	13	62	36	1,4
Région wallonne hors Brabant wallon	16	56	40	4,5
Total des véhicules	100%	95.232	77.720	3.148

Le nombre de voitures entrantes en Région bruxelloise a été évalué sur base d'une extrapolation linéaire de données se rapportant aux années 1990 (152.000 voitures de navetteurs) et 1997 (165.000).

3.2.2.2. Parc « fictif » des voitures en Région de Bruxelles-Capitale par type de carburant

La caractérisation du parc des voitures de navetteurs, d'une part, et des voitures des Bruxellois, d'autre part, permet d'estimer la composition, en terme de carburant utilisé, des voitures circulant en Région bruxelloise.

Tableau : Parc « fictif » des voitures circulant en Région bruxelloise par type de carburant (2003)

Parc de voitures particulières	Bruxellois	Navetteurs	TOTAL	%
Essence	277228	95232	372460	56
Diesel	210982	77720	288702	43
LPG	3382	3148	6530	1
Total	491592	176100	667692	100

3.2.3. Evolution du trafic en RBC

Entre 1990 et 2003, l'augmentation du trafic total en Région de Bruxelles-Capitale, calculée par le Service Public Fédéral Mobilité et Transports (SPF MT), a été de 15,4%. En 2003, pour la première fois, le trafic a légèrement diminué en Région bruxelloise. La croissance du trafic se poursuit cependant dans les deux autres Régions du pays.

Tableau : Evolution du trafic en Région de Bruxelles-Capitale (SPF MT)

	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003
Mrd de véhicules-km	2,38	2,73	2,91	3,1	3,14	3,18	3,15
Indice 1990 = 100	87,2	100	106,6	113,6	115	116,5	115,4

Selon cette même source, le trafic bruxellois se répartit pour 13% sur le réseau autoroutier, 55% sur le réseau régional (non autoroutier) et 32% sur le réseau communal.

Le SPF MT effectue des comptages de la part des différents type de véhicules dans le trafic total.

Tableau : Evolution de la répartition du trafic par type de véhicule en Région de Bruxelles-Capitale (ICEDD 2004 sur base de données SPF MT)

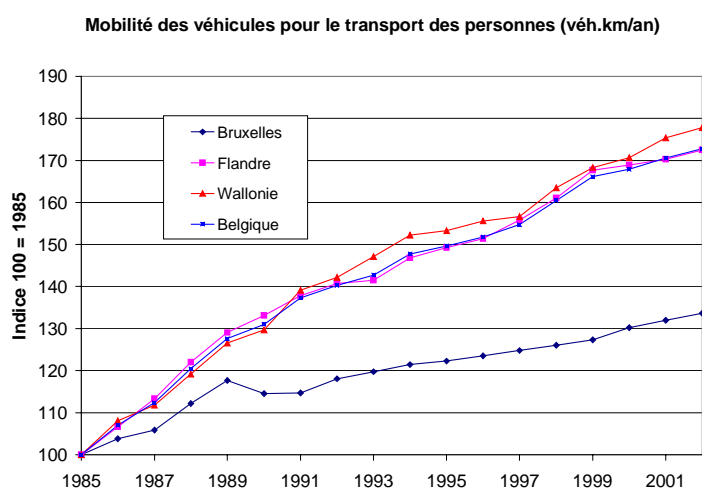
Type de véhicule	1990	1995	2000	2001	2002
% trafic voitures	86.5	85.7	85.7	85.7	85.7
% camionnettes	3.5	5.5	6.4	6.4	6.4
% trafic camions	3.5	3.4	3.0	3.0	3.0
% trafic >16t	5.25	3.0	2.7	2.7	2.7
% Bus	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8
% moto	0.5	1.4	1.4	1.4	1.4

Au niveau national, en 2002, la répartition du trafic estimée sur base des comptages était de 84,1% pour les voitures, 14,4% pour les véhicules utilitaires, 0,7 pour les bus et 1,1% pour les motos.

3.2.4. Comparaison de l'évolution du trafic en RBC avec les autres Régions

On constate que la croissance de la mobilité des personnes est plus lente à Bruxelles qu'en Flandre et en Wallonie, comme le montre la figure ci-après.

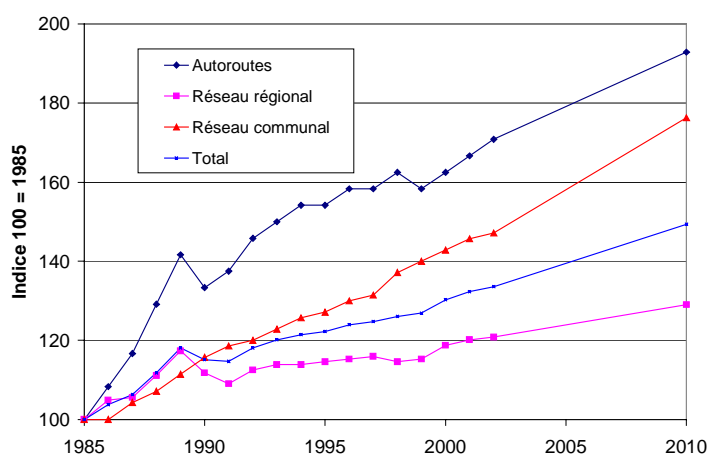
Si en Belgique, elle a augmenté de l'ordre de 2,1% par an sur les 10 dernières années, elle n'a cru que de 1,2% par an à Bruxelles²⁶.



Par contre, on constate que la mobilité des personnes à Bruxelles évolue de manière très différente selon le type de route. Elle augmente fortement sur les tronçons autoroutiers et sur le réseau communal et beaucoup moins fortement sur le réseau régional. Aussi, pour établir des perspectives à l'horizon 2010, nous avons examiné séparément l'évolution probable de la mobilité sur chaque réseau.

²⁶ Econotec, Scénario BAU 2010 des émissions de GES en RBC, décembre 2003

Mobilité des personnes en Région de Bruxelles-Capitale (véh.km/an)



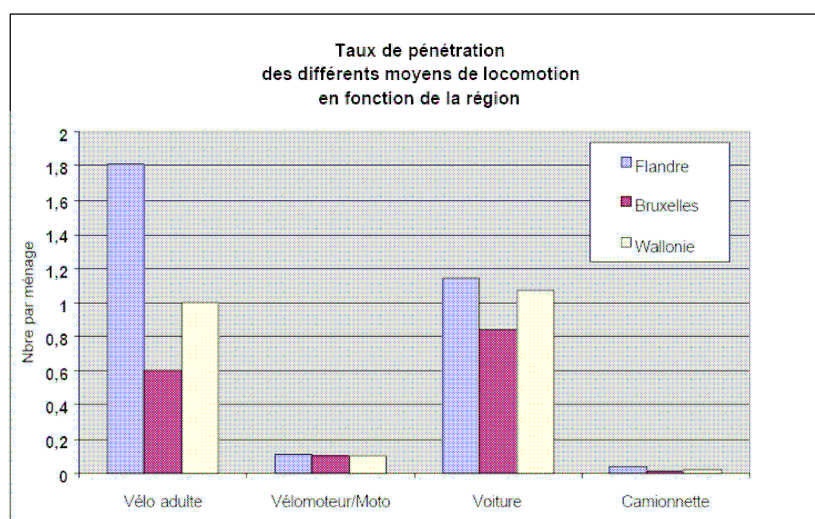
3.2.5. Modélisation de l'évolution du trafic à long terme

For historical years, data correspond with national statistics. An extrapolation of the last 5 years (1999-2003) has been carried out for the 3 regions²⁷. This results in a continuous growth in the Brussels and Walloon region and some saturation for the Flemish region. Table below gives the transport volumes (in billion vehicle kilometres).

Region	2000	2005	2010	2015	2020
Flanders	51.8	53.9	56.7	58.7	60.8
Walloon Region	35.2	38.5	41.6	44.8	48.0
Brussels Capital Region	3.1	3.3	3.4	3.6	3.8
Belgium	90.1	95.7	101.7	107.1	112.6

4. Comprendre les choix de mobilité : données mobilité des ménages 2001 en Belgique et à Bruxelles²⁸

4.1. Nombre et types de véhicules



Les taux de pénétrations des vélos et des voitures varient fortement suivant les régions. Ainsi, si chaque ménage flamand détient en moyenne 1.8 vélos, les Bruxellois eux n'en possèdent que 0.6.

²⁷ Rapportage de la Belgique du 15 juin 2005 dans le cadre de la Décision 280/2004/CE "Monitoring Mechanism"

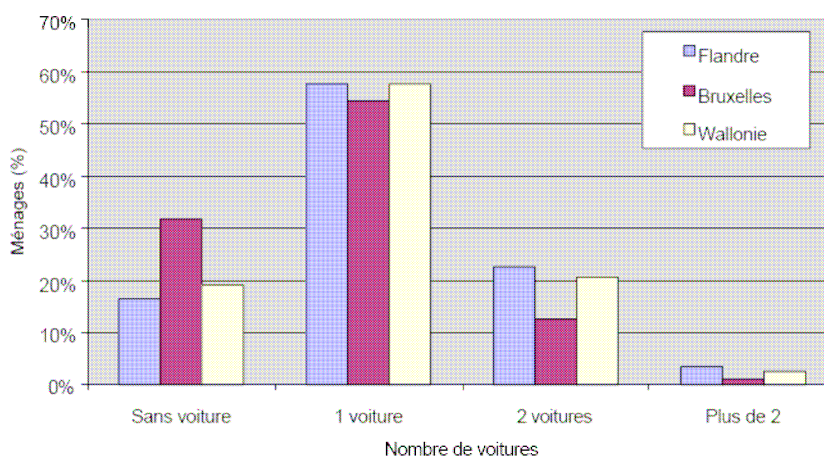
²⁸ Source : Enquête nationale sur la mobilité des ménages ; Réalisation et résultats ; RAPPORT FINAL ; Avril 2001 ; Plan d'appui scientifique à une politique de développement durable ; SSTC - Programme « mobilité durable »

En Flandre et en Wallonie, le taux de pénétration des voitures est supérieur à 1 alors qu'il n'est « que » de 0.8 à Bruxelles (1.09 en moyenne pour la Belgique).

Les taux de pénétration des vélomoteurs/motos et des camionnettes sont quant à eux beaucoup plus modestes puisqu'ils sont respectivement pour la Belgique de 0.1 et 0.03.

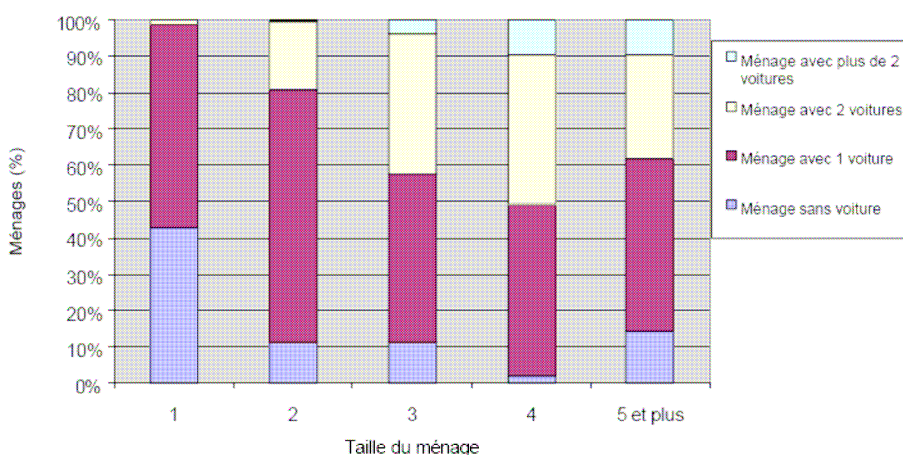
4.1.1. Nombre de voitures

Nombre de voitures détenus par les ménages
en fonction de la région

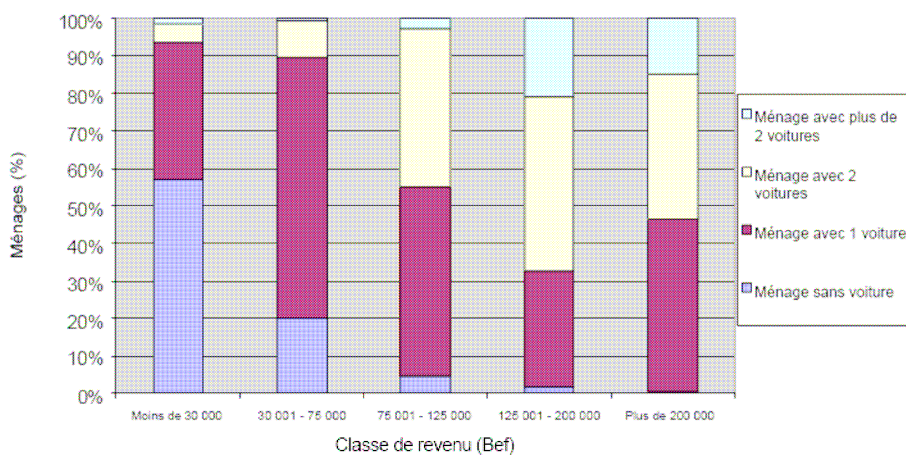


La majorité de ménages belges (57%) possèdent 1 voiture, 21% en possèdent 2 tandis que 19% n'en possèdent pas. Bruxelles se distingue fortement des deux autres régions avec une proportion de ménages sans voiture beaucoup plus importante (32%), mais aussi proportionnellement moins de ménages possédant 2 voitures (13%). Les différences entre les régions sont par contre peu marquées pour les ménages possédant une voiture.

Nombre de voitures détenues par les ménages
en fonction de la taille du ménage

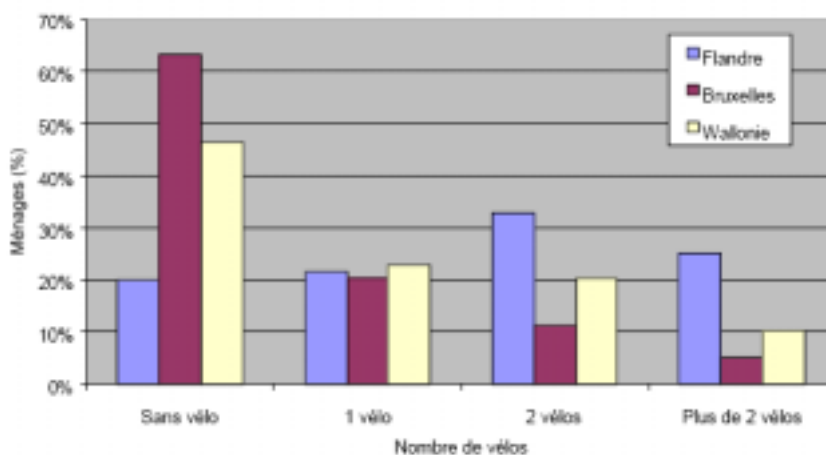


Nombre de voitures détenues par les ménages en fonction du revenu du ménage



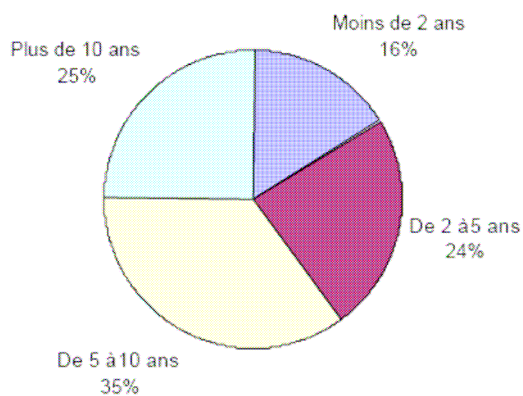
4.1.2. Nombres de vélos

Nombre de vélos adultes détenus par les ménages en fonction de la région



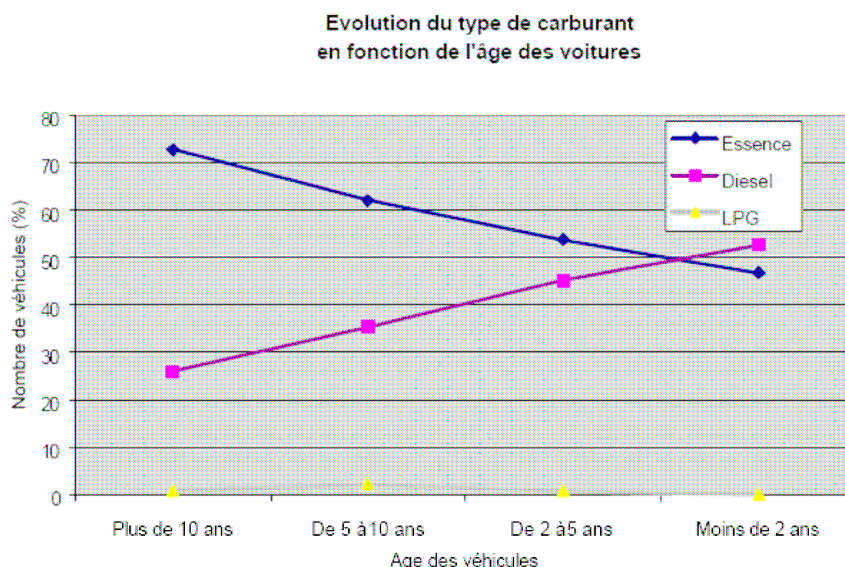
4.1.3. Ages des voitures

Répartition des voitures détenues par les ménage en fonction de leur âge



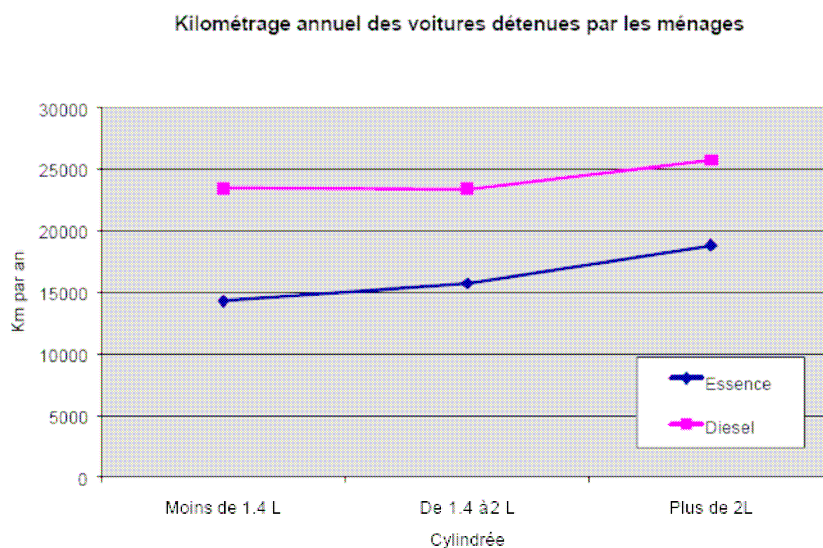
Si 16 % des voitures détenues par les ménages ont moins de 2 ans, 25 % ont plus de 10 ans. Ces chiffres sont notamment à mettre en parallèle avec les réglementations européennes sur les émissions atmosphériques telle que l'obligation depuis le premier janvier 1993 de disposer d'un pot catalytique. Ceci signifie par exemple qu'actuellement au moins une voiture sur quatre ne dispose toujours pas de catalyseur.

4.1.4. Type de carburant



La majorité des voitures détenues par les ménages roulent à l'essence sans plomb et 11% roulent à l'essence avec plomb. Rappelons que depuis le 1^{er} janvier 2000, l'essence plombée a été retirée de la vente. Le diesel représente 38% et le LPG est extrêmement marginal puisqu'il ne représente que 1% des voitures détenues par les ménages.

4.1.5. Kilométrage annuel

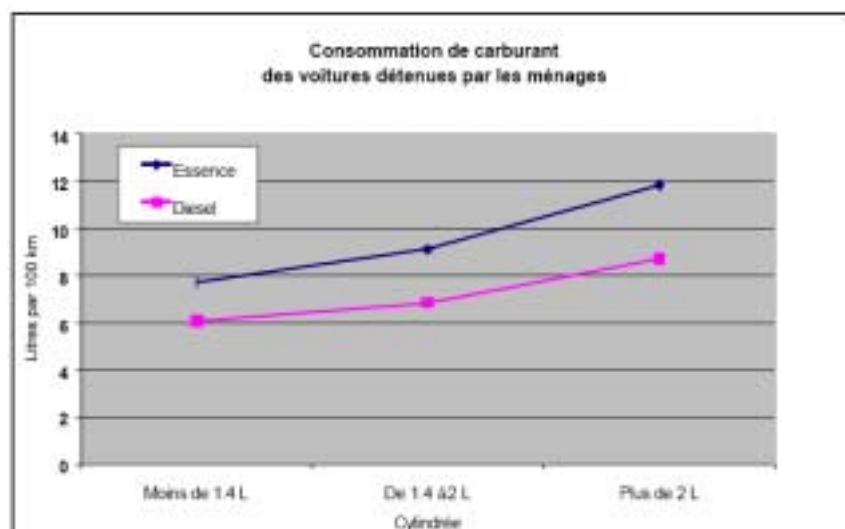


En moyenne, les voitures détenues par les ménages belges parcourent annuellement 18 154 km. Typiquement les voitures diesel parcourent des kilométrages beaucoup plus importants que les voitures essence, entre 23 000 et 26 000 km par an pour le diesel et entre 14 000 et 18 000 km pour l'essence. De même, les voitures de plus grosses cylindrées parcourent plus de kilomètres. Cette tendance est plus marquée pour l'essence que pour le diesel.

4.1.6. Consommation de carburant

Age de la voiture	Essence	Diesel
Plus de 10 ans	9.05	7.08
De 5 à 10 ans	8.5	7.36
De 2 à 5 ans	8.25	7.3
Moins de 2 ans	9.02	6.9

IV.2 : Consommation moyenne des voitures détenues par les ménages (L/100Km)



En moyenne, les voitures diesel consomment 7,15 L au 100 Km tandis que les voitures essence consomment 8,6 L. Cette consommation varie très peu en fonction de l'âge des véhicules même si la tendance est à la baisse. Par contre, et comme l'on pouvait s'y attendre, elle varie fortement en fonction de la cylindrée. Ceci est d'autant plus vrai pour les voitures essence que pour les voitures diesel.

4.2. Fréquence d'utilisation des divers moyens de transport

Vervoermiddel	Minstens 5 dagen per week	1 tot enkele dagen per week	1 tot enkele dagen per maand	1 tot enkele dagen per jaar	Bijna nooit	Totaal
Fiets	12.8	14.9	13.5	15.7	41.7	100 %
Bromfiets/motorfiets	1.4	1.9	1.5	1.7	92.0	100 %
Trein	3.1	2.3	4.8	29.1	60.7	100 %
Bus	6.1	6.0	9.1	20.3	58.6	100 %
Tram	1.9	3.4	4.0	9.3	81.3	100 %
Metro	1.9	2.3	3.7	10.6	81.4	100 %
OV (bus-tram-metro)	7.8	6.7	9.5	22.5	52.1	100 %
Taxi	0.1	0.4	1.8	9.8	87.9	100 %
Auto – bestuurder	40.6	16.9	3.0	0.8	38.7	100 %
Auto – passagier	15.3	30.6	18.5	11.4	24.2	100 %
Vliegtuig	0.2	0.3	0.8	25.1	73.8	100 %

Sans surprise, c'est la voiture qui, en général, est le moyen de transport le plus utilisé : 40 % l'emploient tous les jours (52 % si nous ajoutons les passagers).

Les personnes actives, celles ayant une scolarité plus élevée et celles aux revenus plus importants utilisent davantage encore la voiture..

En ce qui concerne l'utilisation des transports publics, la distance entre le domicile et l'arrêt le plus proche joue un certain rôle. Dans la région bruxelloise, en particulier, le transport public a un certain impact sur la mobilité.

Le train, quant à lui, jouit d'une certaine popularité auprès des jeunes adultes.

4.2.1. Utilisation des Transports Publics

Bus, tram en metro zijn succesrijkst bij jongeren en jongvolwassenen en bij lagergediplomeerden.

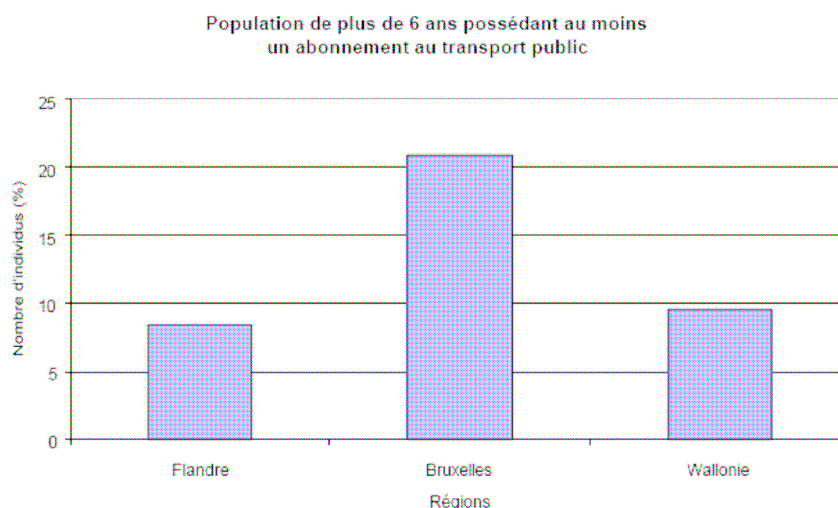
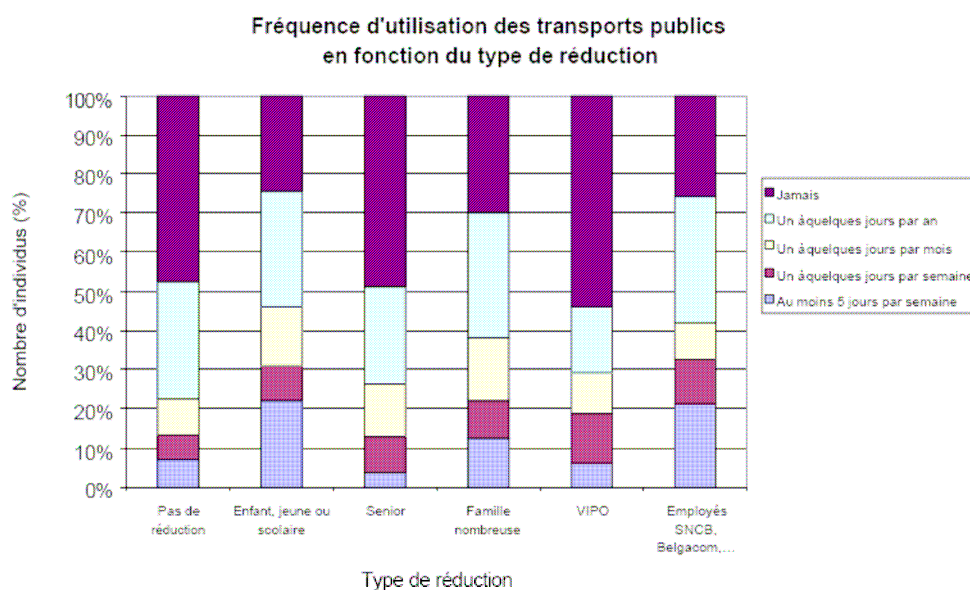
De nabijheid van een opstappunt speelt ongetwijfeld ook een rol (zie volgend hoofdstuk). Dit weerspiegelt zich ook in de vaststelling dat afgelegen wonenden significant minder de bus (& tram, metro) nemen dan centraal wonenden.

Ook zien we dat het OV veel vaker gebruikt wordt in de Brusselse regio.

Kenm.	Freq bus/tram/metro:	Dage-lijks	>1x per week	>1x per maand	>1x per jaar	Quasi nooit	Totaal
Gesl.	Man	7.2	5.7	7.7	22.8	56.7	100.0
	Vrouw	8.4	7.9	11.5	23.2	49.1	100.0
Leeftijd	6-12	8.3	6.4	9.2	26.7	49.3	100.0
	13-18	24.4	9.1	17.8	18.9	29.9	100.0
	19-24	20.2	10.1	8.5	25.3	35.9	100.0
	25-49	5.6	6.4	7.2	25.1	55.6	100.0
	50-64	3.2	5.3	8.8	23.7	59.0	100.0
	65+	3.8	7.4	12.4	15.8	60.5	100.0
Diploma	Geen	6.1	7.0	9.7	20.5	56.7	100.0
	Lager	13.2	5.9	12.8	19.3	48.7	100.0
	Secund.	7.5	6.6	9.7	20.6	55.7	100.0
	HOB	6.0	6.5	7.9	29.8	49.7	100.0
	Univ.	7.8	10.0	8.2	31.8	42.1	100.0
Inkomen gezin	<30000	8.7	12.4	11.2	14.8	52.9	100.0
	-75000	7.7	6.8	10.9	18.8	55.8	100.0
	-125000	7.2	6.1	8.4	28.1	50.2	100.0
	-200000	11.1	6.6	9.0	28.2	45.2	100.0
	>200000	4.5	7.6	9.3	25.9	52.7	100.0
Statuut	Werk	6.6	5.0	6.0	26.4	56.1	100.0
	School	19.3	8.6	13.5	23.0	35.6	100.0
	Thuis	2.6	10.0	12.0	18.3	57.2	100.0
	Pensioen	2.9	6.6	11.8	18.7	60.0	100.0
Woning	Centraal	8.5	8.6	12.3	22.5	48.0	100.0
	Perifeer	7.4	5.3	4.2	16.7	66.3	100.0
	Tussenin	7.1	4.8	7.0	24.5	56.6	100.0
Regio	VLA	5.8	5.0	9.5	23.7	55.9	100.0
	BRU	22.7	17.8	18.4	22.9	18.3	100.0
	WAL	7.1	6.7	7.2	21.4	57.7	100.0
Totaal		7.8	6.7	9.5	22.5	52.1	100.0

4.2.1.1. Lien entre l'utilisation des transports publics en fonction du type de réduction tarifaire

Dans l'ensemble, 39,6% des individus ayant répondu à l'enquête ont droit à une réduction de tarifs sur les transports publics. Malgré la proportion élevée de gens qui ont droit à une réduction et qui ne l'utilisent pas, le droit à une réduction augmente la fréquence d'utilisation des transports publics. Parmi les personnes qui utilisent très occasionnellement ou jamais les transports publics le fait d'avoir droit à une réduction n'a pas d'impact. 21% des personnes possèdent au moins un abonnement de transport public en région bruxelloise contre respectivement 8% en Flandre et 9% en Wallonie. En Flandre les proportions de personnes ayant un abonnement train ou bus sont équivalentes, de l'ordre de 4%. En Wallonie par contre la proportion de personnes prenant le bus est plus grande. Parmi les gens possédant un abonnement, 69% utilisent les transports publics au moins 5 jours par semaine. Les personnes qui ont un abonnement utilisent donc de manière quasi quotidienne les transports publics. En revanche, il est étonnant de noter que parmi l'ensemble des personnes utilisant les transports publics au moins 5 jours par semaine, 29% n'ont pas d'abonnement.

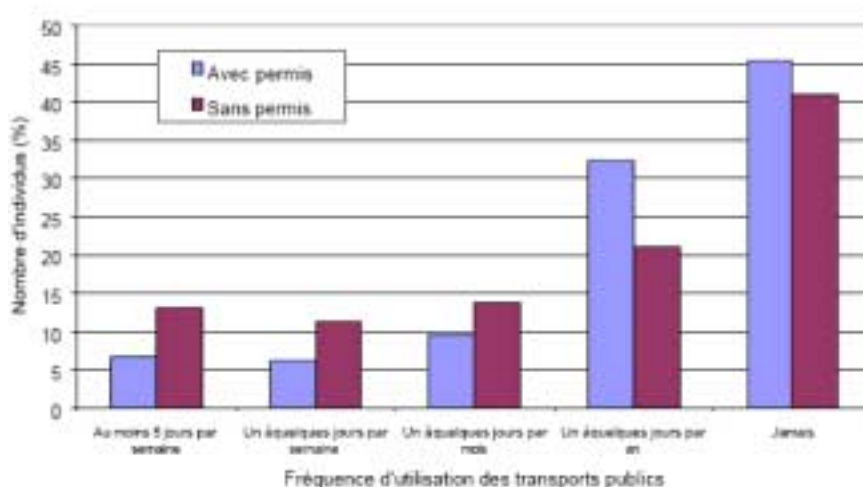


4.2.1.2. Relation Permis de conduire et utilisation des TP

71 % des belges de plus de 18 ans sont en possession d'un permis de conduire.

Cette proportion varie en fonction du sexe (75.7% pour les hommes contre 66.9% pour les femmes) et de l'âge des individus comme en témoigne les graphiques ci-dessous. Entre 21 et 55 ans, plus de 70% des individus ont un permis de conduire. Pour les 18-20 ans, 57% des personnes n'ont pas de permis. Au-delà de 56 ans, la proportion de personnes sans permis augmente avec l'âge.

Relation entre la fréquence d'utilisation des transports publics et la possession d'un permis de conduire



Il existe une corrélation nette entre la possession d'un permis de conduire et la fréquence d'utilisation des transports publics. Il y a plus de personnes sans permis qui utilisent fréquemment les transports publics.

4.2.2. Utilisation du vélo

Het blijkt dat de fiets het vaakst wordt gebruikt door schoolgaande jongeren (tussen 13 en 18 jaar) en dat de fiets veel populairder is in Vlaanderen dan in Brussel en Wallonië. Ruim 20% van de Vlamingen fietst dagelijks en 41% minstens één keer per week (tegen ongeveer 12% van de Walen en 5.5% van de Brusselaars). Ook wordt er iets vaker gefietst vanuit woningen die niet centraal en ook niet perifeer maar ertussenin gelegen zijn.

Pour ce qui est du vélo, il est surtout employé par les jeunes allant à l'école. C'est surtout la Flandre qui est le pays du vélo, quoique que l'on enregistre un léger recul par rapport à 1994.

Kenm.	Freq fiets:	Dage-lijks	>1x per week	>1x per maand	>1x per jaar	Quasi nooit	Totaal
Statuut	Werk	8.5	11.9	16.8	22.7	40.1	100.0
	School	27.3	24.3	15.4	14.1	19.0	100.0
	Thuis	11.7	13.1	9.9	8.4	56.8	100.0
	Pensioen	9.0	14.5	7.7	8.9	59.8	100.0
Woning	Centraal	12.3	14.2	12.5	15.4	45.6	100.0
	Perifeer	8.8	13.4	14.8	21.8	41.1	100.0
	Tussenin	14.7	16.8	15.2	15.6	37.8	100.0
Regio	VLA	20.5	20.8	16.3	15.2	27.2	100.0
	BRU	1.3	4.2	9.0	16.8	68.7	100.0
	WAL	3.3	8.5	10.4	17.0	60.8	100.0

4.2.3. Utilisation de la voiture

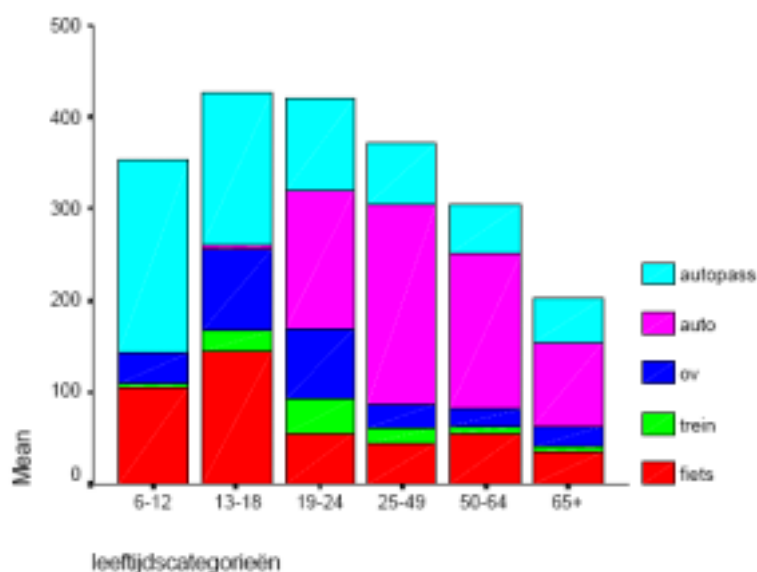
Kenm.	Freq auto:	Dage-lijks	>1x per week	>1x per maand	>1x per jaar	Quasi nooit	Totaal
Gesl.	Man	50.2	19.1	2.6	0.4	27.6	100.0
	Vrouw	32.1	14.6	3.3	1.2	48.8	100.0
Leeftijd	6-12					100.0	100.0
	13-18	0.5	1.5	0.2	0.1	97.7	100.0
	19-24	41.0	21.8	3.4	1.7	32.1	100.0
	25-49	63.4	16.8	3.3	1.1	15.5	100.0
	50-64	46.4	21.1	4.7	1.0	26.8	100.0
	65+	20.6	25.8	3.3	0.4	49.9	100.0
Diploma	Geen	10.7	7.6	0.7	0.3	80.8	100.0
	Lager	12.8	11.1	2.2	0.6	73.2	100.0
	Secund.	44.7	20.1	3.2	0.9	31.1	100.0
	HOBU	64.0	19.7	4.3	1.3	10.7	100.0
	Univ.	67.3	18.6	3.2	0.8	10.1	100.0
Inkomen gezin	<30000	20.6	12.3	4.6	0.6	61.8	100.0
	-75000	35.4	18.8	2.8	1.0	42.0	100.0
	-125000	46.3	15.7	2.5	0.8	34.9	100.0
	-200000	52.1	14.5	3.2	0.6	29.5	100.0
	>200000	51.3	19.0	0.8	0.6	28.3	100.0
Statuut	Werk	68.0	15.9	2.7	1.2	12.2	100.0
	School	4.4	6.2	0.9	0.5	88.0	100.0
	Thuis	28.7	20.1	4.9	0.9	45.4	100.0
	Pensioen	27.0	28.1	4.0	0.5	40.5	100.0
Woning	Centraal	39.6	15.5	3.0	1.0	41.0	100.0
	Perifeer	44.5	15.3	3.7	0.7	35.8	100.0
	Tussenin	41.5	19.2	2.9	0.7	35.7	100.0
Regio	VLA	40.3	19.5	3.3	0.7	36.2	100.0
	BRU	34.5	13.1	3.7	1.9	46.7	100.0
	WAL	43.0	13.6	2.1	0.7	40.6	100.0
Totaal		40.6	16.9	3.0	0.8	38.7	100.0

40% des belges utilisent intensivement et pratiquement uniquement la voiture, cela se marque encore plus en Wallonie (48% contre 34% en Flandre). Dans la population active, ce sont même 60% des personnes qui utilisent quasi exclusivement la voiture.

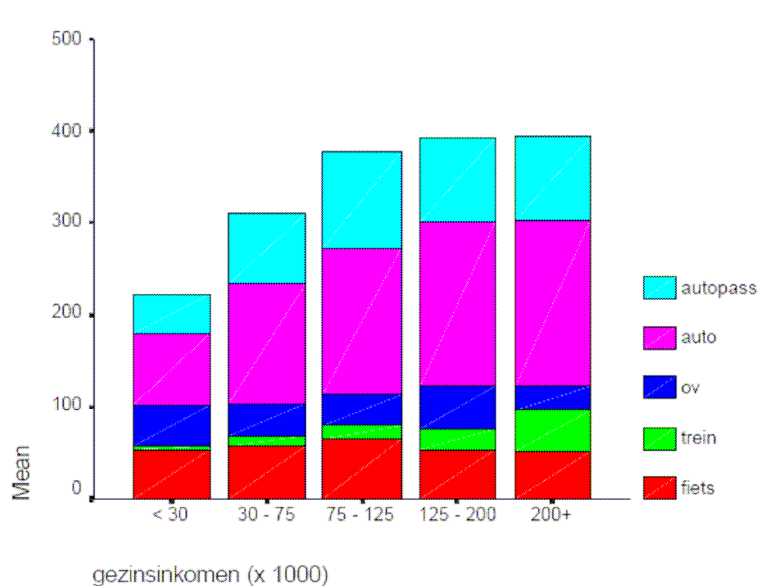
4.2.4. Conclusion

Het fietsgebruik ligt het hoogst bij de scholieren en blijft daarna constant bij de volwassenen.

OV- en treingebruik is het populairst bij jongeren tussen 19 en 25. Daarna neemt de auto definitief het roer over. Bij 65-plussers neemt het OV-gebruik terug iets toe, maar niet het treingebruik.



Het autogebruik (bestuurder zowel als passagier) neemt toe naarmate het gezinsinkomen hoger ligt. Dit is ook zo met het treingebruik. Fietsen lijkt iets voor de middengroepen en het OV wordt het vaakst gebruikt door de lagere inkomensgroepen.



4.3. Déplacements domicile travail

Vervoermiddel	Vlaanderen	Brussel	Wallonië	Totaal
<i>Te voet</i>	2.8	9.8	5.1	4.3
<i>Fiets</i>	11.9	0.9	1.2	7.4
<i>Trein</i>	7.5	1.5	7.5	6.9
<i>OV (bus/tram/metro)</i>	4.8	26.8	3.5	6.6
<i>Firmawagen</i>	7.0	8.5	6.1	6.9
<i>Auto (chauffeur)</i>	59.3	47.4	65.1	59.9
<i>Auto (passagier)</i>	3.9	4.2	9.7	5.7
<i>Overige</i>	3.0	0.8	1.8	2.4
<i>Totaal</i>	100.0	100.0	100.0	100.0

Les déplacements domicile-travail se font, pour 60% d'entre eux, avec sa propre voiture (comme conducteur). Ce chiffre montre à 70 % si nous incorporons les véhicules de société et l'utilisation de la voiture comme passager.

La distance moyenne parcourue est significativement plus importante (28 km) pour ceux qui emploient une voiture de société pour se rendre au travail, en comparaison de ceux qui utilisent leur voiture personnelle (17 km).

Le train est surtout le mode de transport pour les fonctionnaires navetteurs, sur de plus longues distances. Les flamands vont davantage, et en parcourant de plus longues distances, au travail en vélo que les wallons et les bruxellois.

Le remboursement des frais de déplacements par l'employeur et la mise à disposition de parkings ont clairement un impact sur le choix modal.

La présence d'une gare près du lieu de travail joue le plus grand rôle auprès des travailleurs bruxellois : une gare à moins d'un kilomètre les incite à préférer le train à la voiture. La proximité d'un arrêt de bus est moins citée mais a un effet secondaire important : il favorise (en tant que transport préliminaire ou terminal) l'usage du train.

Les déplacements professionnels sont plus fréquents chez les indépendants et les professions libérales, dans une moindre mesure chez les employés et les fonctionnaires. La voiture (personnelle ou de société) est également le mode de transport le plus couramment employé pour ce type de déplacements.

4.3.1. Distance domicile travail en km

Vervoermiddel	Vlaanderen	Brussel	Wallonië	BELGIË
<i>Te voet</i>	0.9	1.3	1.6	1.3
<i>Fiets</i>	5.4	4.4	1.5	5.1
<i>Trein</i>	48.3	36.3	63.0	53.0
<i>OV</i>	12.8	6.7	8.1	9.6
<i>Firmawagen</i>	28.7	11.9	32.8	27.8
<i>Auto</i>	17.3	12.4	19.8	17.8
<i>Auto-passagier</i>	13.2	9.2	16.0	14.4
<i>Overige</i>	13.6	11.3	15.1	13.9
<i>Totaal</i>	18.1	10.0	21.9	18.5

4.3.2. Utilisation des transports en fonction des possibilités de stationnement

Vervoermiddel	Parkeerplaats geen probleem	Parkeerplaats met enige moeite	Parkeerplaats met veel moeite	Totaal
<i>Te voet</i>	3.4	3.2	8.7	4.2
<i>Fiets</i>	6.7	4.8	10.9	7.0
<i>Trein</i>	4.5	8.9	15.7	6.9
<i>OV</i>	3.4	11.3	15.5	6.6
<i>Firmawagen</i>	6.3	8.6	7.2	6.9
<i>Auto</i>	66.6	55.5	37.8	60.4
<i>Auto-passagier</i>	6.1	6.1	4.1	5.8
<i>Overige</i>	2.9	1.5	0.2	2.3
<i>Totaal</i>	100.0	100.0	100.0	100.0

4.3.2.1. Impact de la proximité d'une gare pour les déplacements pendulaires

Procent werkenden dat gebruik maakt van	Woonplaats-station		Werkplek-station	
	> 1 km	< 1 km	> 1 km	< 1 km
België				
- trein	8.3	19.6	6.4	26.2
- <i>auto (chauffeur)</i>	70.2	58.2	71.9	53.0
Vlaanderen				
- trein	3.1	20.9	4.9	9.4
- <i>auto (chauffeur)</i>	78.8	50.3	74.8	63.4
Brussel				
- trein	31.7	27.1	20.2	51.4
- <i>auto (chauffeur)</i>	41.6	53.4	53.2	25.8
Wallonië				
- trein	1.5	12.3	1.3	10.8
- <i>auto (chauffeur)</i>	78.2	71.9	77.0	79.0

Voor mensen die in Vlaanderen werken, speelt het nabijheidseffect sterk, zowel naar de werkplek als de woonplaats toe. Mensen die hetzij dicht bij een station wonen, hetzij dichtbij een station tewerkgesteld zijn, nemen veel frequenter de trein als woon-werkvervoermiddel dan mensen die verder van een station afzitten.

Voor mensen die in Brussel werken, speelt het nabijheidseffect naar de werkplek toe dramatisch sterk. Naar de woonplaats toe speelt het daarentegen niet (of zelfs omgekeerd).

Men zou geneigd zijn te denken dat het voorzien van nog een aantal nieuwe stations in Brussel, verspreid over de hele agglomeratie het aantal treinpendelaars nog gevoelig kan doen toenemen.

Voor de in Wallonië werkenden, speelt het nabijheidseffect ook maar het haalt mensen niet uit hun auto weg. De substitutie gebeurt m.a.w. ten koste van andere vervoerswijzen (vooral bus en auto-passagier).

4.3.2.2. Impact de la proximité d'un arrêt TP pour les déplacements pendulaires

Procent werkenden dat gebruik maakt van	Woonplaats-OVhalte		Werkplek-OVhalte	
	> 500 m	< 500 m	> 500 m	< 500 m
België				
- OV	5.2	6.1	3.0	8.5
- trein	7.7	11.3	6.0	13.7
- auto (chauffeur)	72.0	60.0	76.6	60.6
Vlaanderen				
- OV	6.7	5.7	2.6	11.1
- trein	3.2	7.0	2.4	9.8
- auto (chauffeur)	76.0	71.4	80.7	62.9
Brussel				
- OV	6.6	12.2	7.9	11.3
- trein	28.0	32.1	35.6	28.9
- auto (chauffeur)	45.1	43.4	44.3	43.8
Wallonië				
- OV	1.3	2.5	1.9	2.4
- trein	2.9	3.0	1.2	4.4
- auto (chauffeur)	82.4	75.2	81.0	74.4

Wat hier opvalt, is dat het effect vooral voor de in Vlaanderen werkenden speelt, in hoofdzaak voor wat de nabijheid OV-werkplek betreft. In Wallonië blijft het aandeel Ovgebruikers zeer laag, ook in het geval van een nabijgelegen opstappunt.

Ten tweede blijkt dat het effect voor het OV-gebruik in het algemeen minder sterk is dan in tabel 8 (waar ook de korte woon-werkafstanden inbegrepen waren).

Wat we in de derde plaats vaststellen, is dat de nabijheid van een OVopstappunt voor de beschouwde categorie (die op meer dan 5 km van hun werk woont) blijktbaar een gunstig effect ressorteert voor het treingebruik.

4.4. Accidents

Un nombre de déplacements importants induits un nombre d'accidents importants. En particulier, pour la tranche d'âges entre 15 et 25 ans, le risque semble important. Il y a aussi relativement plus d'accidents dans le Brabant flamand, le Brabant wallon et la province de Liège.

Le vélo, la voiture et surtout la mobylette apparaissent comme des moyens de transport dangereux. Les cyclistes et les cyclomotoristes courent en plus le risque de dommages corporels.

Vervoerwijze	(ongevallen)	(verplaatsingen)
Te voet	4.1	17.8
Fiets	12.9	8.0
Motor/bromfiets	4.0	0.7
OV	2.2	3.5
Auto (chauffeur)	62.7	48.4
Auto (passagier)	13.1	20.2
Andere	1.1	1.2
Totaal	100.0	100.0

Hieruit blijkt dat fietsers en motorfietsers niet alleen meer risico op een verkeersongeval lopen maar ook dat de kans op een lichamelijk letsel als gevolg van dit ongeval zeer groot is.

Automobilisten, een andere 'risicogroep', hebben bij ongevallen veel kans om vooral met materiële schade af te rekenen te hebben.

Het OV is relatief veilig, maar als zich een ongeval voordoet is de kans groot dat er zowel materiële als lichamelijke schade komt bij kijken.

Schadetype: Vervoers- wijze:	Lichamelijke en materiële schade	Enkel lichamelijke schade	Enkel materiële schade	Geen schade	Totaal
Te voet	10.8	77.0		12.2	100.0
Fiets	41.5	20.4	12.2	26.0	100.0
Motorfiets	70.3		22.1	7.6	100.0
OV	59.2	19.6	9.9	11.3	100.0
Auto (ch.)	11.0	0.3	84.4	4.2	100.0
Auto (pass.)	28.0	4.2	60.5	7.2	100.0
Totaal	21.1	7.2	63.6	8.1	100.0

4.5. Synthèse des déplacements

	Flandre	Bruxelles	Wallonie	Belgique
marche	13,5%	27,6%	15,9%	15,6%
deux-roues	12,9%	1,7%	2,9%	8,6%
transport public	4,7%	13,4%	5,2%	5,7%
voiture	67,9%	56,6%	74,5%	68,9%
autre	1,0%	,7%	1,5%	1,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 4 : Répartition des déplacements d'un jour moyen selon le moyen de transport principal

	Flandre	Bruxelles	Wallonie	Belgique
marche	12,4%	28,3%	16,7%	15,4%
deux-roues	13,9%	1,6%	3,0%	9,3%
transport public	5,1%	14,8%	5,9%	6,3%
voiture	67,4%	54,5%	72,3%	67,7%
autre	1,2%	,7%	2,0%	1,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 5 : Répartition des déplacements d'un jour ouvrable selon le moyen de transport principal

	Flandre	Bruxelles	Wallonie	Belgique
marche	10,9%	27,2%	13,5%	13,5%
deux-roues	11,8%	1,2%	3,8%	8,1%
transport public	5,2%	14,6%	5,9%	6,4%
voiture	71,0%	56,3%	75,5%	71,0%
autre	1,1%	,6%	1,4%	1,1%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 7 : Répartition des déplacements de la pointe du soir d'un jour ouvrable selon le moyen de transport principal

Chiffres absolus	Flandre	Bruxelles	Wallonie	Belgique
Nombre de déplacements par personne un jour ouvrable	3,17	3,20	3,00	3,12
Nombre de déplacements par personne un jour moyen	3,04	2,96	2,86	2,97
Nombre de déplacements par personne à la pointe du matin d'un jour ouvrable	0,53	0,58	0,55	0,54
Nombre de déplacements par personne à la pointe du soir d'un jour ouvrable	0,96	1,01	0,99	0,97

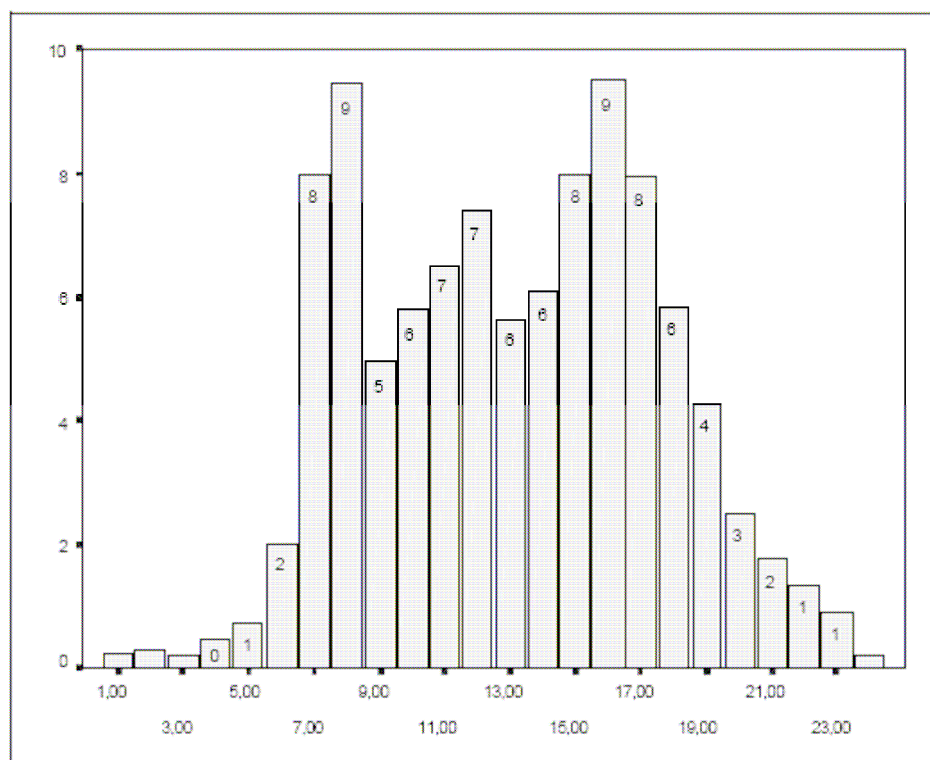
Tableau 8 : Nombre moyen de déplacements suivant la période

Moyen de transport principal	Un jour moyen	Un jour ouvrable	A la pointe du matin d'un jour ouvrable	A la pointe du soir d'un jour ouvrable
Marche	15,6%	15,4%	11,1%	13,5%
Deux-roues	8,6%	9,3%	10,2%	8,1%
Transport public	5,7%	6,3%	9,9%	6,4%
Voiture	68,9%	67,7%	67,2%	71%
Autre	1,2%	1,4%	1,6%	1,1%
Total	100%	100%	100%	100%

Tableau 9 : Répartition des déplacements des Belges selon le moyen de transport principal et suivant la période

Motif à la destination	Un jour moyen	Un jour ouvrable	A la pointe du matin d'un jour ouvrable	A la pointe du soir d'un jour ouvrable
Déposer/Chercher quelqu'un	9,0%	10,0%	18,9%	12,2%
Travail/Ecole	17,6%	22,2%	63,1%	4,9%
Courses/Raisons personnelles	18,1%	17,3%	7,0%	15,5%
Loisirs	19,6%	15,1%	4,2%	14,7%
Retour à la maison	35,4%	35,2%	6,6%	52,5%
Autre	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 10 : Répartition des déplacements des Belges selon le motif à la destination et selon la période



Graphique 1 : Répartition des déplacements réalisés par les Belges durant un jour ouvrable

SOURCES DE NON DURABILITÉ DU SECTEUR DES TRANSPORTS²⁹

1. Introduction

Une stratégie de développement durable doit permettre à terme de concilier développement et qualité de vie, d'une part, et, d'autre part, préservation de l'environnement. Cet équilibre doit être obtenu sur base d'une répartition équitable des ressources, non seulement, entre les générations actuelles mais aussi vis-à-vis des générations futures.

On constate que les pratiques actuelles en matière de transports constituent une source importante de non viabilité. Dans les paragraphes qui suivent, nous rappelons les principaux aspects non durables des transports³⁰. Ceci nous permettra notamment de définir les objectifs généraux d'une politique de transports durables.

2. Consommation d'énergie

2.1. Contribution du secteur des transports à la consommation d'énergie

2.1.1. Au niveau mondial

Au niveau planétaire, l'utilisation d'énergie par les transports croît plus vite que dans tout autre secteur d'utilisation finale. Selon l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1996), cette croissance a été en moyenne de 2,4% par an entre 1973 et 1990. Actuellement, le secteur des transports absorbe approximativement 50% des produits pétroliers (60% dans les pays de l'OCDE), lesquels fournissent environ 98% de l'énergie utilisée par les transports et ce, malgré les efforts entrepris par de nombreux gouvernements pour encourager un remplacement par d'autres combustibles, renouvelables et non renouvelables. Par ailleurs, l'utilisation de cette énergie est très inégalement répartie entre les diverses régions du monde. Il en ressort, par exemple, qu'un américain consomme en moyenne, sur une année, près de 30 fois plus d'énergie pour se déplacer qu'un habitant d'un pays en voie de développement.

2.1.2. En Europe

Dans l'Union européenne (Europe des 15), selon les statistiques livrées par Eurostat, la part des transports dans la consommation finale d'énergie représente, en 1996, 27% ; elle s'est accrue en moyenne de 3,2% par an entre 1985 et 1995. L'augmentation de la consommation énergétique par les transports est essentiellement le fait de l'expansion du trafic routier et aérien. Ainsi, entre 1980 et 1995, la consommation d'énergie due au transport routier a augmenté de 44% au niveau de l'UE et, selon une étude d'Eurostat³¹, la consommation de carburant routier a progressé de 7% en moyenne entre 1990 et 1998. En ce qui concerne les transports aériens, la consommation d'énergie s'est accrue de 66% au cours de la période 1980-1995.

La part de la route dans la consommation finale d'énergie par les transports est aujourd'hui prépondérante (près de 83% en 1995), celle du chemin de fer est faible (2,4%) mais le transport par air absorbe également une proportion non négligeable d'énergie (12%) (OCDE, 1997).

2.1.3. En Belgique

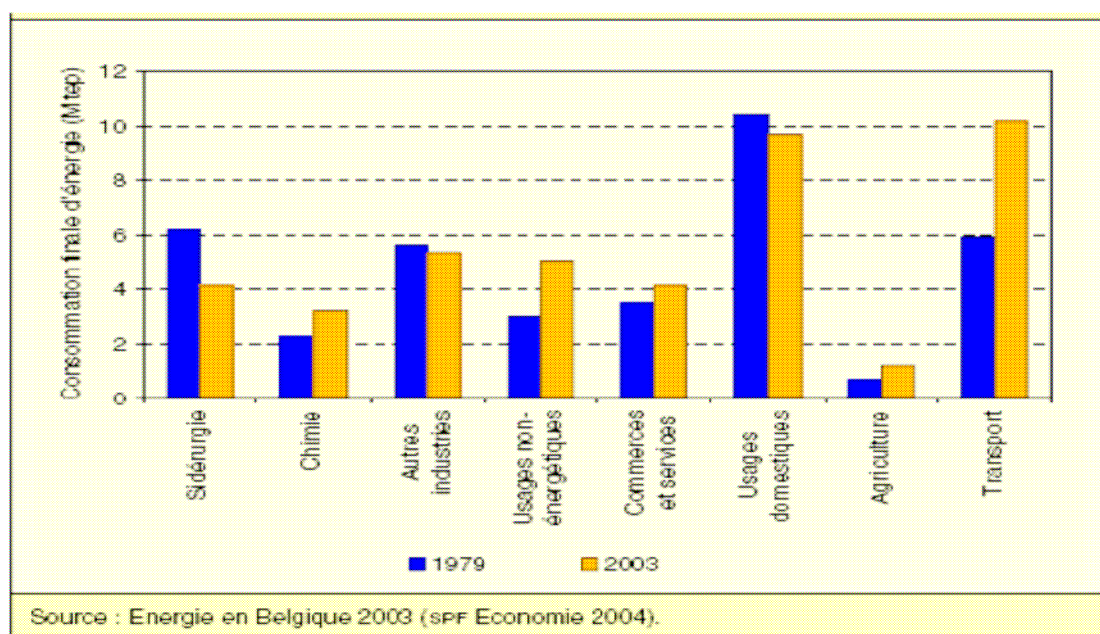
En Belgique, le secteur du transport³² est le secteur qui connaît la plus forte croissance de sa consommation énergétique (+71 % entre 1979 et 2003). La Belgique se caractérise par une densité très élevée de son réseau routier (4.7 km/km²) et ferroviaire (112m/km²). De plus, elle se trouve au carrefour de plusieurs axes de communication européens et dispose de plusieurs ports et aéroports, ce qui explique l'importance du trafic de transit.

²⁹ Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

³⁰ Dans la mesure où l'impact des transports dans notre pays sera ultérieurement décrit et analysé au cours des étapes suivantes de la recherche, lors de l'application des indicateurs, nous n'apporterons pas ici une analyse détaillée de ces impacts.

³¹ EUROSTAT 1998. "Indicateurs de l'environnement à court terme pour le transport routier", in Statistiques en bref-Environnement, n°1, juillet 1997.

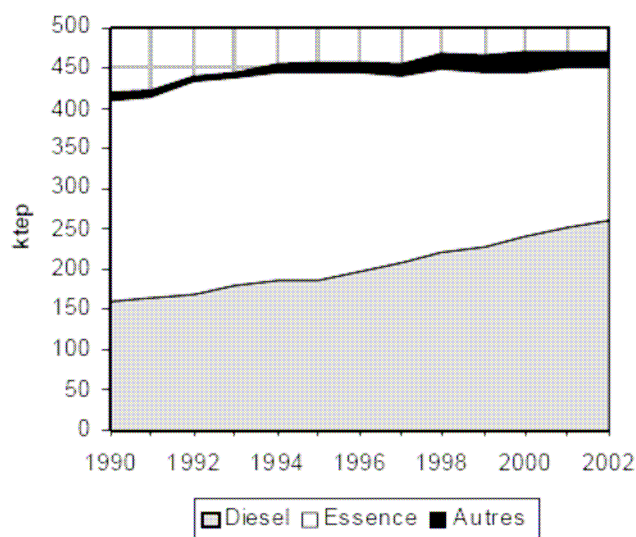
³² Conseil Fédéral du Développement Durable (CFDD) : Troisième avis sur une stratégie de prévention des changements climatiques au-delà de 2012 : volet belge dans le cadre européen, 25 novembre 2005

Figure : Evolutions des consommations finales par secteur entre 1979 et 2003 (en Mtep)³³

2.1.4. En Région de Bruxelles-Capitale

A Bruxelles³⁴, le transport est un gros consommateur régional puisque à lui seul, il représente 25 % de la consommation énergétique de la région de Bruxelles-Capitale. Ce secteur est évidemment marqué par une très forte dépendance aux produits pétroliers (essence, diesel routier mais aussi LPG qui n'est autre qu'un mélange de butane et de propane) dont l'origine est à trouver dans nos besoins croissants de mobilité et dans notre goût immodéré pour la voiture au détriment d'autres modes de transport plus respectueux de l'environnement (train, tram, métro, bus). Il faut toutefois constater que la consommation de ce secteur semble se stabiliser et ne connaît en tous cas plus d'évolution rapide comme cela a pu être le cas par le passé.

Figure : Evolution de la consommation des transports routiers en région de Bruxelles-Capitale par type de carburant



La figure ci-dessus montre aussi le basculement complet de l'approvisionnement énergétique des véhicules automoteurs. Si en 1990, l'essence était encore le carburant le plus utilisé par les conducteurs bruxellois et belges, faut-il le préciser, aujourd'hui c'est très largement le diesel qui est le plus apprécié. Cet engouement est

³³ CFDD : Troisième avis sur une stratégie de prévention des changements climatiques au-delà de 2012 : volet belge, 25 novembre 2005

³⁴ Bilan énergétique global 2002 de la RBC

bien sûr à imputer à un régime fiscal particulièrement favorable mais aussi à des performances techniques en progrès constant. Les moteurs diesel sont en effet naturellement plus performants (ils consomment moins) et les inconvénients qu'ils présentaient autrefois ont été très largement corrigés (niveau sonore, relative mollesse du moteur).

2.1.5. Conclusion

Les systèmes de transport, et en particulier les transports routiers et aériens, sont donc largement responsables de l'utilisation des ressources énergétiques et en particulier, du pétrole - qui, rappelons-le, constitue une ressource non renouvelable, disponible en quantités limitées et actuellement essentielle au maintien du système économique -, des émissions associées et des impacts environnementaux liés à l'industrie pétrolière.

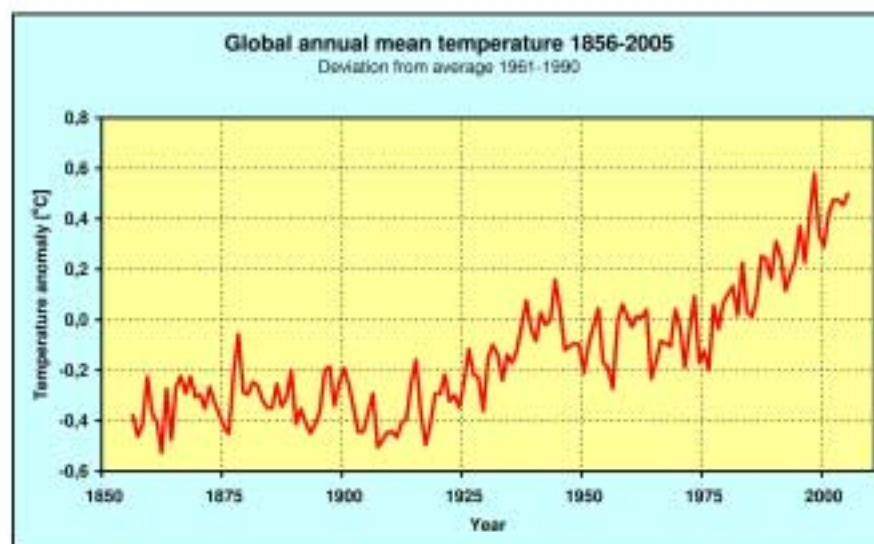
Les données présentées ci-dessus montrent également que le secteur des transports a, moins que d'autres, réussi à limiter sa consommation d'énergie et ce, malgré d'importants progrès technologiques³⁵. Il faut voir dans cette évolution l'effet de la forte augmentation de la mobilité (nombre de véhicules, distances parcourues) et de son orientation de plus en plus marquée vers les transports routier et aérien lesquels constituent des modes de déplacement particulièrement « énergivores ». Par ailleurs, ce phénomène est renforcé par une tendance à l'augmentation de la taille et de la puissance moyenne des véhicules routiers.

En conclusion, il est fondamental d'optimiser l'utilisation d'énergie dans les transports et de trouver des solutions alternatives à l'utilisation de combustibles fossiles.

3. Changements climatiques

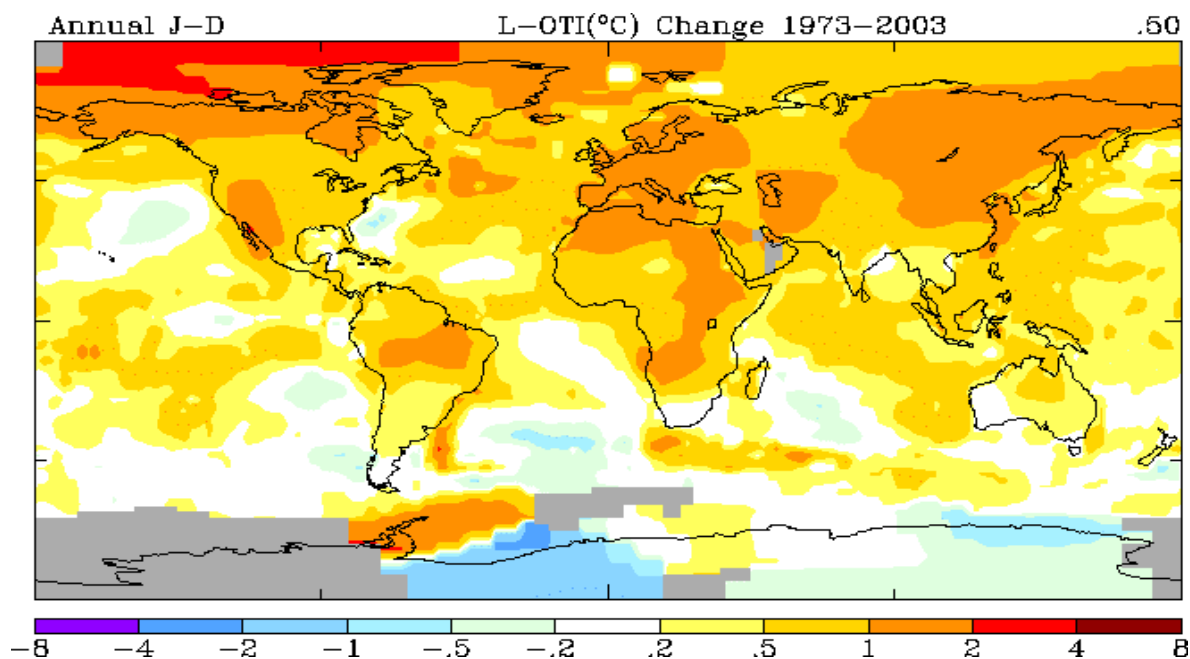
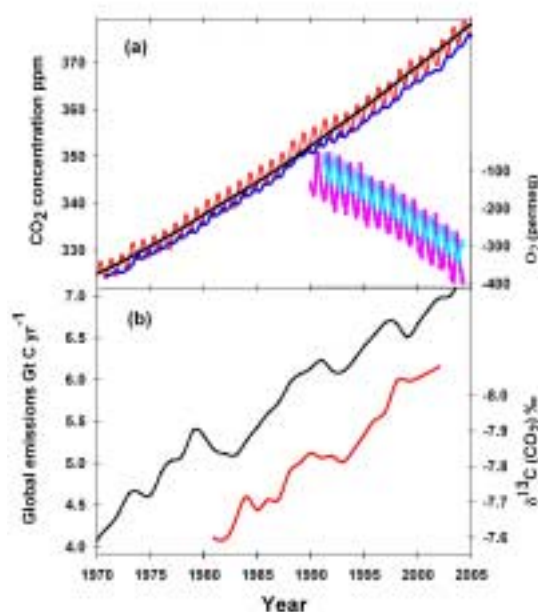
Les modélisations des changements climatiques occasionnés par l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre réalisées par l'IPCC prévoient une augmentation de la température moyenne globale de la terre de 1 à 3,5°C en 2100 ce qui correspond à un taux de réchauffement moyen probablement plus élevé que n'importe lequel depuis les 10.000 dernières années.

Figure : Augmentation de 0.6 °C depuis 1860



³⁵ Selon l'IPCC (1996), au cours de la période 1970-1990, on a observé une baisse moyenne de l'intensité énergétique de 0,5 à 1% pour les transports routiers et de 3 à 3,5% par an pour les transports aériens.

Figure : Evolutions des températures sont plus rapides aux pôles qu'ailleurs

Figure : Concentration de CO_2 augmente et est plus élevée que depuis 20 millions d'années

Les effets potentiels du réchauffement de la surface de la terre et de la variation du bilan radiatif du système lithosphère - hydrosphère - atmosphère sont une élévation du niveau des océans (15 à 95 cm d'ici 2100), une modification de la distribution géographique de la pluviosité et d'autres facteurs climatiques et une modification et redistribution des écosystèmes.

Figure : Niveau de la mer augmente

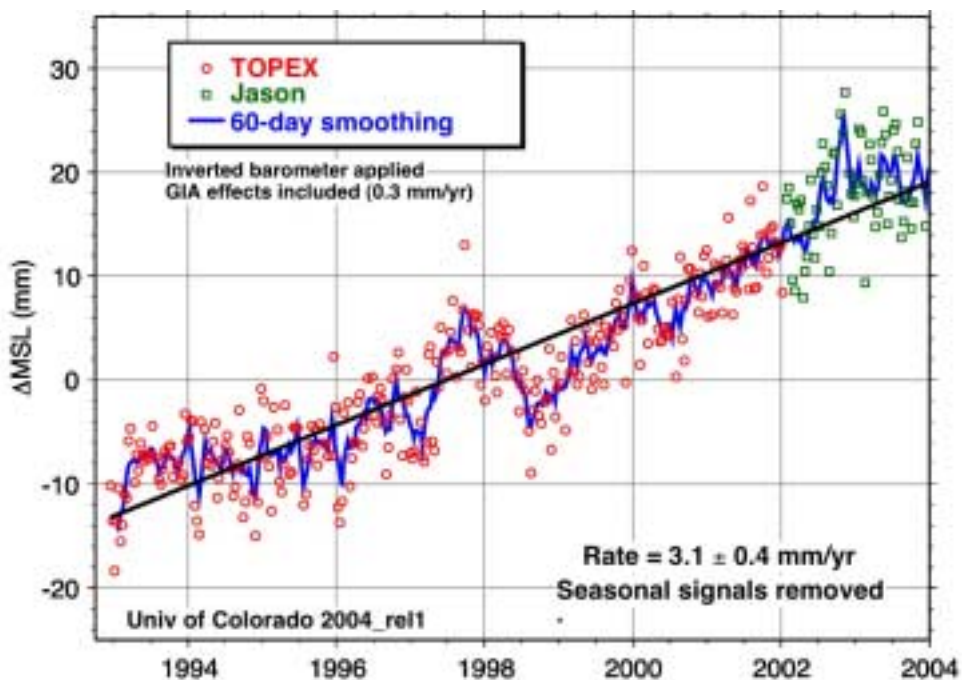


Figure : La couverture neigeuse diminue globalement partout

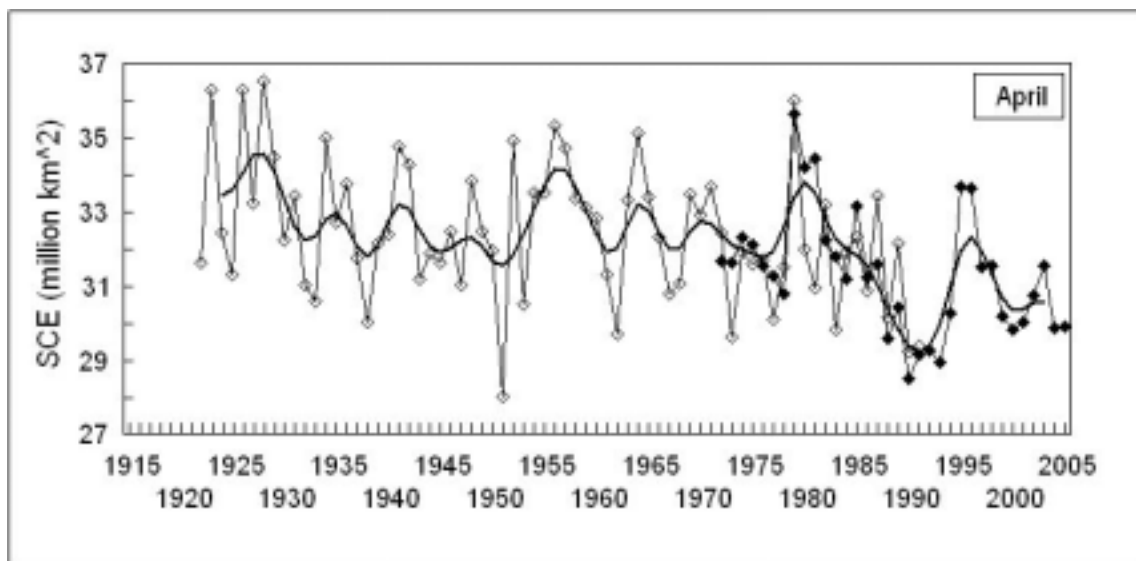
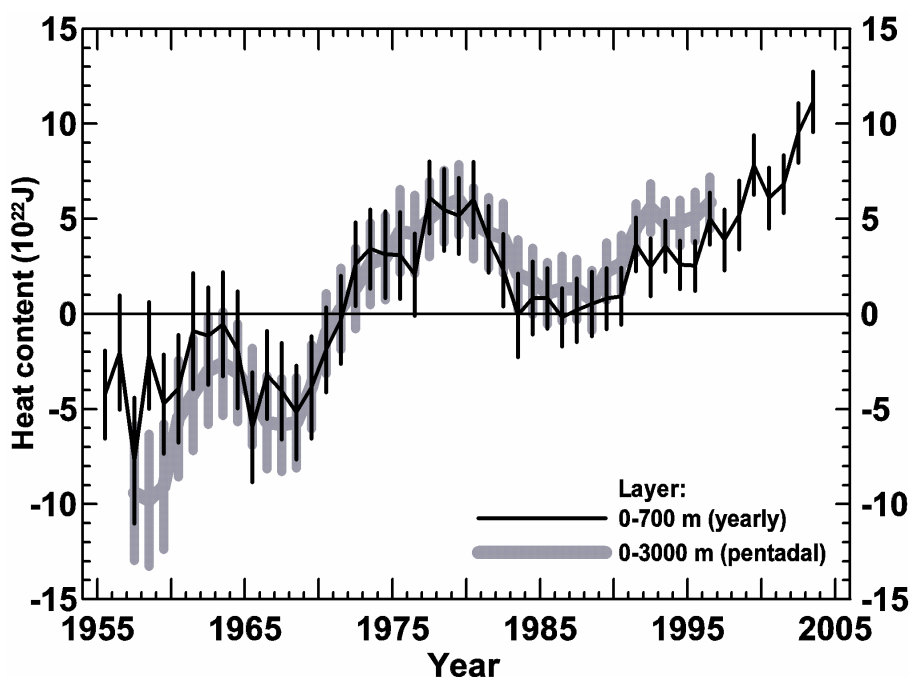


Figure : La température des océans augmente (10 °C en 50 ans)



Les conséquences négatives possibles de ces effets sont, par exemple, l'inondation des terres les plus basses, une augmentation dans certaines régions d'événements tels que températures extrêmement élevées, inondations et sécheresses entraînant feux, propagation de maladies ainsi qu'une diminution probable de la biodiversité (espèces incapables de s'adapter à la rapidité des changements climatiques).

La santé humaine³⁶, les écosystèmes terrestres et aquatiques et les systèmes socio-économiques (agriculture, sylviculture, pêcheries et ressources hydrologiques) sont très sensibles au changement climatique. Or, ce sont des éléments essentiels du développement et du bien-être de l'humanité. Le renforcement de l'effet de serre pourrait aussi avoir des retombées positives dans certaines régions du monde (hausse de la productivité agricole).

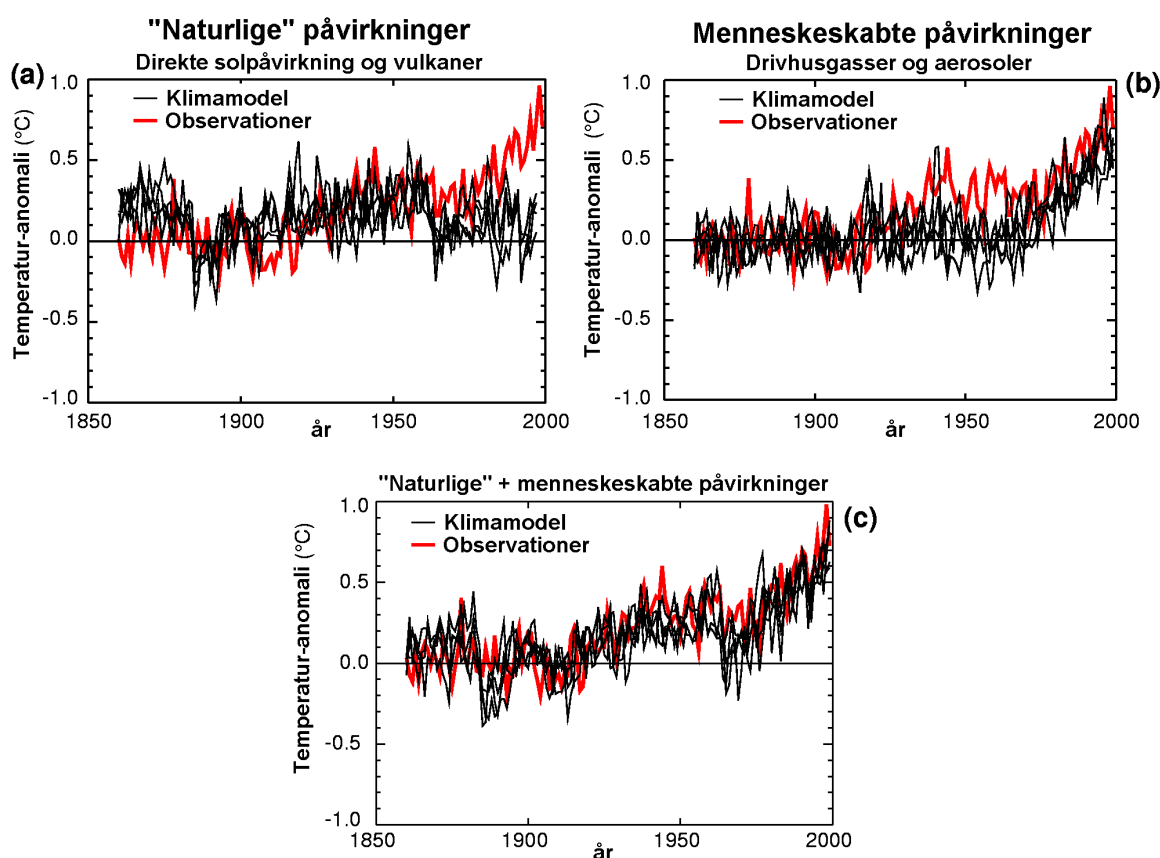
3.1. Description de la problématique³⁷

L'effet de serre est lié à la propriété que possèdent certains gaz composant l'atmosphère d'absorber une grande partie des infrarouges émis par la surface de la terre après que celle-ci se soit réchauffée par absorption d'une partie de la lumière solaire. Cette absorption d'infrarouge se traduit par un réchauffement de la basse atmosphère qui se communique à l'hydrosphère et à la lithosphère. Ce processus est tout à fait primordial puisque sans effet de serre et sans modification du rayonnement solaire ni de l'albédo, la température moyenne de la terre serait d'environ -19°C (OCDE 1991).

³⁶ On peut à cet égard distinguer des effets directs sur la santé humaine (augmentation de la morbidité et mortalité liée essentiellement à des problèmes cardiorespiratoires occasionnés par une augmentation de l'intensité et de la durée des vagues de chaleur) et des effets indirects (augmentation de la transmission de maladies infectieuses suite à l'extension spatiale et temporelle des vecteurs des maladies).

³⁷ Etat de l'environnement 2004, IBGE

Les émissions anthropiques de certains gaz, qualifiés de gaz à effet de serre (GES), ont été identifiées par l'IPCC comme une source de changement climatique.³⁸



Les activités humaines sont en effet à la base d'une élévation des concentrations atmosphériques de gaz - tels que le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), les hydrocarbures chlorofluorés (CFC), le protoxyde d'azote (N_2O) et l'ozone troposphérique (O_3) - responsables d'un « piégeage » de l'énergie infrarouge émise par la surface terrestre et donc d'un renforcement de l'effet de serre naturel. Les GES contribuent au réchauffement global à des degrés variables dépendant de leur concentration, de leur temps de séjour dans l'atmosphère et de leur pouvoir d'absorption radiatif.

Le dioxyde de carbone (CO_2) est considéré comme le principal responsable de l'effet de serre. Bien que quelques pourcents seulement des émissions totales de CO_2 soient d'origine anthropique, celles-ci sont la cause de la concentration accrue de CO_2 dans l'atmosphère, les émissions naturelles restant pratiquement constantes à l'échelle humaine. La concentration de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère a augmenté de plus de 30% depuis 1750. Si l'on considère un horizon de 100 ans, l'IPCC (cité par l'AEE, 1995b), estime à 51% la contribution du CO_2 au réchauffement global.

Les émissions anthropiques de CO_2 proviennent pour environ 80% de la combustion de combustibles fossiles (combustibles solides, pétrole, gaz naturel). Les changements d'affectation des terres et la production de ciment contribuent également, dans une moindre mesure, aux émissions anthropiques de CO_2 .

Si le CO_2 est responsable de plus de 60% de l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre (GES) depuis l'industrialisation, les concentrations de méthane (CH_4), d'oxyde d'azote (N_2O), des halons (BFC, bromofluorocarbones) et des gaz fluorés (HCFC, hydrochlorofluorocarbones) ont elles aussi augmenté. Or ces GES ont un pouvoir réchauffant (équivalent CO_2 ou CO_2 eq.) de 21 fois (CH_4) à 23.900 fois (SF_6) supérieur à celui du CO_2 .

Le protoxyde d'azote (N_2O) compte aussi parmi les principaux gaz à effet de serre. Ce gaz est l'un des composants naturels de l'atmosphère mais sa concentration augmente suite aux activités humaines. Le N_2O est principalement formé suite à des processus de combustion (biomasse, énergie) et à des processus de

³⁸ Jens H. Christensen, Danish Climate Centre, Danish Meteorological Institute

dénitrification (liés notamment à l'utilisation excessive d'engrais azotés et à la pollution des sédiments des cours d'eau). La déforestation et certains procédés industriels sont également une source de N_2O . Selon les estimations de l'IPCC (1994), le N_2O contribuerait, sur une période de 100 ans, à 4% du réchauffement climatique.

Les modélisations des changements climatiques occasionnés par l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre réalisées par l'IPCC prévoient une augmentation de la température moyenne globale de la terre de 1 à 3,5°C en 2100 ce qui correspond à un taux de réchauffement moyen probablement plus élevé que n'importe lequel depuis les 10.000 dernières années.

Chaque partie signataire de la convention cadre sur les changements climatiques des Nations-Unies a l'obligation de fournir annuellement, au secrétariat de la Convention, des inventaires des émissions de GES ainsi que les projections des émissions en 2010 avec et sans mesures de réduction. Les inventaires des émissions sont effectués par chaque Région selon une approche bottom-up³⁹ et corroborés par un inventaire national selon une approche top-down⁴⁰. Ces inventaires et projections doivent également être transmis à la Commission européenne.

3.2. Contribution du secteur des transports dans les émissions de GES

Le secteur des transports contribue largement au renforcement de l'effet de serre. Les principaux gaz à effet de serre émis par les transports sont le CO_2 résultant des processus de combustion, le N_2O provenant des gaz d'échappement - et, en particulier, ceux émis par véhicules équipés de pots catalytiques -, les CFCs et HCFs (hydrofluorocarbones) qui s'échappent des systèmes de conditionnement d'air ainsi que les NO_x émis par les avions dans la basse stratosphère (à cette altitude, l'ozone généré par les NO_x constituerait un GES très puissant⁴¹). Les systèmes de transports motorisés sont également à l'origine de l'émission de composés organiques volatiles (COV) dont certains constituent des gaz à effet de serre. Selon l'inventaire CORINAIR, le transport routier, en 1990 et pour 12 pays européens, serait ainsi responsable de 1% des émissions totales anthropiques et naturelles de méthane. Les émissions de NO_x , COV et CO produites par les véhicules à moteur contribuent également à la progression de l'ozone troposphérique, polluant secondaire et autre important gaz à effet de serre (OCDE, 1996). Enfin, la production de gaz et de pétrole est aussi à l'origine d'émission de CH_4 .

Selon l'IPCC (1996), à l'échelle planétaire, les émissions de CO_2 par les transports représentaient, en 1990, environ un cinquième (1,25 Gt C) des émissions de CO_2 résultant de l'utilisation de combustibles fossiles. Cette même année, les pays de l'Annexe I⁴² de la Convention Cadre des NU sur le changement climatique étaient responsables d'environ trois-quarts des émissions globales de CO_2 par les transports.

3.2.1. Evolution des émissions de CO_2 en Europe de 1990 à 2003

The main reason for the increase in EU-15 CO_2 emissions between 1990 and 2003 was growing road transport demand. The large increase in road transport-related CO_2 emissions was only partly offset by reductions in energy-related emissions from manufacturing industries, as shown in figure below.

³⁹ les émissions sont calculées à partir des variables d'activité et des facteurs d'émission propre à chaque secteur ou industrie et sont ensuite sommées entre elles

⁴⁰ les émissions régionales sont calculées par désagrégation sectorielle des émissions nationales

⁴¹ En fait, les effets des rejets de NO_x à haute altitude ne sont pas encore bien connus. Selon certains scientifiques l'augmentation de l'ozone troposphérique (entre 6 et 17 km) et la destruction de l'ozone stratosphérique (entre 17 et 50 km) que les rejets des avions occasionnent pourraient se compenser au regard de l'effet de serre (CITEPA, 1999).

⁴² L'annexe I de la Convention Cadre des NU sur le changement climatique énumère les pays qui, en 1992, sont membres de l'OCDE, 11 pays en cours de transition vers une économie de marché et l'Union européenne.

Figure : Absolute change of CO₂ emissions by large key source categories 1990 to 2003 in CO₂ equivalents (Tg) for EU-15

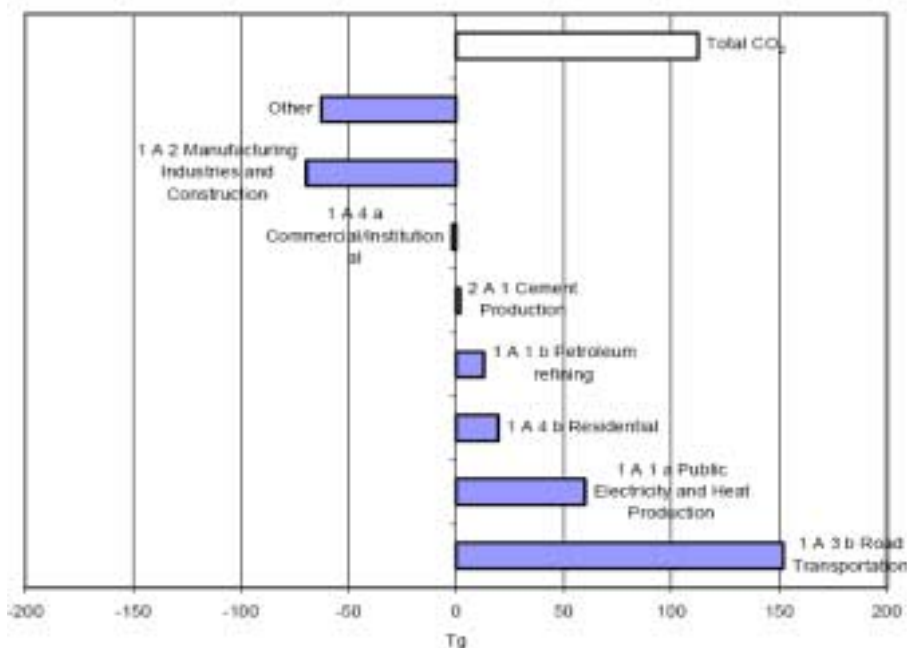
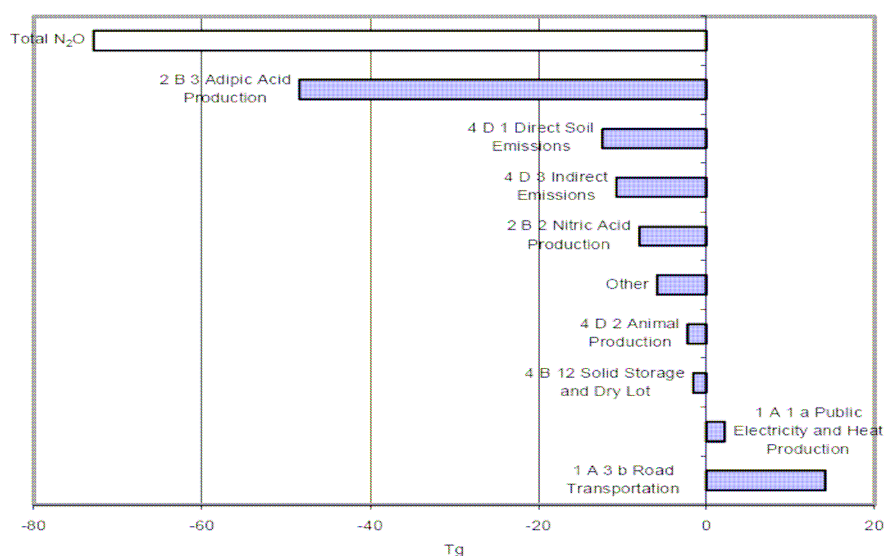
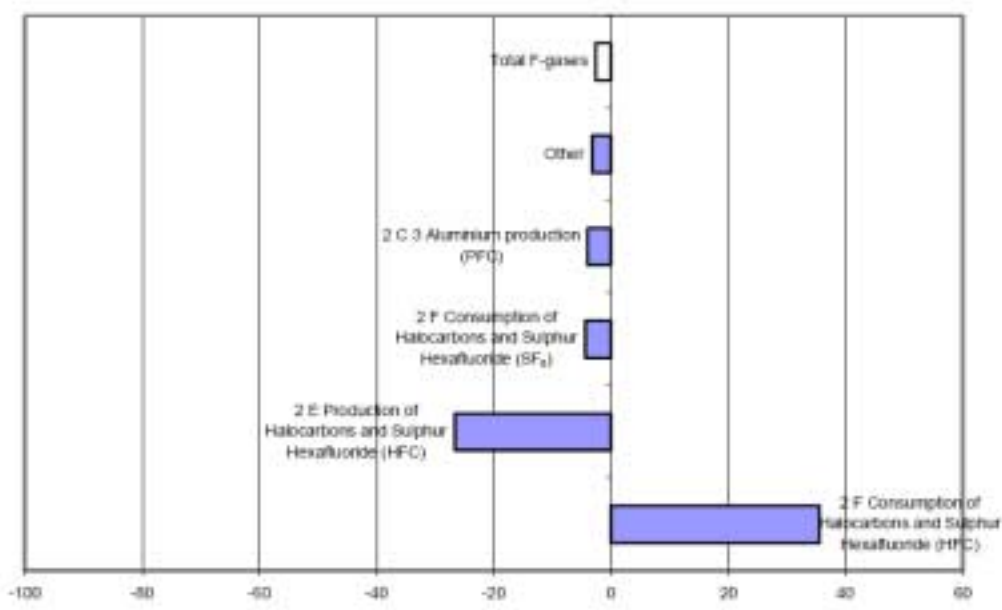


Figure : Absolute change of N₂O emissions by large key source categories 1990 to 2003 in CO₂ equivalents (Tg) for EU-15



Fluorinated gas emissions account for 1.6 % of total EU-15 GHG emissions. In 2003, emissions were 65 Tg (CO₂ equivalents), which was 22 % above 1990 levels, but 4 % below base year level. The two largest key sources account for 77 % of fluorinated gas emissions in 2003. Figure below shows that HFCs from consumption of halocarbons showed large increases between 1990 and 2003. The main reason for this is the phase-out of ozone-depleting substances such as chlorofluorocarbons under the Montreal Protocol and the replacement of these substances with HFCs (mainly in refrigeration, air conditioning, foam production and as aerosol propellants). On the other hand, HFC emissions from production of halocarbons decreased substantially. The decrease started in 1998 and was strongest in 1999.

Figure : Absolute change of fluorinated gas emissions by large key source categories 1990 to 2003 in CO₂ equivalents (Tg) for EU-15



3.2.2. Evolution à long terme des émissions de gaz à effet de serre en Europe

Ci-dessous⁴³, sont repris les impacts des mesures des politiques et mesures nationales des pays de l'Union européenne sur les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports :

- Between 1990 and 2003, EU-15 greenhouse gas emissions from domestic transport (mainly road) increased by 24 %.
- EU-15 greenhouse gas emissions from domestic transport are projected to increase by 31 % from 1990 levels by 2010 using existing domestic policies and measures (31).
- Transport by road, in particular freight transport, increased strongly between 1990 and 2003.
- The average carbon dioxide emissions of new passenger cars were reduced by about 12 % from 1995 to 2003, but 16 % more cars were sold in the same period. This thereby offset any efficiency gains.
- EU carbon dioxide emissions from international aviation and navigation (not addressed under the Kyoto Protocol) have increased substantially between 1990 and 2003.

The transport sector presented here consists of road transportation, national civil aviation, railways, national navigation and other transportation. It excludes emissions from international aviation and maritime transport (which are not covered by the Kyoto Protocol or EU policies and measures). Transport caused the largest increase in greenhouse gas emissions between 1990 and 2003 (+ 24 %). Road transport was by far the biggest transport emission source (94 % share). Emissions increased continuously due to high growth in both passenger and freight transport by road (by about 30 % and 50 %, respectively between 1990 and 2003) (Figure 9.6). Only Germany and France showed decreasing transport emissions last year.

For 2010, the current EU-15 emissions increase is projected to continue up to 31 % above 1990 levels with existing domestic policies and measures. Additional policies and measures are projected to stabilise the growth of emissions at about 2003 levels.

Greenhouse gas emissions from transport are mainly carbon dioxide emissions and it accounts for 21 % of total EU-15 carbon dioxide emissions.

Carbon dioxide emissions from international aviation and navigation are growing faster than emissions from other transport modes. They share a combined increase of 49 % from 1990 to 2003. Emissions from international aviation are growing fastest with an increase of 72 % in the same period.

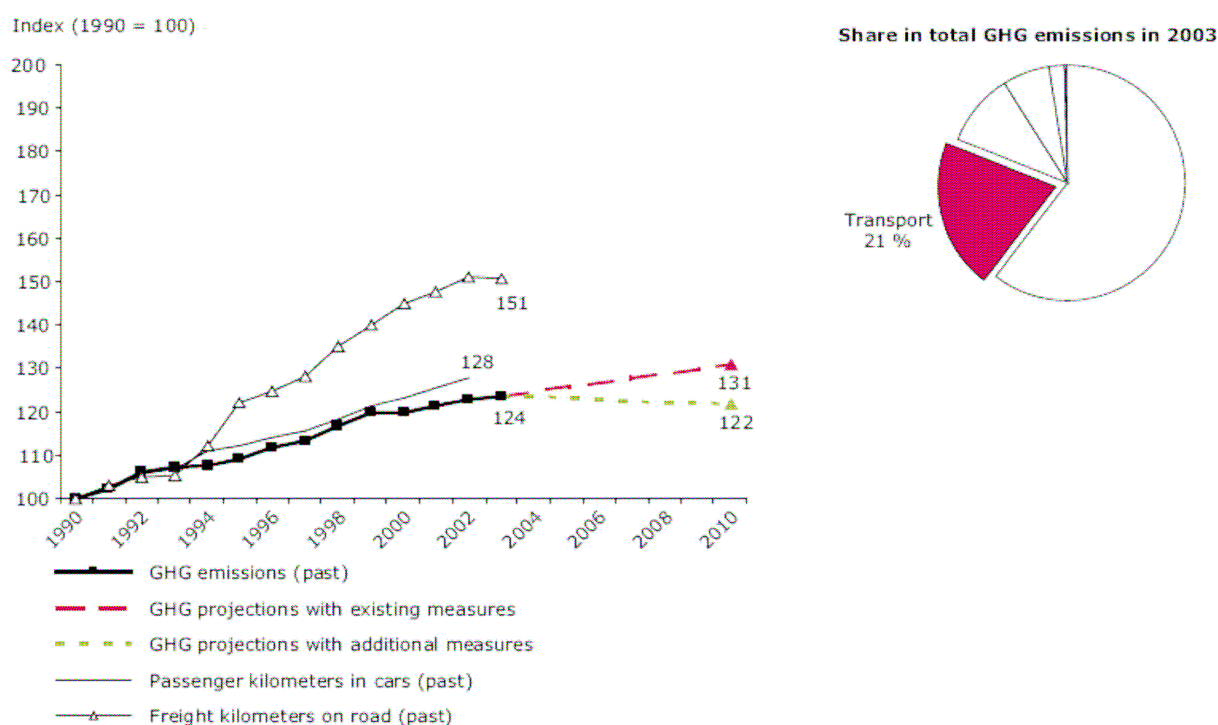
All reporting Member States project growing transport emissions, indicating that existing policies and measures are not sufficient to decouple emissions from activity growth. Austria, Belgium, Italy, Portugal and Spain expect additional policies and measures to significantly reduce the projected growth in transport emissions.

⁴³ Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2005, European Environment Agency, EEA Report n°8/2005

The projected increase of emissions from transport is due to continued growth in transport volumes. This is expected despite policies and measures aimed at achieving the EU objective of shifting traffic from road to rail and inland waterways. A key instrument is the voluntary commitment by the European, Japanese and Korean car industries to reduce average carbon dioxide emissions from new passenger cars, by setting a target of 140 g/km for 2008 (European industries) and 2009 (Japanese and Korean industries). Carbon dioxide emissions were reduced between 1995 and 2003 by about 12 % (Figure 9.7). The main reasons for the reductions since 1995 are fuel efficiency improvements, mainly in diesel-fuelled vehicles, and a shift in fleet composition from petrol to diesel passenger cars. Diesel-fuelled cars are more energy efficient but emit more air pollutants than petrol-fuelled cars. The European Parliament and the Council have expressed as a target to reach an average emission of 120 g/km by 2010 at the latest. According to a Communication to the Council and to the European Parliament (COM(2005) 269 final), the Commission intends to present a proposal around the end of 2005 concerning the achievement of this target.

In spite of more fuel efficient vehicles, the emissions from transport by road will probably increase due to the increase in traffic volumes.

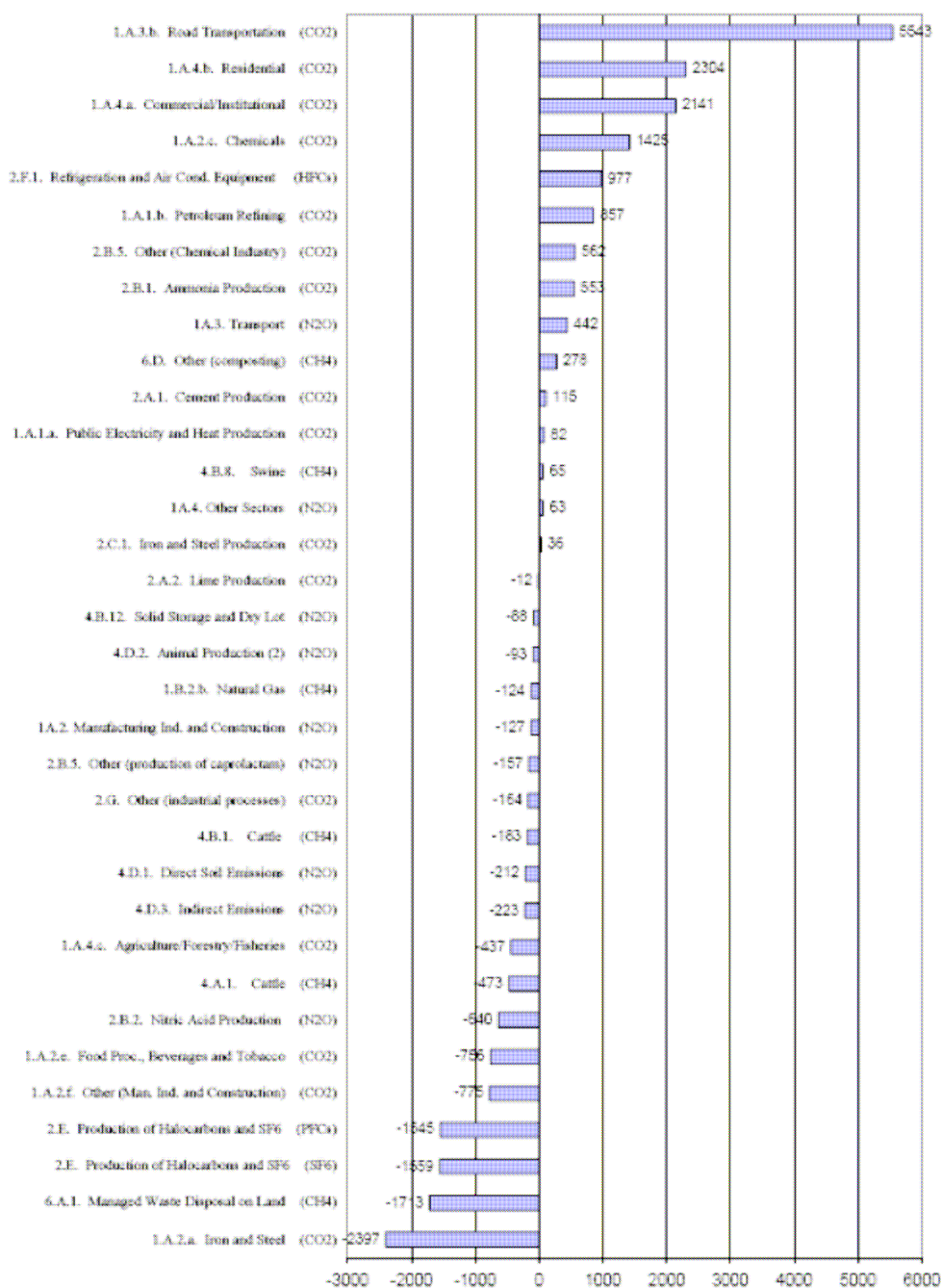
Figure 9.6 EU-15 greenhouse gas emissions from transport compared with transport volumes (passenger transport by car and freight transport by road)



3.2.3. Evolution des émissions de gaz à effet de serre en Belgique

En Belgique, l'augmentation des gaz à effet de serre est particulièrement criante dans le secteur des transport, et cette tendance risque de perdurer à moyen terme (2020)⁴⁴ :

⁴⁴ Rapportage de la Belgique du 15 juin 2005 dans le cadre de la Décision 280/2004/CE "Monitoring Mechanism"



Graphique 5 : Evolution en terme d'émissions de gaz à effet de serre de la Belgique entre 1990 et 2003 (en Gg de CO₂ équivalent)⁸³

Energy consumption is calculated from CO₂ emissions (COPERT methodology). CO₂ emission factor for new sold cars are assumed to evolve as follows:

Emission factor	1995	2000	2005	2010	2015	2020
g CO ₂ /km	195	171	165	155	151	151

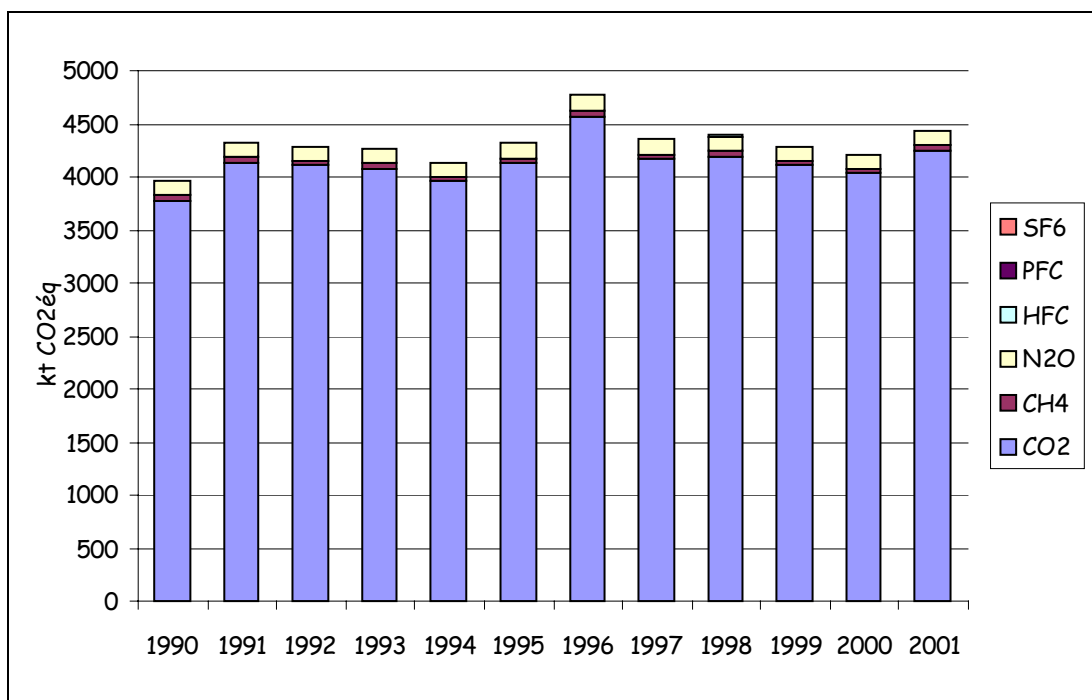
These emission factors differ from the test cycle data since they correspond to real driving conditions. After 2012 they remain constant.

3.2.4. Evolution des émissions de gaz à effet de serre en Région de Bruxelles-Capitale

Le CO₂ est de loin le principal gaz à effet de serre émis sur le territoire régional (96% pour le CO₂, 3% pour le N₂O et 1% pour le CH₄).

Ceci s'explique aisément car les émissions de GES à Bruxelles sont principalement dues à la combustion d'énergies fossiles pour le chauffage des logements et bureaux et pour le transport routier. Les principales sources d'émissions du N₂O sont la consommation énergétique dans les logements et le tertiaire (53%) et le transport (18%), ainsi que l'utilisation de N₂O pour les anesthésies (21%). Pour le CH₄, en Région bruxelloise, les principales sources sont la distribution de gaz naturel (72%), la consommation énergétique des logements et du tertiaire (16%) et le transport (12%).

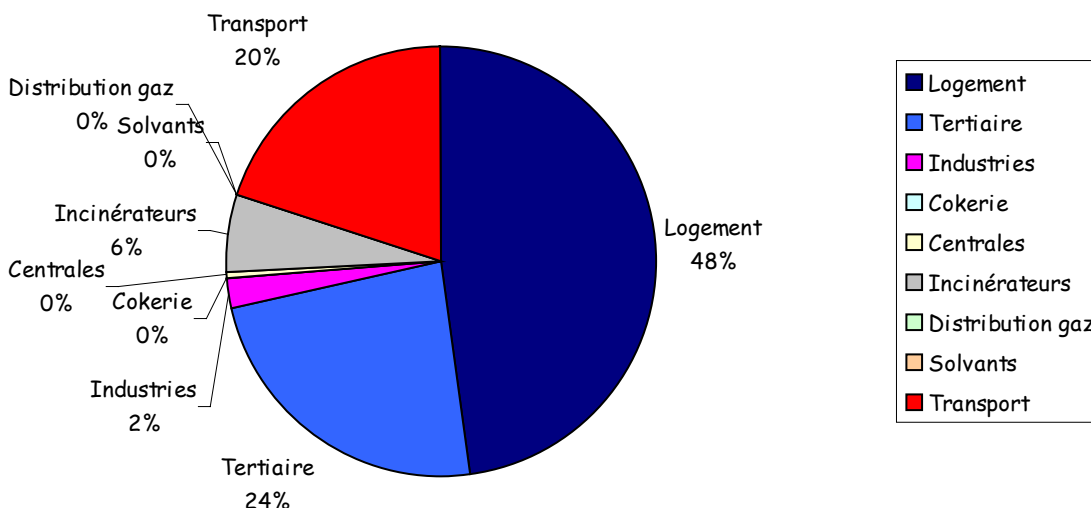
Figure : Evolution des émissions des 6 gaz à effet de serre entre 1990 et 2001



3.2.4.1. Répartition sectorielle pour les émissions de CO₂

La source principale d'émission de CO₂ est le chauffage des bâtiments (tertiaire 24%, logement 48%). Le transport compte pour 20% dans les émissions de CO₂. La part industrielle des émissions de CO₂ est minime et provient principalement de l'incinérateur des ordures ménagères à Neder-Over-Heembeek.

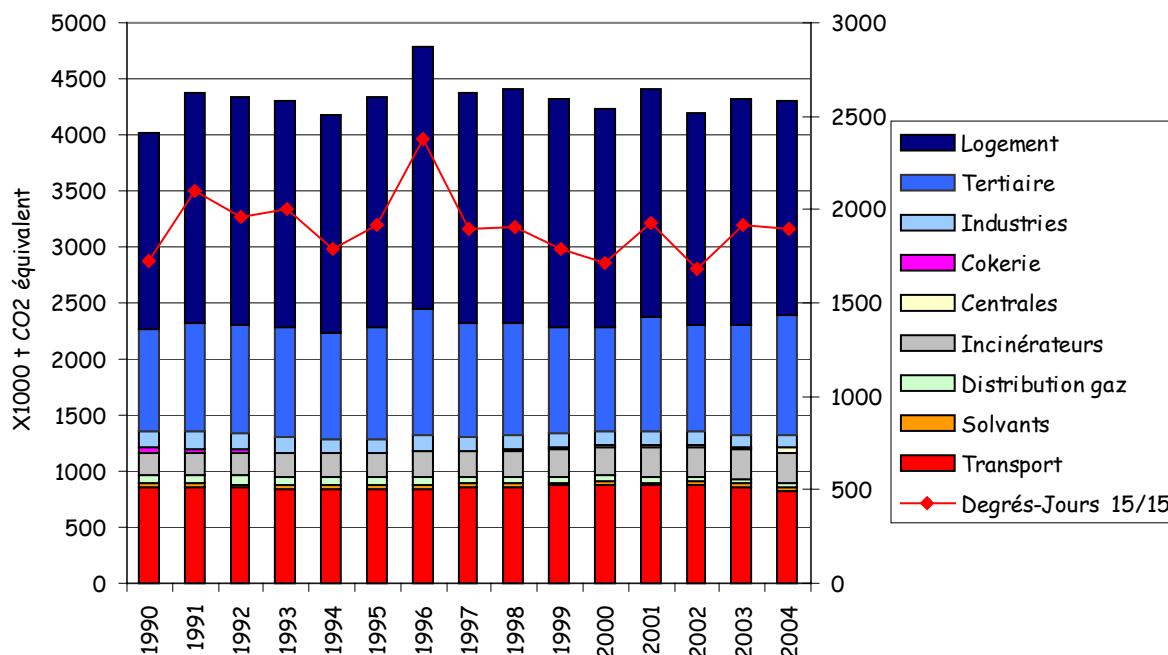
Figure : Part des secteurs dans les émissions réelles de CO₂ en 2003



3.2.4.2. Correction climatique

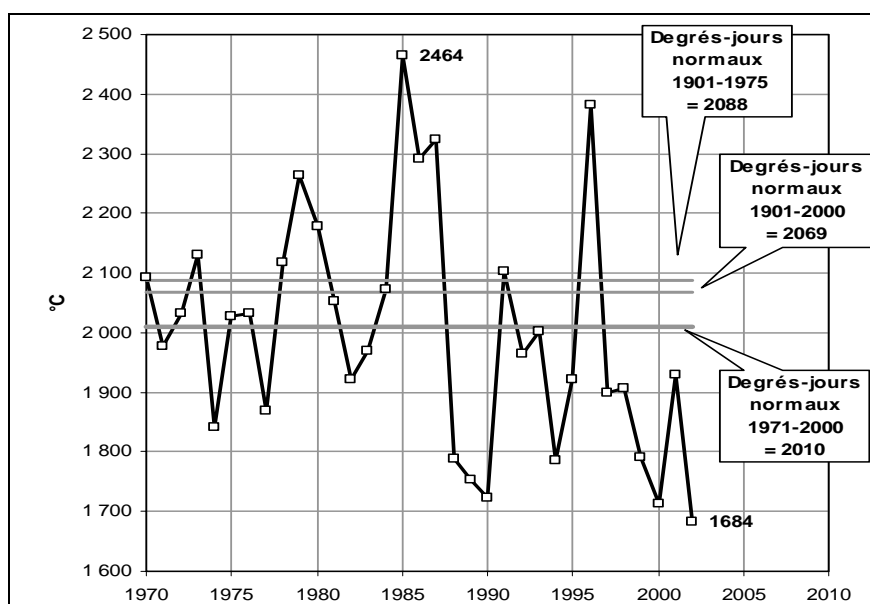
Comme la source principale d'émissions de GES est le chauffage des bâtiments, la quantité annuelle émise est fortement corrélée aux températures automnales et hivernales. Le climat d'une année peut se mesurer en Degrés-Jours⁴⁵ (DJ) annuels de chauffe. Plus ce nombre est élevé, plus l'année aura été froide et inversement. Les DJ annuels sont comparés à une valeur normale correspondant à la moyenne des DJ de 1901 à 1975, soit 2088 DJ. Le graphique des DJ à Uccle repris ci-dessous montre que depuis 1990, seules 1991 et 1996 ont un nombre de DJ supérieur à 2088 et peuvent donc être qualifiées de froides.

Figure : Evolution des degrés-jours et des émissions de gaz à effet de serre par secteur, de 1990 à 2004



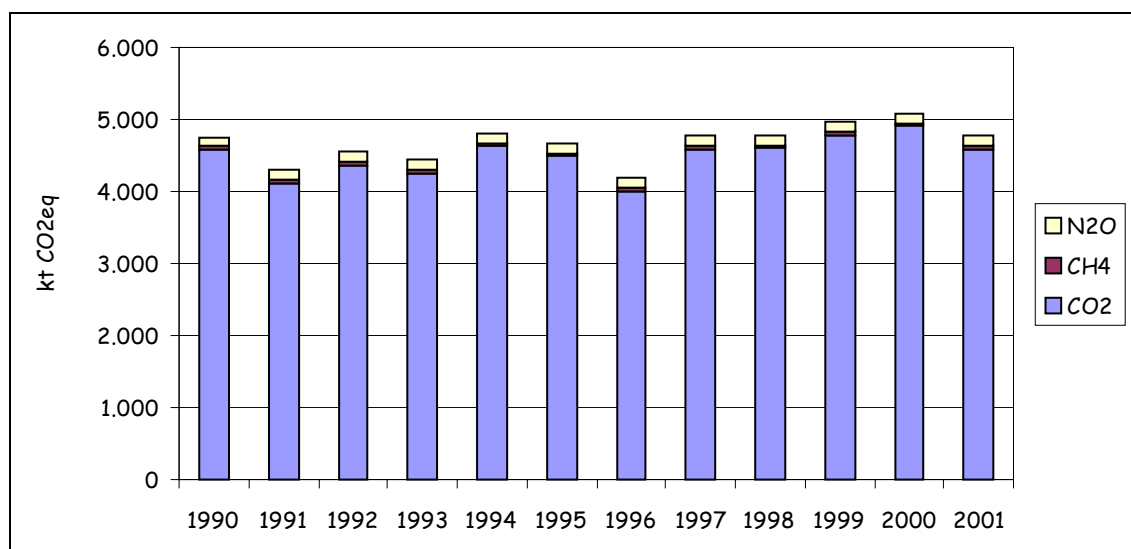
Pour évaluer les courbes de tendance des émissions, il est donc nécessaire de corriger les chiffres par un facteur de correction climatique lié au nombre de DJ.

Figure : Evolution des degrés-jours 15/15 entre 1970 et 2002



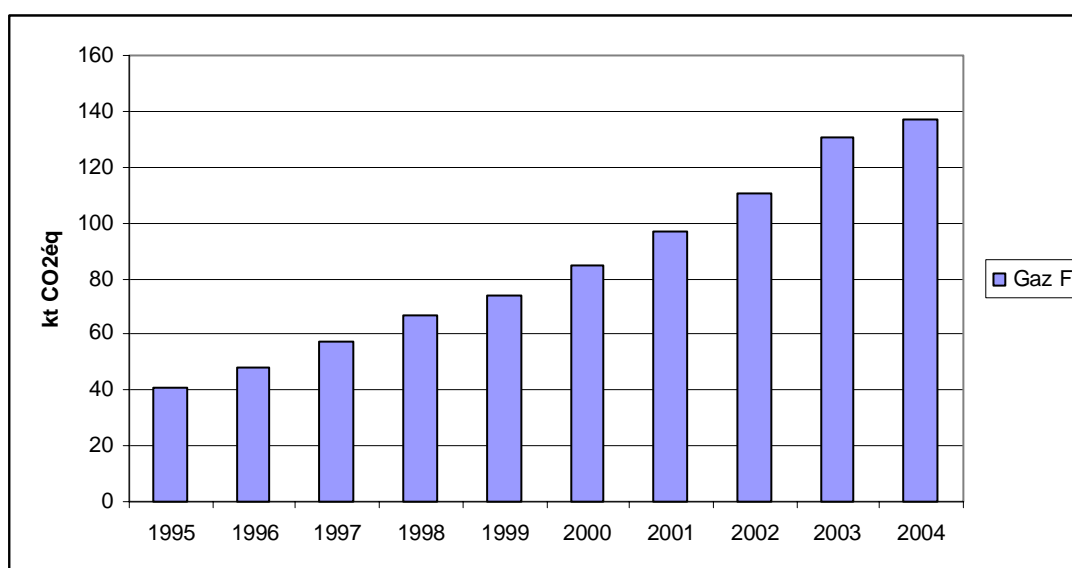
⁴⁵ degrés-jours = différence (exprimée en degrés centigrades) entre la température moyenne d'un jour déterminé et une température de référence (15°C). Les températures moyennes supérieures à la température de référence ne sont pas comptabilisées. Pour une période donnée (mois, année), on effectue la somme des degrés-jours de la période.

Figure : Evolution des émissions corrigées climat de 3 gaz à effet de serre entre 1990 et 2001



Il est important de noter par exemple que les années 1990 et 2000 sont toutes deux des années à hiver doux (même nombre de degrés-jours). La hausse des émissions observables entre ces deux années ne peut donc être imputée à des facteurs climatiques.

Figure : Evolution des émissions des gaz fluorés de 1995 à 2004

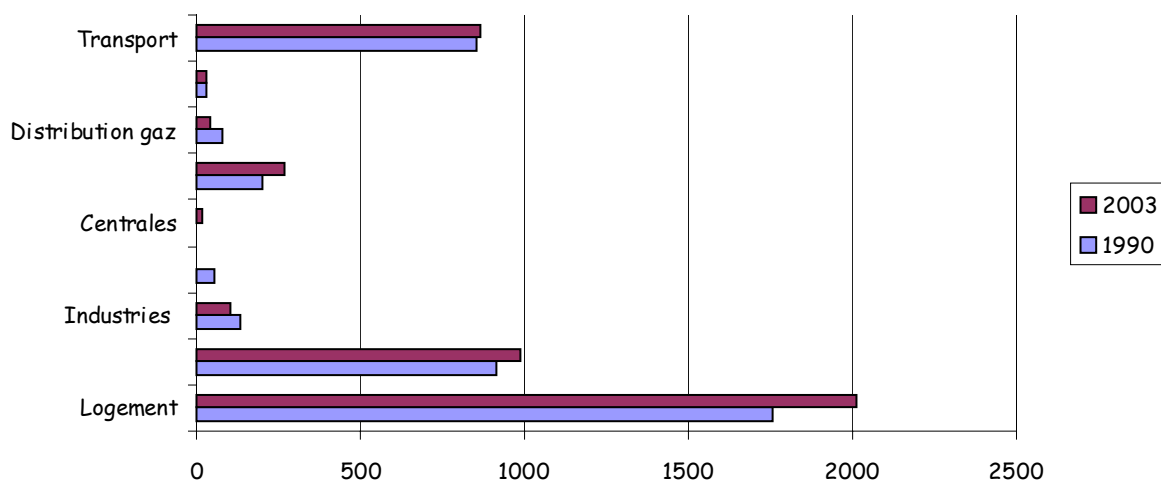


Les gaz fluorés ont une contribution négligeable dans le total des émissions de gaz à effet de serre. Néanmoins, les émissions de HFC ont augmenté graduellement depuis 1995 (+ 330 % en 2004). Les HFC sont utilisés, en remplacement des CFCs interdits par le Protocole de Montréal pour la protection de la couche d'ozone stratosphérique, principalement dans le secteur de la réfrigération et des mousses synthétiques.

3.2.4.3. Evolution de la répartition sectorielle des émissions

En Région bruxelloise, les émissions totales de GES (hors gaz fluorés) ont augmenté de 7% de 1990 à 2003. L'augmentation est due aux trois principaux secteurs sources: +15% pour le logement, +8% pour le tertiaire et +1% pour le transport. La diminution des émissions du secteur "autres" est due à la fermeture de la Cokerie Marly en 1993.

Figure : Evolution des émissions par secteur entre 1990 et 2003



3.2.5. Scénario 2010 de référence⁴⁶

Les émissions de gaz à effet de serre en RBC à l'horizon 2010 dans le cadre d'un scénario de référence (en l'absence de nouvelles mesures) pourraient augmenter de 35% par rapport à l'année de référence du Protocole de Kyoto (1990 pour CO₂, CH₄ et N₂O, 1995 pour les gaz fluorés HFC, PFC et SF₆).

Emissions de gaz à effet de serre en Région de Bruxelles-Capitale (1990-2010, scénario de référence)			
(kt équivalents CO ₂)	1990	2010	Croissance 1990-2010
CO ₂	3 788	4 819	27%
CH ₄	47	44	-6%
N ₂ O	128	168	31%
HFC	}26	337	1 196 %
PFC (*)			
SF ₆			
TOTAL	3 989	5 368	35%

(*) Année de référence pour HFC, PFC & SF₆ : 1995 au lieu de 1990

Sources :
 CO₂ : ECONOTEC (2003)
 CH₄ & N₂O : Communication IBGE
 HFC, PFC, SF₆ : ECONOTEC (2004),
 ECONOTEC & VITO (2003)

Pour le seul CO₂ (près de 95% des émissions de GES de la Région bruxelloise), la croissance globale est de 27% sur la période 1990-2010. En valeur absolue, la croissance 2001-2010 des émissions (+177 kt CO₂) se fait surtout dans le résidentiel (+111 kt CO₂) et le transport (+36 kt CO₂).

⁴⁶ « Potentiel de réduction des émissions de CO₂ en Région de Bruxelles-Capitale à l'horizon 2008-2012 », Econotec, décembre 2003
 « Analyse coûts-bénéfices des prescriptions techniques du plan Air-Climat de la Région de Bruxelles-Capitale », Econotec, juillet 2004

Emissions directes de CO₂

(kt)	1990	2001	2010 Scén. Référ.	Evolution 1990-2001	Evolution 2001-2010	Evolution 1990-2010
Transformation de l'énergie	209	263	271	25,8%	3,0%	29,7%
Cons. secteur énergie	61	0	0	-100,0%		-100,0%
Industrie	124	127	145	2,4%	14,2%	16,9%
Transport	792	839	875	5,9%	4,3%	10,5%
Résidentiel	1.708	2.173	2.354	27,2%	8,3%	37,8%
Tertiaire	894	1.089	1.174	21,8%	7,8%	31,3%
TOTAL	3.788	4.491	4.819	18,6%	7,3%	27,2%

Selon ce même scénario, les émissions de SO₂, NO_x et COV ne respecteraient pas les plafonds d'émissions à l'horizon 2010 qui devront être respectés (directive européenne 2001/81/CE) :

<u>Plafonds d'émissions à l'horizon 2010 en Région de Bruxelles-Capitale (tonnes)</u>			
	Sources stationnaires	Transports	Total
SO ₂	1 400	70	1 470
NO _x	3 000	2 370	5 370
COV	4 000	1 241	5 241

3.2.5.1. Impact de la climatisation des voitures particulières

Depuis quelques années, le nombre de voitures particulières équipées de climatisation augmente. Ces installations de production de froid utilisent du HFC 134a qui est un gaz à effet de serre couvert par le Protocole de Kyoto.

Récemment, on a estimé que les émissions de HFC 134a provenant de ces installations étaient en Belgique de l'ordre de 103 kt CO₂ eq en 2000 et pourraient atteindre 476 kt CO₂ eq en 2010 (ECONOTEC & VITO, 2003). Sur base d'une comparaison des parcs de véhicules, on en déduit qu'à Bruxelles, ces émissions pourraient se situer vers 15 kt CO₂ eq en 2000 et 67 kt CO₂ eq en 2010.

Lorsque ces installations de climatisation sont en fonctionnement, elles puisent une certaine quantité d'énergie sur le moteur du véhicule, ce qui augmente sa consommation de carburant. Le poids de l'appareillage peut également être à l'origine d'une surconsommation de carburant du véhicule.

L'impact de cette surconsommation sur les émissions annuelles de CO₂ dues au transport routier est difficile à évaluer puisqu'il dépend de la période de temps pendant laquelle le groupe de froid est effectivement en fonctionnement sur chaque véhicule. Les informations disponibles portent surtout sur des études sur banc d'essai (A.D. LITTLE, 1999). Parmi ces études, on peut trouver des comparaisons de calculs d'émissions tenant compte du climat. Pour un climat européen (en l'occurrence Francfort en Allemagne), ces calculs indiquent que les émissions de CO₂ liées à la surconsommation représenteraient 1/3 de celles dues aux fuites de réfrigérant, lorsque ces dernières sont évaluées en supposant un taux de fuite similaire à celui utilisé pour évaluer les émissions de HFC 134a ci-dessus.

De ces considérations, on peut déduire qu'en première approximation, les émissions de CO₂ (ou CO₂ équivalents) dues à la climatisation embarquée dans les voitures individuelles à Bruxelles sont de l'ordre de :

Emissions dues à la climatisation des voitures individuelles en Région de Bruxelles-Capitale

	2000 kt CO ₂ eq	2010 kt CO ₂ eq
Emissions directes de HFC 134a	15	67
Emissions dues à la surconsommation de carburant	4	24
Total	19	91

A première vue, la surconsommation de carburant ne représente qu'une fraction de la contribution de la climatisation embarquée aux émissions du transport routier, les fuites de réfrigérant en constituant la majeure partie. Par contre, l'impact global de la climatisation pourrait représenter en 2010 quelques 10% des émissions de ce secteur.

4. Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique

4.1. Couche d'ozone : écran solaire naturel

L'ozone est un gaz apparenté à l'oxygène que nous respirons; en effet, la molécule de l'oxygène contient deux atomes d'oxygène (O₂) et l'ozone en contient trois (O₃).

Présent en basse altitude dans la troposphère, l'ozone peut causer de graves problèmes au niveau des yeux, du nez et des voies respiratoires chez les humains et chez les animaux. Il peut altérer les cultures et les forêts. Il peut dégrader de nombreux matériaux.

A haute altitude, concentré en "couche d'ozone" dans la stratosphère, il constitue l'écran solaire naturel de notre planète. La couche d'ozone agit comme un filtre invisible qui protège toutes les formes de vie contre les dangers d'une surexposition aux rayons ultraviolets (UV) du soleil. En effet, une propriété physique importante de l'ozone est sa capacité d'absorber très efficacement les rayons ultraviolets (UV).

90% de tout l'ozone se concentre dans la stratosphère, à une distance située entre 15 et 35 km de la surface terrestre. La zone de plus forte concentration se situe à l'altitude de 25 km.

4.1.1. Destruction de la couche d'ozone

En soi, le rayonnement ultraviolet joue un rôle essentiel dans la formation de l'ozone. Dans la haute atmosphère, il brise les molécules d'oxygène, créant de la sorte des atomes d'oxygène libres qui se fixent sur des molécules d'oxygène intactes pour former des molécules d'ozone. La quantité totale d'ozone atmosphérique résulte d'un équilibre entre son taux de production et son taux de destruction par réaction photochimique avec d'autres gaz.

L'introduction de substances chimiques liées à l'activité humaine a changé la composition de l'atmosphère et a modifié l'équilibre du cycle naturel de destruction/formation d'ozone.

Les substances chimiques qui détruisent l'ozone présentent des caractéristiques communes : ce sont des composés stables en basse atmosphère qui contiennent du chlore ou du brome. Leur potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone varie en fonction de leur formule chimique particulière. Lorsque ces substances sont libérées, elles s'élèvent dans la stratosphère où, sous l'influence des rayons ultraviolets, elles se dissocient en libérant leur atome de chlore ou de brome.

L'atome de chlore ou de brome attaque l'ozone : il emporte un atome d'oxygène pour former du monoxyde de chlore/brome. Celui-ci se combine ensuite à un autre atome d'oxygène pour former une nouvelle molécule d'oxygène en libérant l'atome de chlore/brome. Cet atome peut ainsi continuer à dégrader des milliers d'autres molécules d'ozone. Cette destruction se poursuit jusqu'à ce que le chlore se combine au hasard avec une autre molécule pour former une substance stable et durable. A ce moment-là, il ne peut plus réagir avec l'ozone.

Parmi les substances contenant du chlore ou du brome et ayant un effet destructeur sur l'ozone, on trouve les chlorofluorocarbures (CFC), le tétrachlorure de carbone (CCl₄), le méthylchloroforme et les hydrochlorofluorocarbures (HCFC), les halons ou bromofluorocarbures (BFC), le bromure de méthyle et les hydrobromofluorocarbures (HBFC). Toutes ces substances sont des produits chimiques synthétiques.

4.1.2. Effet sanitaire et environnemental

Il a été prouvé qu'une exposition accrue aux ultraviolets a des effets nuisibles sur la santé humaine, détériore les écosystèmes marins et d'eau douce, réduit le rendement des cultures et est préjudiciable aux forêts.

Pour les humains, la principale répercussion d'une diminution d'épaisseur de la couche d'ozone est l'augmentation des cancers de la peau. La surexposition aux rayons du soleil peut également causer des affections oculaires, dont des cataractes, et elle pourrait même être à l'origine d'un affaiblissement du système immunitaire.

En outre, l'accroissement des niveaux des ultraviolets aura des répercussions sur l'agriculture, y compris sur bon nombre des principales cultures vivrières mondiales. On a noté un ralentissement de la croissance de certaines plantes comme l'orge et l'avoine à la suite d'une augmentation du rayonnement UV.

Dans les écosystèmes marins, les ultraviolets peuvent endommager les minuscules plantes unicellulaires connues sous le nom de phytoplancton, et qui sont à la base de la chaîne alimentaire. Un appauvrissement des sources de nourriture à ce stade initial pourrait se répercuter dans l'ensemble du système et affecter à la limite les populations de poissons.

L'augmentation des niveaux d'ultraviolets a aussi un effet sur la durée de vie des matériaux de construction utilisés à l'extérieur, plus particulièrement sur les plastiques (omniprésents dans nos maisons, sur les terrains de jeux, ...).

Au nombre des autres sources d'inquiétude, il convient encore de mentionner les effets à long terme de l'exposition pendant de nombreuses années à des niveaux élevés de rayonnement UV, de même que les effets des rayons UV en combinaison avec d'autres facteurs de stress pour l'environnement tels que les changements climatiques, les pluies acides et la présence de produits chimiques toxiques.

4.1.3. Lien avec l'effet de serre

La destruction de l'ozone et le réchauffement planétaire sont deux phénomènes causés principalement par des changements de la composition de l'atmosphère dus à l'activité humaine. Le réchauffement planétaire provient de l'accumulation, dans l'atmosphère, de gaz qui emprisonnent la chaleur et non de l'appauvrissement de la couche d'ozone. Certains produits chimiques qui détruisent l'ozone, comme les CFC et les halons, emprisonnent également la chaleur et contribuent au réchauffement planétaire.

4.2. Contribution du secteur des transports

Les émissions directes d'oxydes d'azote (NO_x) dans la stratosphère à partir des avions contribuent à l'appauvrissement de la couche d'ozone en catalysant la destruction d'ozone et peut-être également en favorisant la formation de nuages polaires stratosphériques qui activent la destruction d'ozone (AEE, 1995a).

Les transports sont également à l'origine du rejet de polluants persistants dont les niveaux d'émission sont très faibles mais qui, du fait de leur durée de vie importante, peuvent atteindre des niveaux nocifs. Les plus connus de ces polluants persistants liés aux véhicules à moteur sont les chlorofluorocarbones (CFC) - gaz réfrigérant qui s'échappe des systèmes d'air conditionné - qui contribuent à la destruction de la couche d'ozone au niveau de la stratosphère⁴⁷. La fabrication de l'équipement électronique, des composants plastiques et de la mousse de plastique qui rembourre les sièges est aussi à l'origine d'émissions de CFC (OCDE/CEMT, 1995).

Selon l'OCDE (1996a), la moitié environ des véhicules fabriqués dans le monde comportent un système de conditionnement de l'air. Cependant, suite aux programmes de réduction de la production de substances détruisant la couche d'ozone mis en œuvre dans le cadre du Protocole de Montréal, la plupart des systèmes d'air conditionné des véhicules mis en service dans les pays de l'OCDE depuis 1993 fonctionnent avec des hydrofluorocarbones (HFC). Les HFC ne contiennent ni chlore ni brome et ne détruisent donc pas la couche d'ozone ; ils participent néanmoins à l'effet de serre. Par ailleurs, les systèmes de conditionnement d'air utilisant les HFC présentent un rendement moindre et consomment dès lors davantage de carburant.

5. Emissions atmosphériques

L'essentiel des émissions atmosphériques générées par les systèmes de transport résulte de la combustion et de l'utilisation d'hydrocarbures. La pollution due au transport électrique, notamment le transport ferroviaire, est liée aux émissions générées par les centrales qui produisent l'électricité.

Dans les émissions liées au transport routier, on distingue trois types d'émissions atmosphériques :

⁴⁷ L'ozone (O_3) stratosphérique se forme par réaction entre une molécule d'oxygène (O_2) et un atome d'oxygène formé par photo dissociation d'une molécule d' O_2 . Les molécules de CFC ont une durée de vie importante et leur apport dans la stratosphère peut aboutir, suite à une série de réactions, à la formation de substances très oxydantes qui réagissent avec les radicaux O qui ne sont dès lors plus disponibles pour former de l'ozone.

- les émissions à l'échappement c'est à dire les émissions dues à la combustion de carburant lors du déplacement
- les émissions lors du remplissage à la pompe. Elles ne concernent que les composés organiques volatils
- les émissions évaporatives c'est à dire les émissions dues à l'évaporation du carburant dans le réservoir et le moteur. Elles ne concernent que les composés organiques volatils

5.1. Introduction : combustion de combustibles fossiles

Le moteur à explosion est de par son principe un moteur polluant. L'inflammation à haute température du mélange explosif air - carburant décompose les constituants de l'air : l'azote réagit avec l'oxygène pour générer des oxydes d'azote (NO et NO₂).

Les combustibles utilisés (essence, diesel) sont constitués d'un mélange d'hydrocarbures (HC).

Si la combustion des HC était parfaite et complète et si le mélange d'HC ne contenait aucuns additifs et aucunes impuretés, le moteur à explosion émettrait uniquement de la vapeur d'eau (H₂O) et du gaz carbonique (CO₂).

Mais d'une part la combustion des HC se produit très rapidement empêchant l'oxydation de certains atomes de C ; ceci engendre une émission de CO. Par ailleurs, une partie du combustible reste imbrûlé et est rejeté dans l'air. D'autre part, la présence d'additifs génère des émissions supplémentaires : le plomb et le manganèse utilisés comme anti-détonnant ainsi que le zinc et le cadmium utilisés dans les lubrifiants se retrouvent dans l'air. Enfin, la présence d'impuretés génère des émissions de SO₂, de poussières, des HAP, des composés halogénés (HCl, HBr), ...

Les principaux polluants atmosphériques émis par les véhicules sont:

- le dioxyde de carbone (CO₂) produit par l'oxydation du carbone des carburants ;
- le monoxyde de carbone (CO) provenant d'une combustion incomplète du carburant ;
- les oxydes d'azote (NO_x) formés à haute température par oxydation de l'azote de l'air, principalement NO et NO₂ ;
- les particules résultant d'une part d'une combustion incomplète du carburant (notamment pour les véhicules diesel) et d'autre part de phénomènes d'usure et de frottement ;
- les composés organiques volatils (COV) comprenant des hydrocarbures (alcane, alcène, aromatique monocyclique et notamment benzène et toluène, certains HAP légers...) et des composés oxygénés (aldéhydes, acides, cétones, éthers...);

L'évaporation du carburant lors du remplissage du réservoir et au niveau de l'alimentation des véhicules est également une source d'émission, notamment pour l'essence plus volatile que le gazole;

- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), tels que le benzo(a)pyrène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(g,h,i)pérylène et le benzo(a)anthracène. Ces composés lourds se retrouvent, pour certains à la surface des particules, alors que les plus volatils, émis en moins grande quantité, sont présents dans la phase gazeuse ;
- le dioxyde de soufre (SO₂) formé à partir du soufre contenu dans le gazole et les essences ;
- les métaux (plomb notamment) présents initialement dans les huiles et les carburants.

Par ailleurs, les NO_x et les COV évoluent chimiquement dans la troposphère sous l'effet des rayonnements ultraviolets et sont à l'origine d'une pollution photochimique dont le principal composant est l'ozone troposphérique (O₃).

5.1.1. Trafic Routier

Les bilans d'émissions font état d'une part de plus en plus importante du trafic routier dans les rejets de polluants atmosphériques. Cette évolution résulte, d'une part, de la diminution des rejets de sources fixes et, d'autre part, de la croissance du trafic et du parc de véhicules (en particulier des véhicules diesel).

Les émissions émises par le trafic automobile sont d'autant plus préoccupantes qu'elles ont la particularité d'être émises à proximité immédiate des individus et qu'elles sont susceptibles d'altérer la qualité de l'air des habitations proches des voiries. Par ailleurs, les concentrations des polluants émis directement par les véhicules peuvent être parfois considérables (habitacle des voitures ralenties dans des embouteillages, parkings en sous-sol, tunnels).

Les polluants émis par les véhicules routiers dépendent d'un grand nombre de facteurs : mode de fonctionnement des moteurs (type d'allumage, taux de compression), équipements de dépollution (catalyseurs, filtres, etc.),

puissance du véhicule, type de carburant (essence, gazole, gaz naturel, etc.) mais aussi conditions de fonctionnement du véhicule (vitesse, température ambiante, type de conduite, etc.)⁴⁸.

5.1.2. Transport Aérien

En ce qui concerne les transports aériens, les principales préoccupations environnementales sont relatives aux émissions de NO_x et CO_2 qui sont émises à des altitudes de plus en plus élevées (changements technologiques et modifications de l'organisation du trafic aérien), ce qui accentue encore l'effet sur le réchauffement climatique. Les turboréacteurs émettent également des fumées et des particules. Enfin, les émissions directes de NO_x dans la stratosphère par les avions sont aussi la cause d'un appauvrissement de la couche d'ozone.

5.1.3. Transport ferroviaire

Les émissions liées au transport ferroviaire sont faibles par rapport à celles provenant du trafic routier et aérien. L'électrification des lignes ferroviaires peut réduire considérablement l'énergie totale nécessaire pour le fonctionnement d'un réseau et, parallèlement, les émissions liées à la consommation d'énergie (AEE, 1995a). En général, l'alternative au train électrique est le diesel. Au sein de l'Union européenne, le degré d'électrification varie considérablement.

5.1.4. Transport maritime

Au niveau du transport maritime, le chargement et le stockage du fuel peuvent induire l'émission de vapeurs de COV. Les émissions de SO_2 par les navires peuvent être très importantes suite au contenu élevé en soufre des carburants bon marché utilisés dans le transport maritime. La navigation maritime serait ainsi responsable de plus de 4% des émissions mondiales de SO_2 et d'environ 7% des émissions de NO_x (Degobert, 1992). Les émissions résultant du transport de marchandises par les voies d'eau intérieures sont inférieures (EEA, 1995a).

5.1.5. Véhicules "Hors routes"

Notons encore que, comme cela a été mis en évidence par différentes études établies au niveau national, les émissions des véhicules "hors route" (par ex.: tracteurs, engins de construction, tondeuses à gazon, etc.) peuvent également être parfois significatives. Par exemple, il a été estimé qu'en Californie, les sources mobiles "hors route" représentaient 9,3% des émissions d'hydrocarbures, 8,1% des émissions de CO et 25,4% des émissions de NO_x (Degobert, 1992).

5.2. Inventaire général des émissions atmosphériques régionales et contribution du transport

Les émissions de polluants atmosphériques ne sont pas mesurées mais calculées sur base d'un modèle mathématique international. Les sources d'émission considérées sont le chauffage des bâtiments (logements et tertiaire), les transports, la nature et des activités industrielles spécifiques. Ce modèle est continuellement soumis à des révisions en fonction des développements de la recherche scientifique.

Les émissions dues aux transports regroupent les émissions dues au trafic routier, ferroviaire et fluvial. En matière de transports routiers, elles sont calculées à l'aide d'un modèle international adapté par l'IBGE aux caractéristiques du trafic et du parc automobile bruxellois.

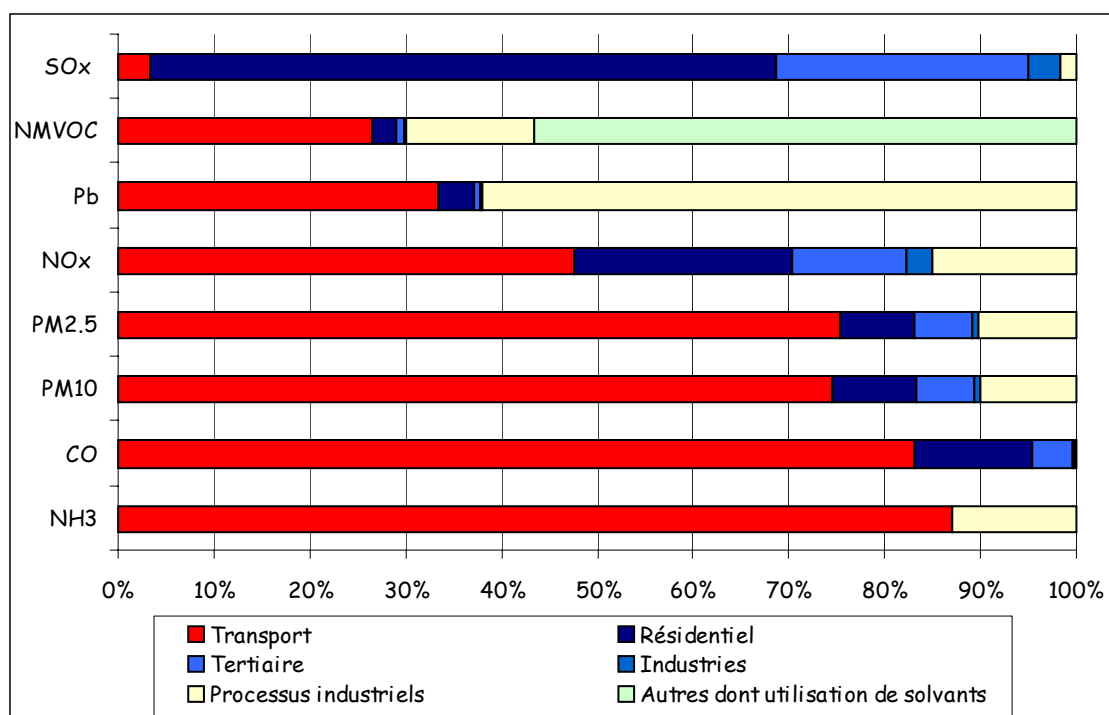
Le tableau ci-dessous reprend les émissions de 2003. Elles sont calculées sur base des consommations énergétiques, de données descriptives du trafic et des activités économiques régionales.

⁴⁸ Selon l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Ademe, France) cité par Delepierre-Dramais, les facteurs susceptibles de faire augmenter les émissions polluantes de la voiture sont principalement : la conduite agressive (augmentation des HC et des CO) ; une conduite mal adaptée (augmentation des HC et des CO) ; un moteur mal réglé (augmentation des HC et des CO, diminution des NO_x) ; un départ avec un moteur froid (augmentation des imbrûlés, des HC et CO) ; une circulation très lente (augmentation des CO_2 , CO et HC).

Figure : Emissions atmosphériques régionales, 2003

	NOx	CO	NMVOG	SOx	NH3	TSP	PM10	PM2.5	Pb
2003	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Mg	Mg	Mg	Mg
Résidentiel	1,60	1,92	0,20	1,05	0,00	45,03	31,97	27,56	0,04
Tertiaire	0,84	0,66	0,07	0,43	0,00	23,03	22,56	22,35	0,01
Industries	0,20	0,03	0,00	0,05	0,00	2,59	2,37	2,17	0,00
Transport	3,35	12,88	2,09	0,05	0,08	275,31	273,76	272,29	0,34
Processus indus	1,05	0,03	1,06	0,03	0,01	36,73	36,73	36,73	0,64
Autres dont uti	0,00	0,00	4,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	7,05	15,51	7,91	1,61	0,09	382,69	367,39	361,09	1,03

Figure : Part de la responsabilité des différentes activités dans les émissions atmosphériques, 2003



Les polluants sont classés d'après l'importance de la part due à la consommation énergétique (chauffage et transport) dans leurs émissions totales. Ce graphique illustre exclusivement les émissions produites dans le périmètre de la Région.

Le chauffage (y compris l'utilisation domestique de l'énergie) est responsable de 73% des émissions de CO₂, de 95% de SO_x et de 32% de N₂O.

Le transport est responsable de 83% des émissions de CO, de 47% de NO_x, de 33,3% de plomb et de 27 % de COVNM (composés organiques volatils non-méthaniques).

Les procédés industriels (distribution de gaz inclus) sont responsables de 80 % des émissions de CH₄, de 14 % de dioxines, de 73% de cadmium, de 81% de mercure, de 62% de plomb et de 9 % des émissions de COVNM (hors utilisation de solvant dans l'industrie (14 %)).

5.3. Oxydes d'azote (incidence locale, régionale et mondiale)⁴⁹

5.3.1. Description du problème

Le NO n'est pas toxique pour l'homme mais il mérite néanmoins toute notre attention vu qu'il est l'un des précurseurs de certains processus photochimiques (formation d'ozone troposphérique). Le NO₂ est toxique pour l'appareil respiratoire. Les personnes asthmatiques et les malades pulmonaires chroniques subissent des effets suite à une exposition prolongée à des concentrations de l'ordre de quelques dixièmes de ppm.

⁴⁹ Données IBGE : « Air-données de base pour le plan », fiche n°8

Les NOx contribuent à l'acidification de l'environnement. Les émissions acidifiantes perturbent la composition de l'air, des eaux de surface et du sol. Ainsi, elles portent préjudice aux écosystèmes (dépérissement forestier, acidification des lacs d'eau douce, atteinte aux chaînes alimentaires aquatiques douces et marines, etc.) et dégradent les bâtiments et les monuments.

Les oxydes d'azote sont produits par l'oxydation de l'azote de l'air lors de tout processus de combustion à haute température (trafic, chauffage domestique, production énergétique, production chimique spécifique, ...). Cette émission de NOx a lieu principalement sous forme de NO (~90%) et, dans une moindre mesure, de NO2 (~10%).

La proportion NO/NO2 dans l'air ambiant dépend d'équilibres chimiques entre les substances NO, NO2, O2 (oxygène) et O3 (ozone) :

- dans l'air ambiant, le NO s'oxyde naturellement en NO2 en présence d'oxygène (O2)
 $\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{NO}_2$ (processus lent)
- la formation d'ozone en présence de NO2 et de lumière (UV), et la destruction d'ozone en présence de NO répondent à l'équation suivante :
 $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{UV} \leftrightarrow \text{O}_3 + \text{NO}$

En l'absence de composés organiques volatils (COV), un équilibre dynamique s'installe entre la formation et la destruction de l'ozone. Cet équilibre est cependant perturbé par les produits réactionnels des COV qui bloquent le NO présent ; il ne sera donc pas disponible pour détruire l'ozone. En outre, le NO est oxydé par l'intermédiaire des COV en NO2 qui permet la reformation de l'ozone.

En présence de trafic important et donc de NO en excès, l'O3 formé est détruit et l'équilibre est déplacé dans le sens de la formation de NO2 (réaction rapide, de l'ordre de quelques minutes).

5.3.2. Contribution du secteur des transports

Les principales sources d'émission de NOx en 2003 sont les processus de combustion liés aux transports (47%) et au chauffage des bâtiments ainsi que ceux liés aux processus industriels (incinérateurs).

Figure : Répartition sectorielle des émissions régionales de NOx en 2003(%)

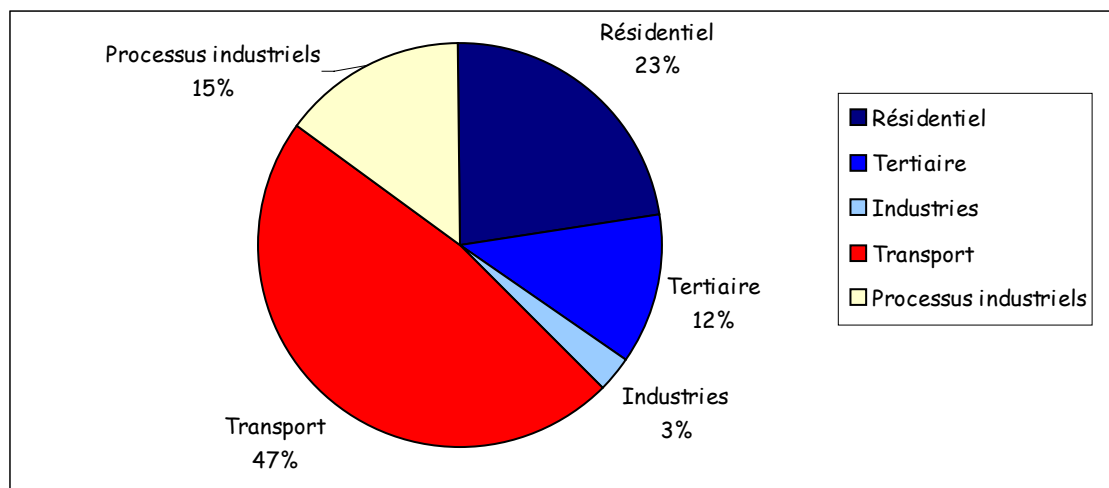
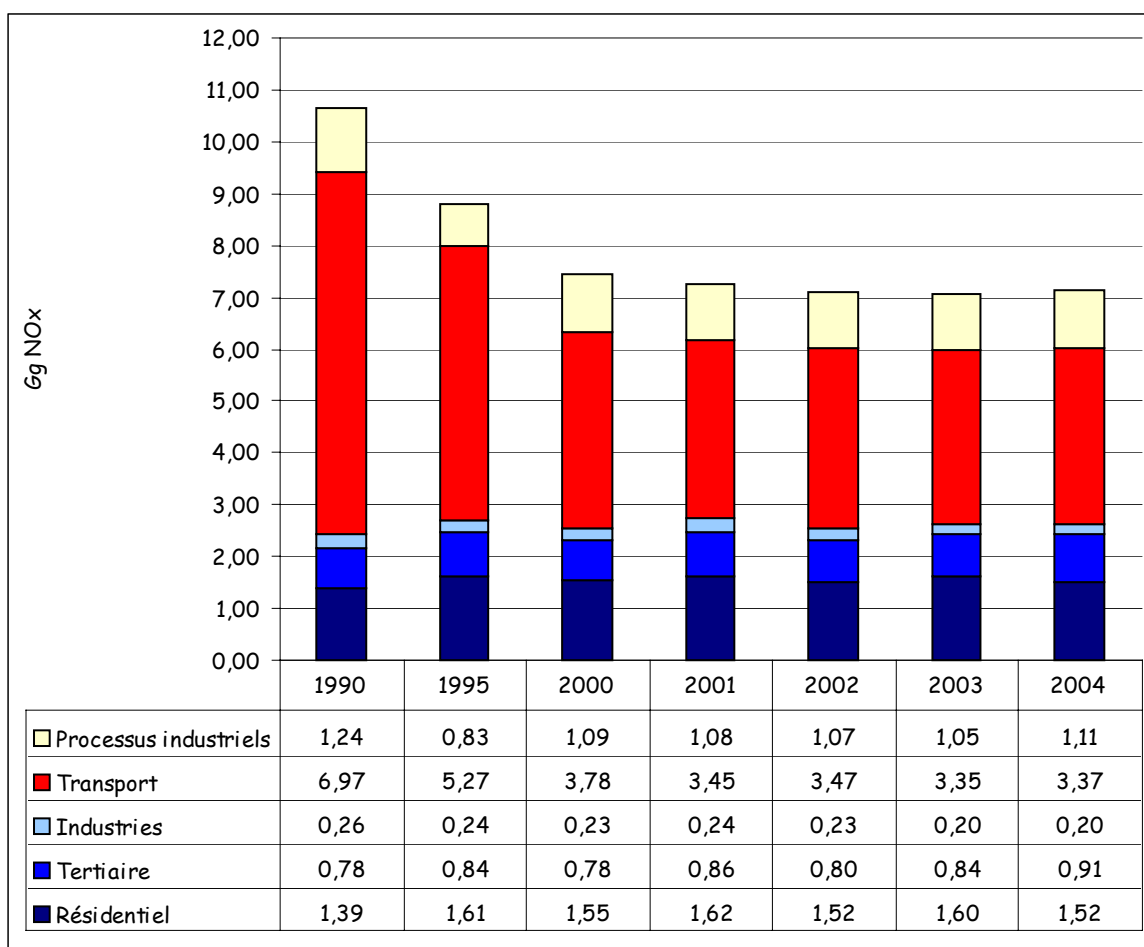


Figure : Evolution sectorielle des émissions régionales de NOx en tonnes (1990 - 2004⁵⁰)

5.4. Dioxyde de soufre (incidence locale et régionale)⁵¹

5.4.1. Description du problème

A forte concentration, le dioxyde de soufre (SO₂) peut avoir de graves effets sur la santé. Des expositions répétées pendant des temps courts à des concentrations élevées (250 µg/m³), associées à des expositions permanentes plus faibles augmentent la prévalence des bronchites chroniques, particulièrement chez les fumeurs et les personnes sensibles. Des concentrations élevées incommode les personnes sensibles souffrant d'affections respiratoires chroniques.

En présence d'eau, le dioxyde de soufre forme de l'acide sulfurique (H₂SO₄). Il contribue à l'acidification de l'environnement. Les émissions acidifiantes perturbent la composition de l'air, des eaux de surface et du sol. Ainsi, elles portent préjudice aux écosystèmes (dépérissement forestier, acidification des lacs d'eau douce, atteinte aux chaînes alimentaires aquatiques douce et marine, etc.) et dégradent les bâtiments et les monuments.

5.4.2. Contribution du secteur des transports

Les émissions de SO_x par les transports sont formées à partir du soufre contenu dans le diesel et les essences. Les émissions de SO_x par les transports proviennent essentiellement des véhicules et locomotives diesels, des navires (utilisation de carburants à forte teneur en soufre) et des véhicules "off road".

La part du secteur des transports dans les émissions de SO_x varie fortement entre les pays. Elle est peu élevée par rapport aux autres secteurs (production d'électricité, chauffage, industrie) puisque selon l'AEE, cette part s'élevait en 1990 à environ 3% des émissions totales de SO_x dans l'ensemble de l'Europe. La plupart des pays

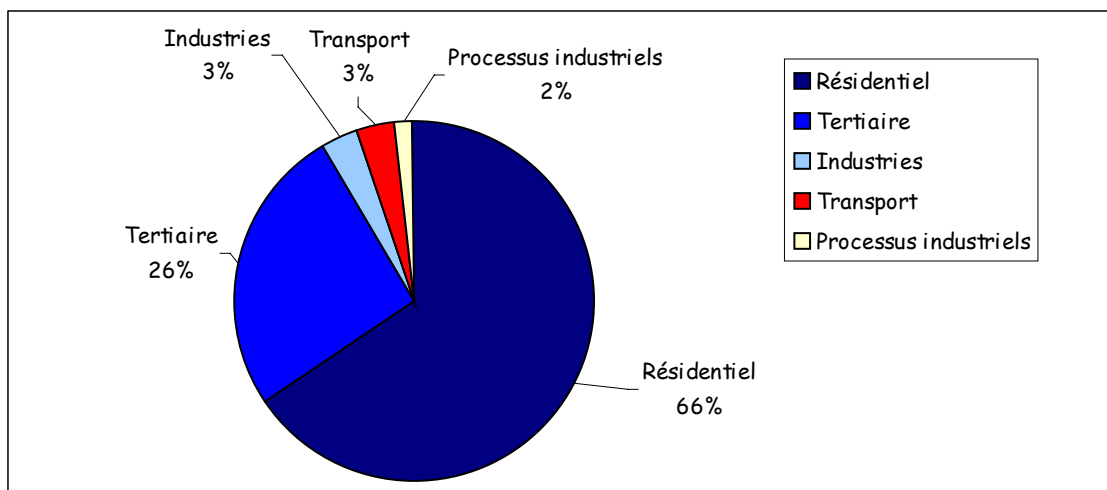
⁵⁰ 2004 Données provisoires

⁵¹ Données IBGE : « Air-données de base pour le plan », fiche n°6

européens ont connu ces dernières années des réductions des émissions de SO_2 . Celles-ci sont liées à une utilisation de plus en plus importante du nucléaire et du gaz naturel, à la baisse des intensités énergétiques, à la réglementation réduisant la teneur en soufre de certains combustibles fossiles et à l'épuration des fumées.

En Belgique, selon le dernier reportage LRTAP⁵² la part du transport interne dans les émissions anthropiques de SO_x serait maintenant inférieure à 1%. A Bruxelles, la part du transport dans les émissions de dioxyde de soufre (SO_2) s'élève à 3% en 2003.

Figure : Répartition sectorielle des émissions régionales de SO_x en 2003 (Gg SO_2)



5.5. Monoxyde de carbone (incidence locale, régionale et mondiale)⁵³

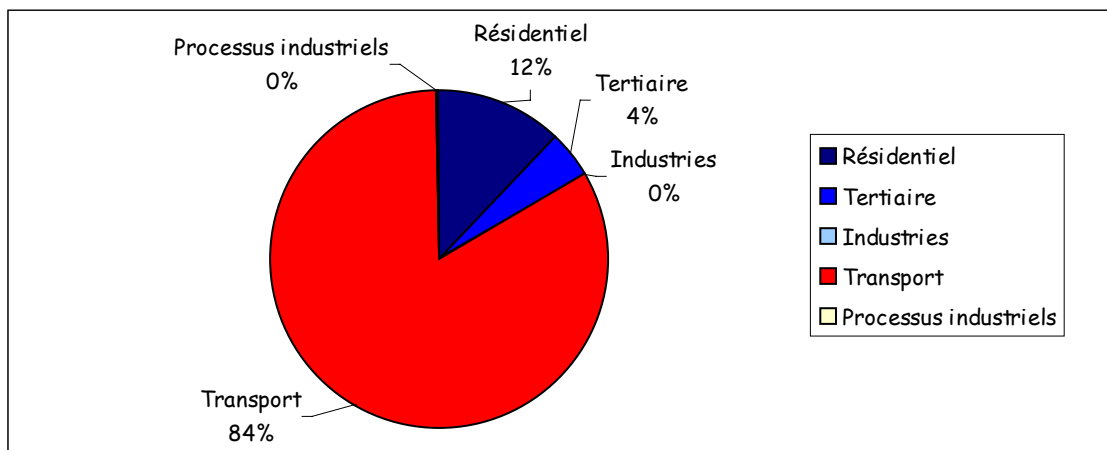
5.5.1. Description du problème

Le monoxyde de carbone (CO) se fixe de façon irréversible sur l'hémoglobine du sang, bloquant l'oxygénation du système nerveux et du cœur. A une exposition importante, il peut être à l'origine d'une intoxication provoquant des maux de tête, des vomissements, laisser des séquelles neurologiques irréversibles et causer la mort lors d'exposition prolongée.

5.5.2. Contribution du secteur des transports

Le monoxyde de carbone (CO) résulte de la combustion incomplète de matériaux contenant du carbone (combustibles, ...) et est donc principalement émis par la circulation automobile (moteurs froids ou mal réglés). Le monoxyde de carbone provient également du mauvais réglage des chauffe-eau au gaz.

Figure : Répartition sectorielle des émissions régionales de CO en 2003 (Gg)



⁵² Données établies dans le cadre de la convention de Genève sur le transport transfrontière de polluants atmosphériques

⁵³ Données IBGE : « Air-données de base pour le plan », fiche n°14

A Bruxelles, la part du transport dans les émissions de CO s'élevait à 84% en 2003.

5.6. Les Poussières⁵⁴ (incidence locale et régionale)

5.6.1. Description du problème

"Poussières" est un terme générique désignant toutes les particules de matière en suspension dans l'air ambiant ; c'est le seul polluant pour lequel aucune définition chimique n'est utilisée. Ce terme recouvre une vaste gamme de tailles et de compositions physico-chimiques différentes.

On distingue trois types différents de particules (PM : "particulate matter") :

- les particules totales : l'ensemble des particules dans l'air
- les particules fines (PM₁₀) : les particules de diamètre inférieur à 10 µm
- les particules très fines (PM_{2.5}) : les particules de diamètre inférieur à 2.5 µm

Les grosses particules (diamètre > à 10µm) n'ont qu'un faible impact sur la santé : elles se déposent très rapidement sur le sol ou encore elles sont arrêtées au niveau du nez et ne pénètrent pas dans l'organisme.

Les particules fines et très fines pénètrent plus ou moins profondément dans l'organisme selon leur taille. Les PM₁₀ sont arrêtées par les voies respiratoires supérieures et moyennes, tandis que les PM_{2.5} atteignent les alvéoles pulmonaires. Les deux catégories sont responsables de l'irritation des voies respiratoires, de l'altération de la fonction respiratoire surtout chez l'enfant, de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des crises d'asthmes chez des sujets asthmatiques, ...

Leur degré de toxicité sur l'homme et l'environnement dépend également de leur nature chimique et de leur éventuelle association à d'autres polluants. En effet, les poussières servent souvent de support à des substances toxiques ou cancérogènes, notamment des métaux lourds et des HAP, ...

Outre les risques pour la santé, les poussières absorbent et diffusent la lumière, limitant ainsi la visibilité ; elles suscitent la formation de salissure par dépôt et peuvent avoir une odeur désagréable.

5.6.2. Contribution du secteur des transports

5.6.2.1. Emissions primaires de PM₁₀ et PM_{2.5}

L'origine des particules varie en général selon leur taille.

Les PM₁₀ sont essentiellement des particules primaires qui proviennent de l'abrasion mécanique de matières solides (frottement de surface, construction et démolition, traitement de sols, ...). Par temps sec, la concentration de PM₁₀ dépend de l'équilibre entre leur dispersion dans l'air et de leur retombée par gravité. Ces particules ont une durée de vie de quelques minutes à quelques heures et ne sont transportées que sur des petites distances (max 10 km).

Les PM_{2.5} se partagent entre particules émises telles quelles (PM_{2.5} "primaires") et particules formées dans l'air (PM_{2.5} "secondaires"). Les PM_{2.5} primaires sont principalement des particules carbonées provenant de la combustion du bois, du charbon et des gaz d'échappement des véhicules diesel (condensation de vapeurs très chaudes pendant la combustion). Les PM_{2.5} secondaires proviennent de réactions chimiques entre gaz émis dans l'atmosphère (SO₂, NO_x, VOC), de nucléation de molécules de gaz, de condensation de gaz et de réactions gazeuses dans des gouttelettes d'eau. Ces particules ont une durée de vie relativement longue, qui se chiffre en jours ou en mois. Par temps sec, la concentration des PM_{2.5} dépend de leur taux de formation et de leur transport, donc des conditions météorologiques (une particule fine peut être transportée sur des distances allant jusqu'à plus de 100 km).

⁵⁴ Données IBGE : « Air-données de base pour le plan », fiche n°23

Tableau : Emissions sectorielles de PM₁₀ en RBC de 1990 à 2004⁵⁵

PM 10	Mg (tonnes)	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Consommation énergétique	logement	6,2%	8,6%	8,5%	9,3%	8,9%	8,7%	8,6%
Consommation énergétique	tertiaire	3,6%	5,0%	5,8%	6,5%	6,0%	6,1%	6,0%
Consommation énergétique	industrie	0,4%	0,6%	0,6%	0,7%	0,6%	0,6%	0,7%
transport	routier	39,6%	59,0%	68,8%	66,2%	67,1%	66,5%	65,7%
transport	fluvial	2,0%	3,0%	4,5%	5,0%	5,2%	5,5%	6,2%
transport	ferroviaire	1,3%	1,8%	2,5%	2,6%	2,4%	2,5%	2,4%
processus industriels	production électrique	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
processus industriels	cokerie	34,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
processus industriels	incinération,,,	12,4%	22,0%	9,3%	9,7%	9,8%	10,0%	10,3%
processus industriels	divers	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
processus industriels	de distribution de gaz, d'essence	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
utilisation solvants		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
nature		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
total hors nature		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tableau : Emissions sectorielles de PM_{2,5} en RBC de 1990 à 2004

PM2,5	Mg (tonnes)	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Consommation énergétique	logement	6,0%	7,0%	7,3%	8,1%	7,7%	7,6%	7,5%
Consommation énergétique	tertiaire	4,3%	5,0%	5,9%	6,5%	6,1%	6,2%	6,1%
Consommation énergétique	industrie	0,5%	0,6%	0,5%	0,6%	0,5%	0,6%	0,7%
transport	routier	50,5%	60,3%	70,1%	67,5%	68,3%	67,7%	66,8%
transport	fluvial	2,4%	2,9%	4,3%	4,8%	5,1%	5,3%	6,0%
transport	ferroviaire	1,6%	1,7%	2,4%	2,5%	2,3%	2,4%	2,4%
processus industriels	production électrique	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
processus industriels	cokerie	18,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
processus industriels	incinération,,,	15,9%	22,5%	9,5%	9,9%	10,0%	10,2%	10,5%
processus industriels	divers	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
processus industriels	de distribution de gaz, d'essence	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
utilisation solvants		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
nature		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
total hors nature		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Les tableaux ci-dessus illustrent exclusivement les émissions produites dans le périmètre de la Région.

5.6.2.2. Comparaison des résultats de mesures aux différentes stations⁵⁶

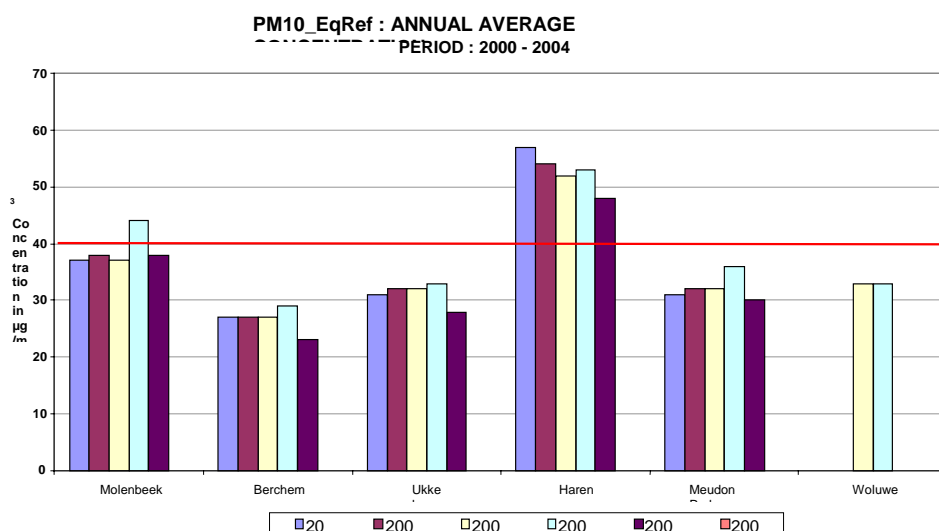
L'analyse des résultats de mesures permet de déduire certains éléments concernant l'origine des PM₁₀ mesurés.

a) Concentration moyenne annuelle

Les moyennes annuelles des stations sont assez homogènes dans le temps et dans l'espace à l'exception de la station de Haren qui est en zone industrielle et proche d'un site retraitant des déchets de construction.

⁵⁵ 2004 : données provisoires ; PM transport routier : seules les émissions liées à la combustion ont été estimées, celles liées aux frottements mécaniques n'ont pas été intégrées

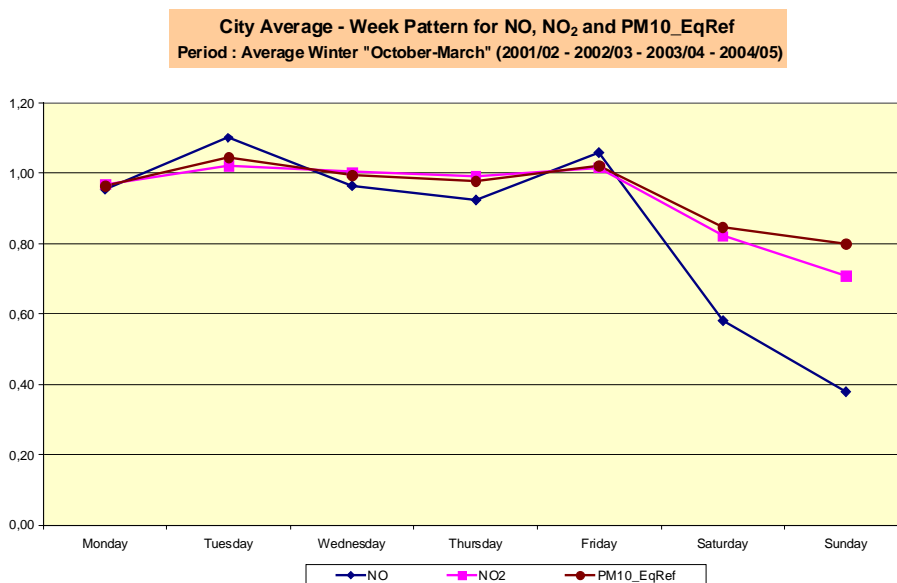
⁵⁶ "Airborne particle granulometry and micromorphology during working and not working days in the Brussels environment." ; Etude réalisée par l'ULB, l'IBGE et l'Université Ben Gourion (Israël) et présentée à Fourteenth International Conference on Modelling, Monitoring and Management of Air Pollution ; The New Forest, UK "Temporal variations of airborne particles concentration in the Brussels environment" ; Etude réalisée par l'ULB, l'IBGE et l'Université Ben Gourion (Israël) ; Article à paraître dans la revue « Journal of Environmental Monitoring and Assessment »



La station de Molenbeek est sous l'influence directe du trafic alors que la station de Uccle est considérée comme station de fonds pour Bruxelles, peu soumise à l'influence d'un trafic proche. La station de Berchem est proche du ring et celle de Woluwe est à proximité d'une autoroute ; celle de Meudon est dans un parc.

Les concentrations de la station la plus exposée au trafic sont 20% plus élevées.

b) Comparaisons jours ouvrables - week end



La concentration en NO qui est le polluant le plus caractéristique du trafic diminue de 40 à 60 % durant le week-end ; celle des PM₁₀ ne diminue que de 15 à 20 %.

De ces deux derniers points, il ressort que dans les conditions météorologiques normales, le trafic génère, par émission et remise en suspension de l'ordre de 20 % des PM₁₀ mesurés.

En 2005, les nombres de dépassements observés sont repris dans le tableau suivant :

	Molenbeek	Uccle	Haren
Total	42	23	66
Week-end	13	8	7

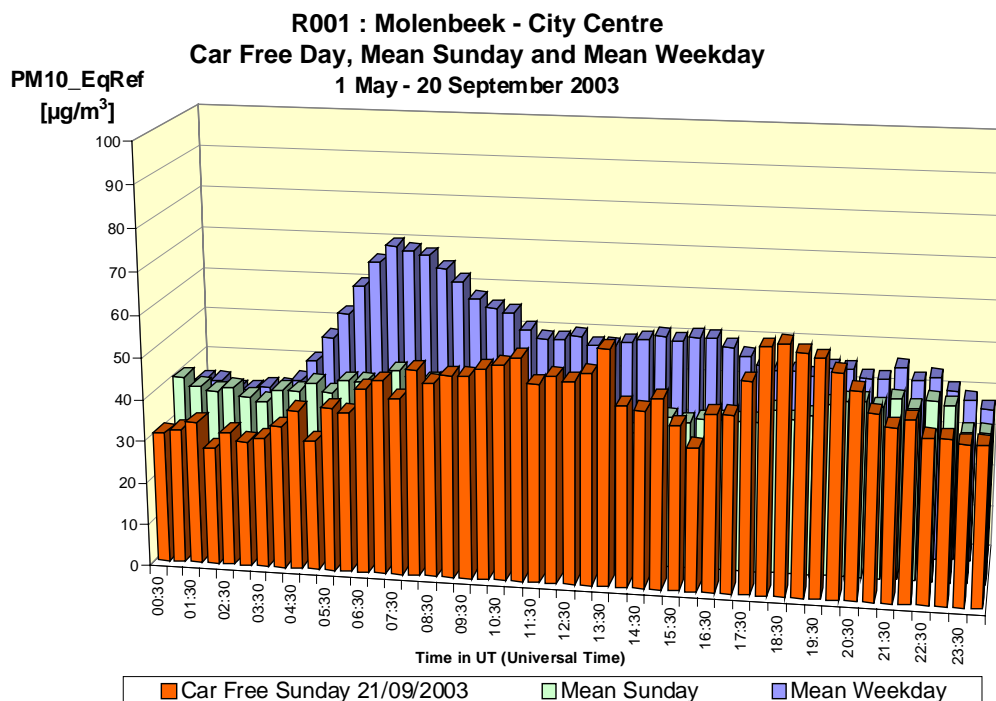
20 à 30 % des dépassements observés ont lieu le week-end sauf à Haren où ils sont surtout associés à l'activité industrielle.

c) Observations particulières : influence de la météo et de l'absence de trafic

Alors que pour l'ensemble des polluants, les niveaux de concentrations élevés sont associés à des conditions météorologiques défavorables (mauvaise dispersion en cas de couches d'air stables et peu de vents), pour les

PM_{10} , des concentrations élevées sont aussi observées avec des vitesses de vent relativement élevées, par temps sec aussi bien qu'en cas de forte humidité de l'air.

Ainsi, durant le dimanche sans voitures du 21/9/2003, (et sans chauffage car la température était de 30°C l'après-midi) les concentrations en PM_{10} ont été du même niveau que celle d'un jour ouvrable moyen.



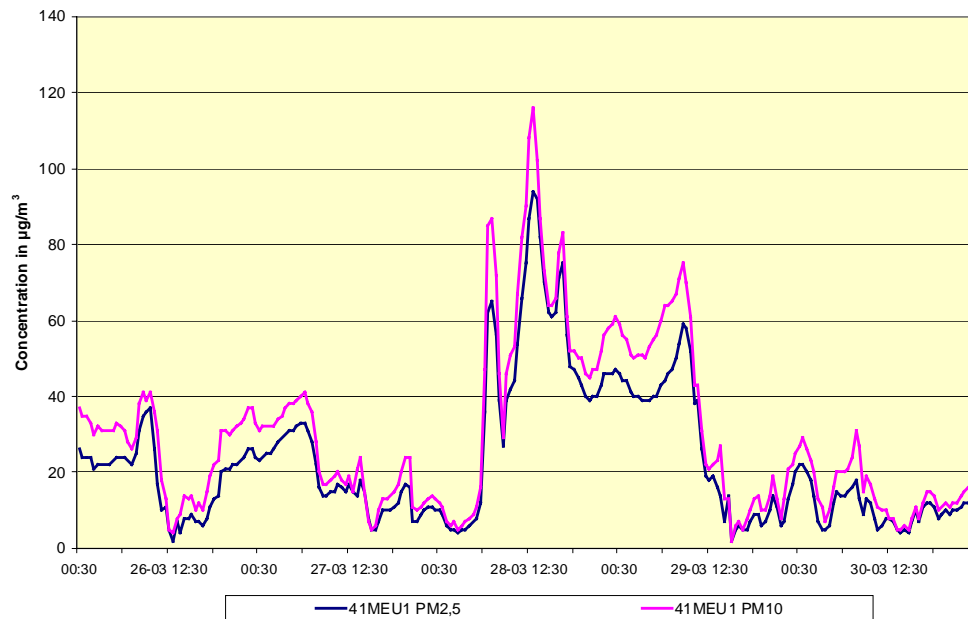
Etant donné que les particules plus fines ($PM_{2.5}$) peuvent avoir un impact plus marqué sur la santé (de part leur plus grand pouvoir de pénétration dans les voies respiratoires) et qu'à cet effet une directive européenne est en préparation, le réseau de contrôle de la qualité de l'air est progressivement équipé de moniteurs spécifiques pour ce paramètre. L'analyse du comportement de ces $PM_{2.5}$ apporte des éléments à une meilleure compréhension de l'origine des particules mesurées.

Ainsi, le lundi de Pâques 2005, la valeur limite des PM_{10} a été dépassée alors que la circulation était très faible (jour férié) et que la contribution du chauffage domestique devait être limitée (température douce).

L'évolution des concentrations des PM_{10} et des $PM_{2.5}$ durant ces 5 jours est représentée dans le graphique suivant pour la station de Meudon.

MEU1 - Evolution "PM10-raw data" and "PM2,5-raw data"

Period : Saturday 26 - Wednesday 30 March 2005



On constate que les $PM_{2,5}$ représentent une part importante des PM_{10} (+/- 90%).

Il s'agit probablement d'une situation favorable au processus de nucléation, c'est à dire que des particules se forment à partir des composés gazeux présents dans l'atmosphère.

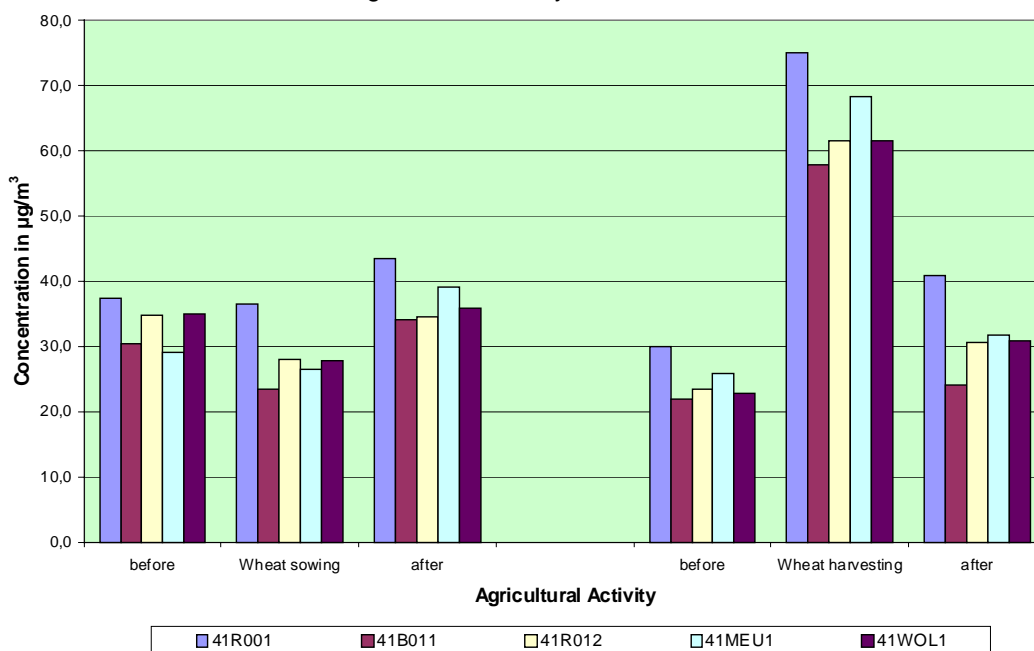
d) Importance des phénomènes d'importation

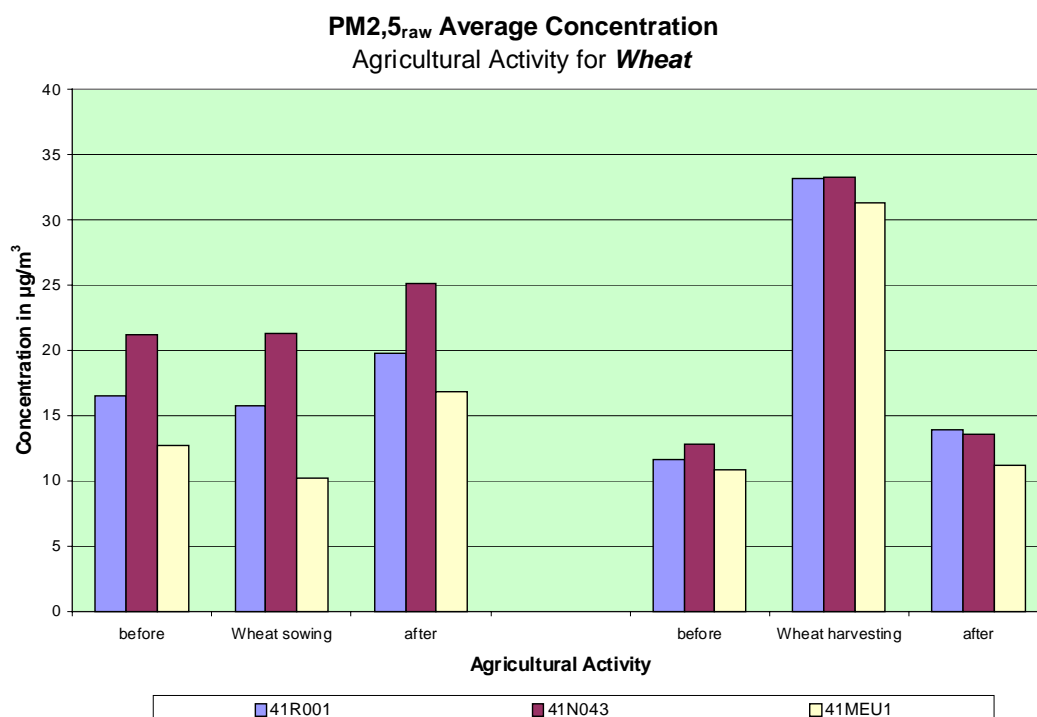
Certaines valeurs de PM_{10} au-dessus de la limite ($50 \mu g/m^3$), observées à Bruxelles, dans des conditions météorologiques normales démontrent l'importance du transport des particules.

Les deux graphiques suivants présentent les concentrations en PM_{10} et $PM_{2,5}$ mesurés en 3 points à Bruxelles au moment des travaux agricoles en Brabant Flamand et Wallon.

PM10_EqRef Average Concentration

Agricultural Activity for *Wheat*





Il ressort clairement de ces deux graphiques que durant la période des moissons (temps sec) les concentrations élevées mesurées à Bruxelles résultent de l'activité agricole des régions avoisinantes. L'analyse chimique des prélèvements de particules y montre d'ailleurs la présence importante de limon durant ces périodes, tant dans les PM₁₀ que dans les PM_{2,5}.

e) Dépassements estivaux

Le nombre de dépassements observés en période estivale (1/4 au 30/9), où les épisodes dus à des conditions météorologiques défavorables à la dispersion sont moins fréquents, sont repris dans le tableau suivant :

	Molenbeek	Uccle	Haren
Année 2005	42	23	66
1/4 - 31/9/2005	15	7	31

Il en ressort que, sauf à Haren, 30% des dépassements ont lieu en période estivale et sont associés en partie au processus de transport des polluants. Dans certaines conditions météorologiques (temps sec et venteux), la remise en suspension des particules (terre et poussières sédimentées) peut être aussi une composante importante des concentrations mesurées.

f) Conclusions

En Région de Bruxelles Capitale, 30% des dépassements PM₁₀ ne résultent pas de l'activité propre de la Région, mais sont dus principalement à de l'importation via la masse d'air (particules produites par une activité ou formées durant le transport) ou proviennent de la remise en suspension de particules existantes. Dans les conditions météorologiques normales, le trafic génère, par émission et remise en suspension de l'ordre de 20 % des PM₁₀ mesurés.

Dans les cas d'importation, les particules peuvent être vraiment naturelles (sol, aérosol marin) ou formées « naturellement » durant leur transport (principalement sulfates et nitrates). Dans les cas de remise en suspension, elles peuvent être aussi vraiment naturelles (arrachées à la terre) ou avoir préalablement été formées à partir de processus mécaniques (usure de l'asphalte, des pneus, des freins,...). Pour ces deux situations, il est difficile de concevoir un plan d'action permettant une réduction des concentrations.

Pour les épisodes hivernaux résultants de mauvaises conditions de dispersion, et pour lesquelles un plan d'actions à court terme doit être proposé, il faut s'attendre à ce qu'une réduction du trafic n'aura un effet visible que sur les concentrations en NO_x. Sur les concentrations en PM₁₀, l'effet sera sans doute très limité (si pas nul) car l'apport du chauffage est généralement prépondérant. De plus, la diminution des émissions directes du trafic et de la remise en suspension des particules risque d'être en partie compensée par l'augmentation de la formation de particules à partir de la phase gazeuse des polluants (SO₂ et NO_x).

5.7. Composés organiques volatils ⁵⁷ (incidence locale, régionale et mondiale)

5.7.1. Description du problème

Les composés organiques correspondent à des molécules formées principalement de liaisons entre des atomes de carbone et des atomes d'hydrogène. Le méthane (CH₄) constitue le plus simple de ces composés. Les composés organiques présents dans l'air ambiant sont subdivisés en deux grandes catégories : les composés organiques volatils (COV) et les hydrocarbures polycycliques ou hydrocarbures aromatiques polycycliques (HPA ou HAP).

Les COV sont volatils dans les conditions habituelles de température et de pression. Les effets de ces polluants sont divers selon les polluants et l'exposition; ils vont de la simple gêne olfactive et irritation à une diminution de la capacité respiratoire. Certains, tels le benzène, sont cancérigènes. L'OMS estime qu'il n'y a pas de seuil sous lequel le benzène ne constitue pas un risque pour la santé et que, dans une population d'un million de personnes exposées toute leur vie à une concentration supérieure à 1 µg/m³, 6 personnes mourront d'un cancer. Le méthane n'est pas toxique mais contribue au renforcement de l'effet de serre au niveau de la haute atmosphère.

Les COV interviennent également dans les processus de formation d'ozone troposphérique (voir fiche 8. Oxydes d'azote).

5.7.2. Contribution du secteur des transports

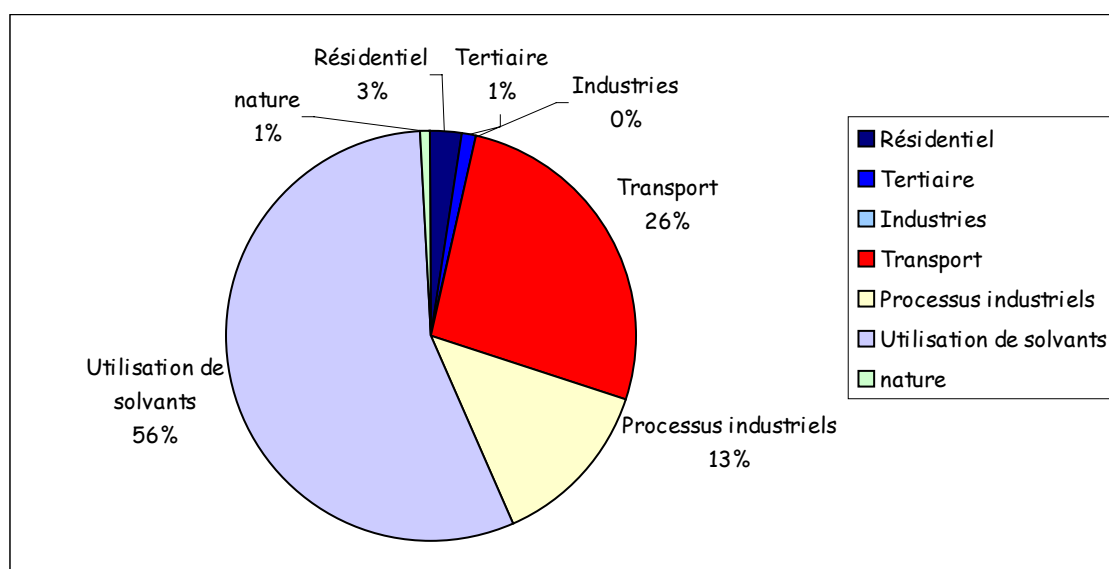
Les composés organiques volatils hors méthane (NMVOC) sont gazeux et ont plusieurs origines. Certaines sources sont naturelles (forêts, zones boisées, ...), d'autres sont liées à des activités humaines. Parmi celles-ci, la plus importante est l'utilisation et la production des solvants et des peintures, ensuite le trafic routier (pertes lors du remplissage à la pompe, combustion de l'essence, évaporation) et finalement les processus de combustion. Le méthane (CH₄) se forme par fermentation anaérobie de matières organiques.

Les principales sources d'émission de COV sont le transport (utilisation de l'essence) et les procédés spécifiques, en particulier l'usage domestique des solvants et l'usage industriel de peintures.

Sur l'ensemble des COV émis par le transport en Région bruxelloise, plus de 80% sont dus aux moteurs en marche et le cinquième restant résulte d'émissions évaporatives dans le réservoir et dans le moteur. Les émissions dues à ce phénomène sont négligeables pour les véhicules diesel dans la mesure où la pression de vapeur du gasoil est nulle à température ambiante.

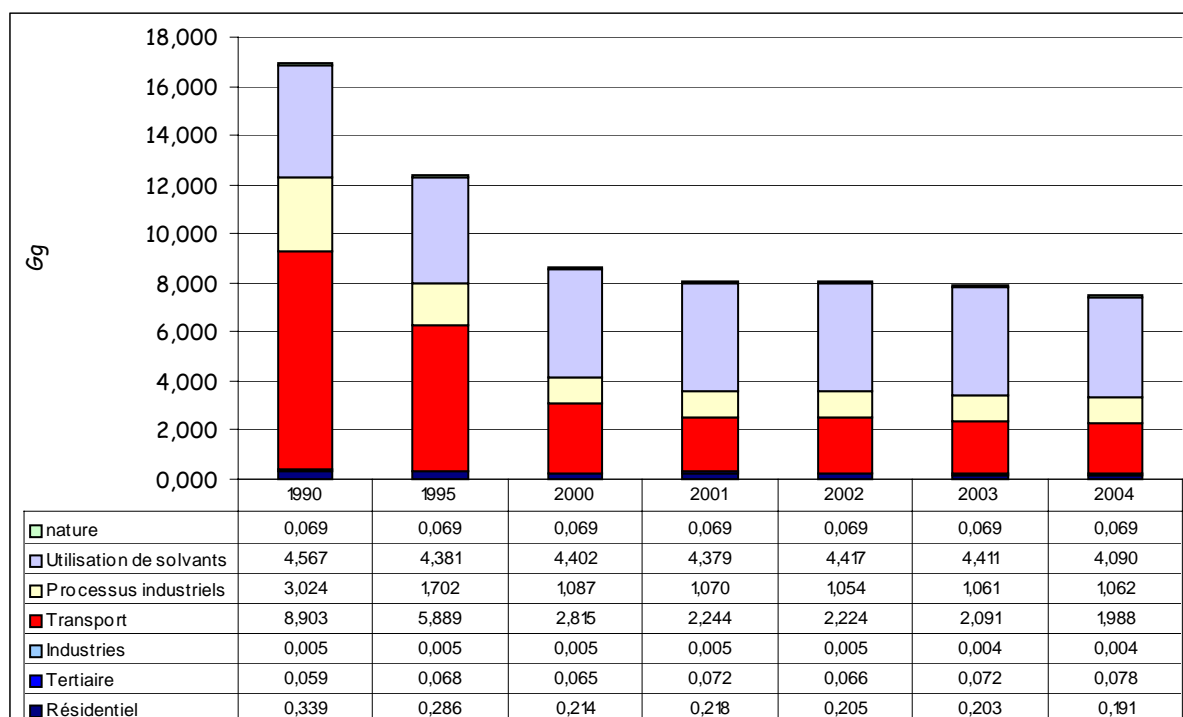
La conception du circuit de carburant du véhicule détermine l'importance des émissions de COV. Les véhicules plus récents, à catalyseur piloté, possèdent un dispositif (appelé « piège à charbon actif » ou « carbon canister », PCA en abrégé) qui diminue très sensiblement les pertes de COV par évaporation.

Figure : Répartition sectorielle des émissions régionales de COV en 2003 (%)



⁵⁷ Données IBGE : « Air-données de base pour le plan », fiche n°9

Figure : Evolution de la répartition sectorielle des émissions régionales de COV de 1990 à 2004



5.8. Plomb⁵⁸ (incidence locale)

5.8.1. Description du problème

Chez l'homme, les métaux lourds peuvent provoquer des perturbations sanguines et affecter des organes vitaux comme les reins, les poumons ou le foie.

Le plomb (Pb) est un poison dont l'importance est due principalement à son caractère cumulatif. Les doses de plomb ingérées ont des effets sur la biosynthèse de l'hémoglobine, sur le système nerveux et la pression sanguine.

Les oiseaux et les mammifères risquent de voir leurs capacités reproductives diminuées suite à une exposition croissante des métaux lourds présents dans leurs proies, particulièrement dans les habitats acidifiés.

Selon les conditions climatiques, il peut sédimenter rapidement ou être transporté avec les matières en suspension. Il finit ainsi par s'accumuler dans les écosystèmes.

5.8.2. Contribution du secteur des transports

La teneur en plomb dans l'air ambiant provient essentiellement de l'utilisation du plomb - tétraéthyl ajouté à l'essence comme antidétonant pour les moteurs à combustion interne.

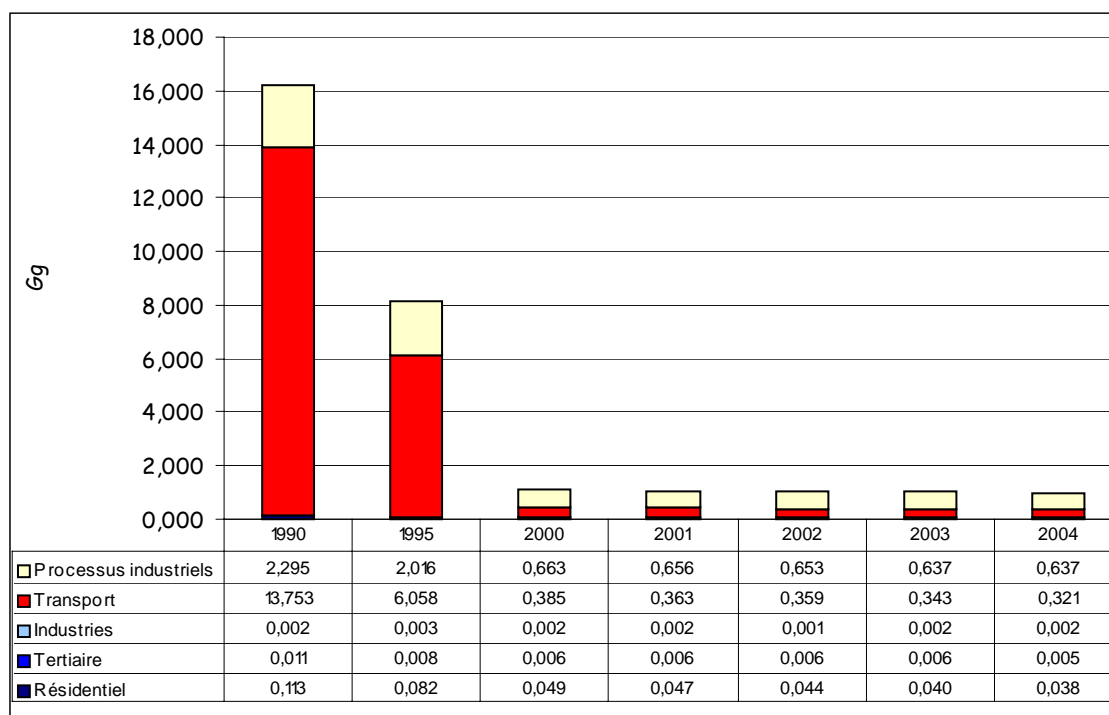
Depuis les années '70, les dépôts et les concentrations de métaux lourds ont diminué en Europe. La pollution au plomb, en particulier, a diminué de façon substantielle dans les pays qui ont réduit le contenu en plomb du pétrole et mis sur le marché de l'essence sans plomb (Europe du nord et occidentale).

La directive 98/70/CE concernant la qualité de l'essence et du diesel, interdit définitivement la commercialisation de l'essence plombée (excepté de faibles quantités destinées à être utilisées par des véhicules de collection) au plus tard pour le 1^{er} janvier 2000. Ainsi, selon le dernier reportage LRTAP belge, les émissions de plomb ont diminué de 85% en Belgique entre 1990 et 2003.

Les principales sources d'émission de Pb sont, en Région de Bruxelles-Capitale, les processus industriels et le transport. L'évolution sectorielle des émissions de plomb liées au transport suit l'évolution de l'introduction de l'essence sans plomb.

⁵⁸ Données IBGE : « Air-données de base pour le plan », fiche n°20

Figure : Evolution sectorielle des émissions régionales de Pb (1990 à 2004)



5.9. Hydrocarbures aromatiques polycycliques⁵⁹ (HAP)

Les "hydrocarbures" sont des substances chimiques qui ont comme éléments de base de l'hydrogène, de l'oxygène et du carbone. Ils sont dits "aromatiques" quand le carbone est organisé en structure benzénique. Les hydrocarbures aromatiques sont "polycycliques" lorsque leur structure contient plusieurs cycles benzéniques.

Les "hydrocarbures polycycliques aromatiques" (HAP) font partie de la famille des "polluants organiques persistants" (POPs).

Les polluants organiques persistants sont des composés organiques d'origine anthropique qui résistent à la dégradation biologique, chimique et photolytique. Ils sont donc persistants dans l'environnement. Par ailleurs, ils sont caractérisés par une faible solubilité dans l'eau et une grande solubilité dans les lipides, ce qui cause une bio-accumulation des POPs dans les graisses des organismes vivants et une bioconcentration dans les chaînes trophiques.

De plus, semi-volatils, ils circulent en passant par plusieurs cycles d'évaporation, de transport atmosphérique et de condensation ("effet sauterelle"). Ce processus leur permet de parcourir rapidement de grandes distances. On les retrouve dès lors partout dans le monde, même dans des régions où ils n'ont jamais été utilisés.

Les POPs comprennent principalement trois types de substances : des pesticides (comme le DDT), certains produits chimiques industriels (comme les PCB) et des sous-produits ou contaminants (dioxines, furannes et hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP, ...).

5.9.1. Description du problème

De hautes concentrations de POPs ont depuis longtemps été reconnues comme ayant des effets carcinogènes sur la santé. Cependant, depuis quelques années, on constate que les POPs ont des effets sur la santé même à très faible concentration. Perturbateurs endocriniens, ils interviennent dans les processus hormonaux : ils provoquent des malformations congénitales, limitent la capacité reproductive de l'être humain, ont un effet préjudiciable sur le développement physique et intellectuel des individus et portent préjudice à leur système immunitaire. Les fœtus et les enfants sont particulièrement exposés, entre autres via le placenta et le lait maternel.

Plusieurs HAP sont classés par l'OMS comme agents cancérigènes possibles. Le Benzo-a-pyrène est reconnu comme cancérigène et mutagène.

⁵⁹ Données IBGE : « Air-données de base pour le plan », fiche n°24

La plupart des HAP sont associés aux particules fines (PM10) qui pénètrent les voies respiratoires jusqu'aux bronchioles et aux alvéoles.

5.9.2. Contribution du secteur des transports

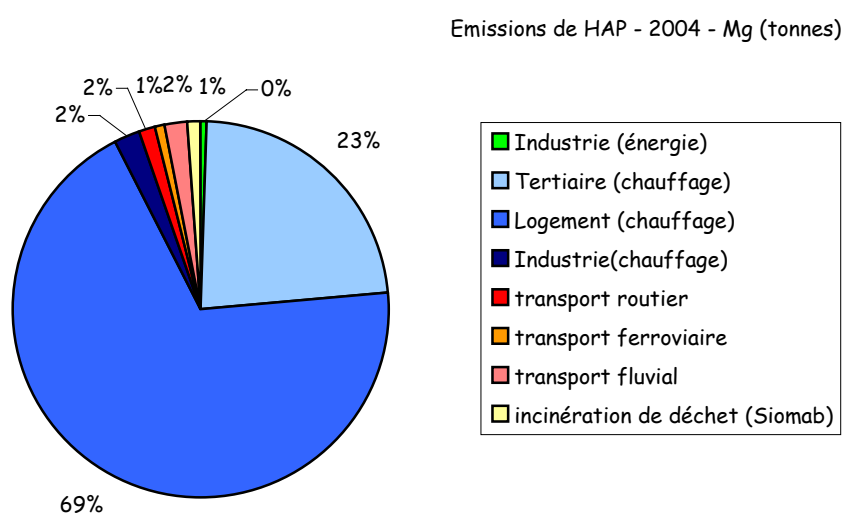
Les HAP sont rejetés dans l'atmosphère comme sous-produits de la combustion incomplète de matériaux organiques.

Les sources de rejets sont les processus de combustion dans les véhicules à essence et diesel, le chauffage domestique, des processus industriels comme les incinérateurs, les feux ouverts, la fumée de cigarette.

Les HAP sont présents dans l'atmosphère en phase gazeuse et en phase particulaire (adsorbés sur les particules fines et très fines).

La population est exposée aux HAP principalement par l'ingestion de nourriture, en particulier les viandes ou aliments fumés, frits ou cuits sur charbon de bois, et par l'inhalation de fumée de tabac.

Tableau : Répartition sectorielle des émissions régionales de HAP en 2004 (%)⁶⁰

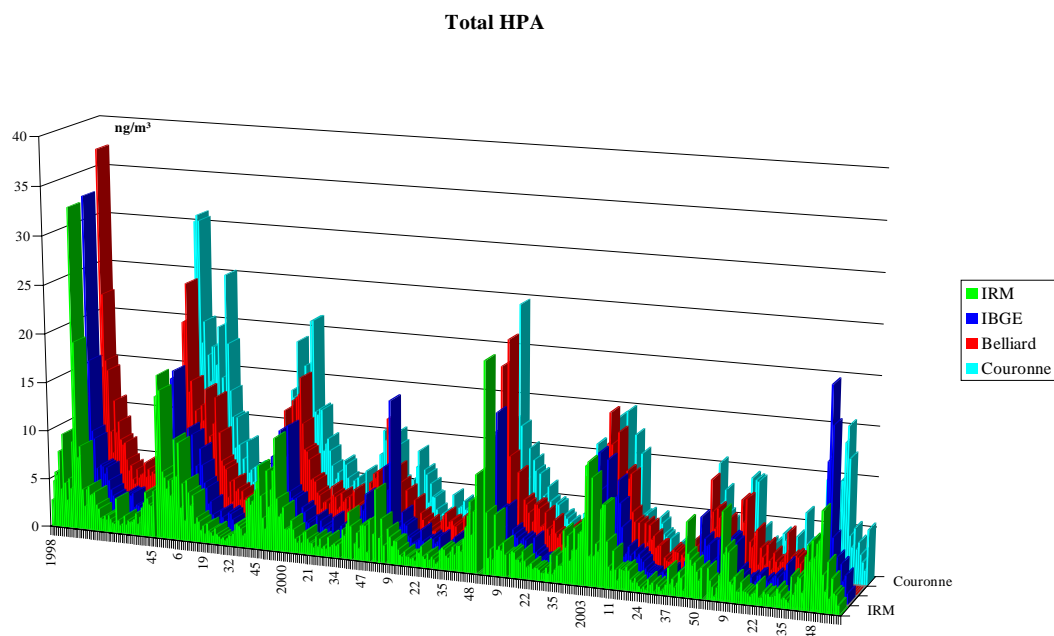


L'analyse des HAP particulaires, caractéristiques des émissions de particules provenant de la combustion du fuel (diesel ou mazout de chauffage) montre que :

- les concentrations sont plus élevées le long des artères à circulation dense (Belliard, Couronne)
- les concentrations sont partout plus importantes en hiver
- les concentrations ont diminué d'un facteur 3 entre l'hiver 1998 et l'hiver 2001 suite à un hiver plus doux en 2001.

⁶⁰ HAP estimés pour le transport routier : benzo(a)pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene

Figure : Evolution des concentrations moyennes hebdomadaires (ng/m³) de 1998 à 2002 (par semaine) pour les stations de mesures de l'IRM, de l'IBGE, de la rue Belliard et de l'avenue de la Couronne

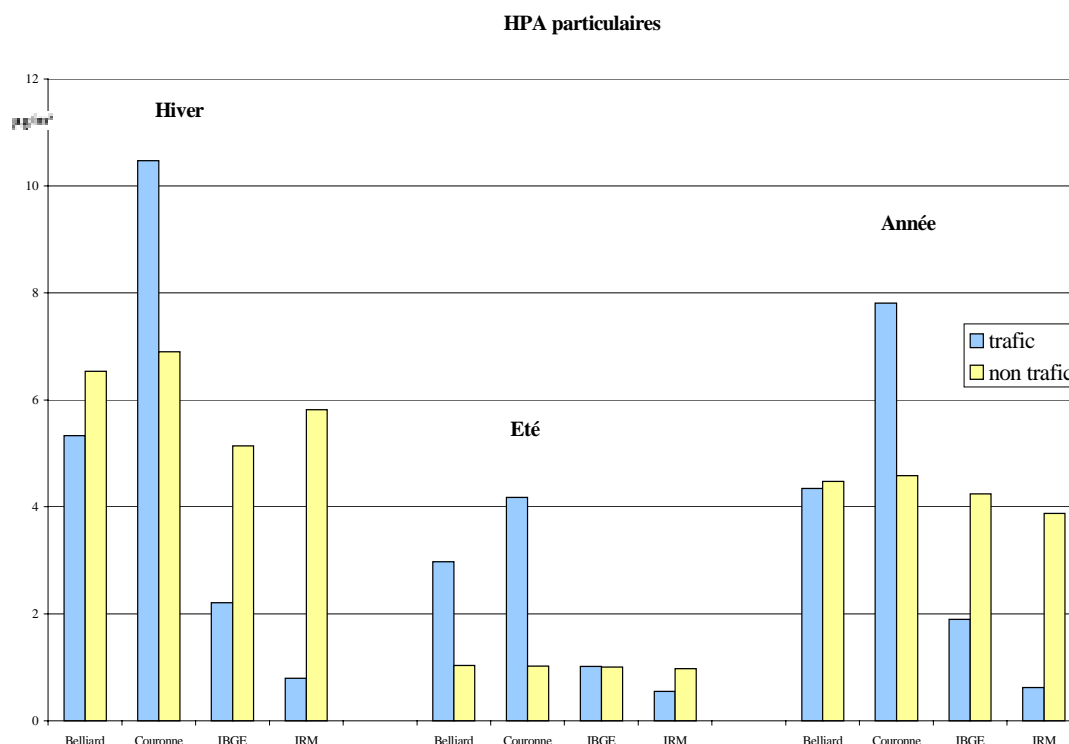


Les concentrations dues au trafic proportionnellement sont plus élevées en hiver, sans doute à cause de processus physico-chimiques dépendant de la température, ainsi que d'une moins bonne dispersion des polluants.

D'autre part, les concentrations dues à d'autres sources que le trafic sont également beaucoup plus élevées en hiver qu'en été. Elles sont du même ordre de grandeur aux différentes stations et principalement liées aux émissions dues aux chauffages

Les pourcentages des HAP particuliers dus au trafic varient selon la densité du trafic et la configuration de l'environnement ; la rue Belliard et l'avenue de la Couronne sont du type « canyon street ». La différence de l'influence du trafic entre la rue Belliard et l'avenue de la Couronne résulte d'une composition différente du trafic : il n'y a pas de ligne de bus et très peu de poids lourds dans la rue Belliard alors que 2 lignes de bus passent avenue de la Couronne

Figure : Concentrations des HAP particulières dus au trafic et aux sources non transport (2001)



5.10. Autres polluants

Les transports sont aussi à l'origine de l'émission de certains métaux lourds - en quantités infimes par rapport aux niveaux d'émission de plomb connues précédemment - présents initialement dans les huiles (pour accroître la performance des moteurs à essence) et les carburants ou produits par usure (rail, pneus...). Il s'agit de métaux tels que le cuivre (consommation du diesel, usure des freins), le zinc, le cadmium, le chrome (chemins de fer), le nickel, le manganèse ainsi que des métaux précieux utilisés dans les catalyseurs automobiles (platine, palladium et/ou rhodium). Certains de ces métaux ont des effets très dommageables pour la santé humaine (toxicité, carcinogénéicité). On parle, par exemple, de plus en plus, du largage dans l'atmosphère d'infimes quantités de platine lequel est soupçonné d'être à l'origine d'une augmentation anormale des cas de cancers du poumon (Ponthieu, 1995).

L'incinération non contrôlée des huiles usagées est aussi à l'origine de l'émission atmosphérique de métaux lourds. L'usure des plaquettes de frein produit également des fibres d'amiante.

6. Nuisances sonores⁶¹

Les problèmes liés au bruit sont divers : gêne, interférence avec les processus de communication, troubles du sommeil (pouvant notamment prédisposer aux accidents et affaiblir la résistance aux maladies), troubles de la santé (stress, réactions cardio-vasculaires, troubles endocriniens et immunologiques, fatigue corporelle...), baisse des performances et de la productivité, baisse de valeur du parc immobilier... Selon l'OCDE (1996a), l'exposition au bruit pourrait également paralyser la croissance du fœtus et avoir une incidence négative sur le poids à la naissance des nourrissons. Même à de faibles intensités, les bruits peuvent avoir un impact grave sur la santé. Sur base de diverses études, la Commission européenne a estimé dans son "Livre Vert sur la tarification dans les transports" (1995) que le coût des nuisances sonores se situe entre 0,1 et 0,2% du PIB.

Les limites au-delà desquelles tous ces effets se font ressentir s'élèvent à 65 décibels⁶² (impacts sérieux) en général et à 55 décibels (gêne, troubles du sommeil) pour les zones résidentielles. L'OCDE décrit les niveaux de

⁶¹ Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles et "Les effets du transport sur la santé des enfants ; Vers une évaluation intégrée des coûts et de la prévention" ; Résumé et messages clés ; du Programme paneuropéen Transport, Santé & Environnement"

bruit supérieurs à 65 dB(A) comme intolérables et les niveaux de bruit se situant entre 55 et 65 dB(A) comme indésirables.

En Europe, le transport routier, ferroviaire et aérien est la première source de pollution par le bruit en milieu urbain. 30 % de la population de l'Europe des 15 sont exposés à des niveaux sonores imputables au trafic routier supérieurs à 55 dB(A).

L'exposition à des niveaux sonores élevés a certes baissé depuis 1980 dans certains pays en raison des mesures technologiques qui ont été prises, des barrières anti-bruit et des politiques d'aménagement du territoire, mais la croissance du trafic prévue dans les prochaines années appelle des mesures complémentaires. Les niveaux sonores actuels dérangent et perturbent de nombreuses personnes dans leur sommeil. Et un impact sur le risque cardiovasculaire, même léger, est hautement plausible.

Les rares études épidémiologiques effectuées chez les enfants indiquent que l'exposition au bruit a un impact sur les capacités cognitives, la motivation et le niveau d'inconfort de l'enfant. D'autres travaux mettent en évidence le fait que le bruit a des effets sur le système cardiovasculaire et endocrinien des enfants. Quelques essais ont montré qu'une baisse du bruit causé par le trafic ferroviaire et aérien a amélioré la mémoire à long terme et les capacités de lecture d'enfants d'âge scolaire.

Il est donc recommandé de protéger les enfants contre les nuisances sonores pendant leur sommeil et durant les activités d'apprentissage.

De récentes estimations révèlent que les niveaux sonores actuels sont peut-être à l'origine de la gêne ressentie chez 1,5 à 2 millions de personnes (sur la population des Pays-Bas de 16 millions d'habitants), des troubles du sommeil constatés chez 550 000 à 1 million d'individus et des quelques 220 000 cas d'hypertension. Au total, 1 à 2 % du nombre des maladies peuvent être attribués aux nuisances sonores imputables à la circulation routière et il est encore impossible d'évaluer l'impact sur les enfants. Les résultats des études conduites dans plusieurs pays sur le bruit et ses effets sanitaires sont difficilement comparables en raison de divergences méthodologiques. La nouvelle directive européenne sur le bruit environnemental constitue une base pour de futurs travaux d'harmonisation.

Les avantages de la mise en oeuvre de plusieurs mesures de prévention pour atténuer le bruit des véhicules et des trains seront supérieurs au coût de telles mesures. À titre d'exemple, on estime aux Pays-Bas que l'instauration de plusieurs mesures de réduction du bruit sur les véhicules et les trains s'élèverait à environ 2 milliards d'euros. Ses avantages - une réduction de la gêne - oscillent entre 4 et 6 milliards d'euros. Ces estimations s'appliquent à l'Europe des 15 ; le coût externe total de l'atténuation du bruit dû au trafic routier et ferroviaire s'élève à 0,4 % du PNB total, soit environ 36 milliards d'euros.

Selon une étude récente de l'Agence Européenne pour l'Environnement⁶³ quelques 65% des Belges subissent des désagréments sonores causés par le trafic. C'est le pourcentage le plus élevé après l'Espagne. Des données de l'OCDE datant de 1980 attestent également du fait que les populations belges et espagnoles semblent particulièrement exposées au bruit des transports routiers. Dans le cas de la Belgique, l'importance des nuisances sonores peut être mise en relation avec la densité de population et d'urbanisation ainsi qu'avec l'importance du trafic.

En Europe, plus que la pollution atmosphérique, le bruit est souvent perçu comme la principale nuisance en milieu urbain ; elle constitue une des causes essentielles des pertes d'habitants qui s'observent dans certaines grandes villes.

6.1. Exposition de la population bruxelloise au bruit du trafic routier⁶⁴

Les enquêtes réalisées notamment par l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement auprès des Bruxellois et des habitants de la périphérie montrent également que le bruit constitue un facteur important de l'appréciation de la qualité de vie.

17% de la population est exposée à un niveau de bruit Lden dû au trafic routier compris entre 70 dB(A) et 75 dB(A) et 6%, à plus de 75 dB(A).

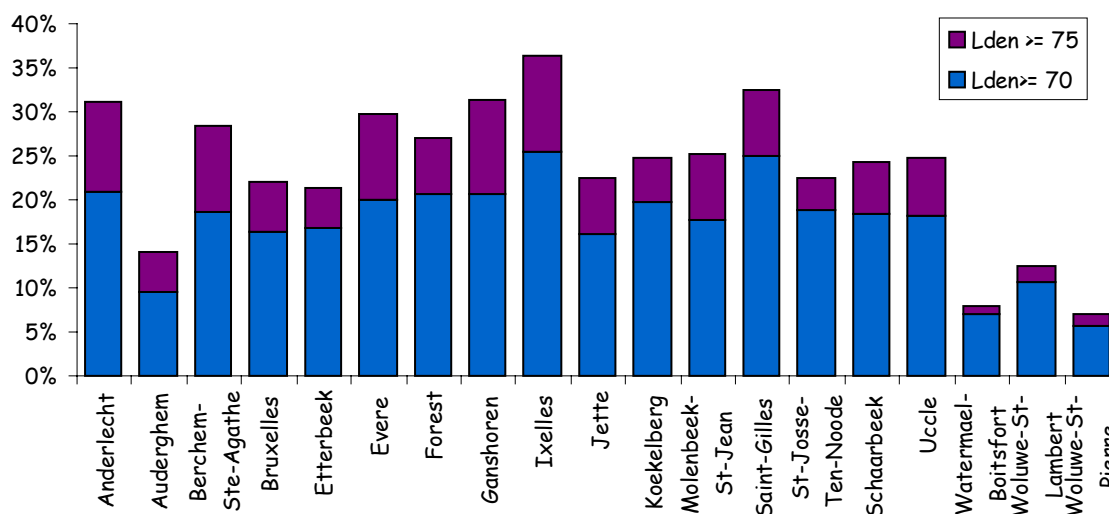
⁶² Le décibel est une unité de mesure de la pression acoustique exprimée en terme d'amplitude de variation des pressions acoustiques. Les décibels sont mesurés sur une échelle logarithmique comprise entre 0 et 130. La plupart du temps, on se réfère au dB (A) qui correspond au dB pondéré suivant la fréquence de manière à prendre en compte la sensibilité de l'oreille humaine en fonction de la fréquence.

⁶³ Cette étude est citée dans le journal "La dernière Heure - Les sports" (27/07/1998).

⁶⁴ fiche 9. Exposition de la population au bruit du trafic routier, IBGE dpt Données et Plans, 2006

La nuit, 30% de la population est exposée à un niveau de bruit L_n de plus de 60 dB(A). Ces valeurs sont généralement considérées comme les seuils pour lesquels une gêne est très nettement ressentie.

Figure : Logements exposés à $L_{den} > 70$ dB(A) ou >75 dB(A) selon les communes



La majorité de la population susceptible d'être gênée se retrouve dans les communes de la première couronne.

Ces résultats sont en accord avec l'enquête de l'Institut de Santé Publique de 2001 selon laquelle 29% des ménages se sont déclarés gênés par le bruit du trafic routier (cf. Fiche 1. Perception des nuisances acoustiques en région bruxelloise).

6.2. Exposition de la population au bruit du trafic aérien - Année 2004⁶⁵

Le trafic aérien, en pleine expansion, est également à l'origine de gênes importantes. En particulier, l'aéroport national de Zaventem, situé à faible distance (12 km du centre-ville) d'une capitale d'un million d'habitants, est l'objet de nombreuses plaintes relatives au bruit généré par les mouvements des avions et leur survol des habitations (lequel pose également des problèmes de sécurité), notamment la nuit.

Les résultats de mesures mettent en évidence une importante exposition de la population bruxelloise puisque notamment :

- De nuit, un habitant sur 3,6 - donc, plus d'un quart des Bruxellois - est exposé à des niveaux supérieurs aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (45 dB(A)) ;
- Plus de 20.000 personnes sont susceptibles d'être réveillées chaque nuit et près de 4.000 personnes sont exposées à des niveaux de bruit excessifs ($L_{max} > 70$ dB(A)) ;
- En journée, 16% de la population est exposée à une gêne importante (55 dB(A)) ;

Globalement, sur l'année 2004, aucune période calme n'a été constatée. En effet, les nuits durant les week-end ne sont que légèrement plus calmes que celles durant la semaine. Les périodes de soirée ne sont en aucun cas épargnées. Seules les périodes jour des week-end sont nettement moins bruyantes. De plus, on constate une augmentation des nuisances sonores pendant la période estivale (de mai à juillet) lorsque l'activité de l'aéroport est maximale.

7. La sécurité routière : un paramètre toujours préoccupant du transport routier

Le problème de la sécurité constitue une préoccupation majeure en matière de viabilité des transports. Il concerne avant tout la circulation routière.

Par exemple, en 1995, 44.000 personnes étaient tuées dans des accidents de la route dans l'Europe des 15 contre 936 dans des accidents ferroviaires.

Au niveau européen, les accidents routiers représentent la première cause de mortalité parmi les moins de 40 ans et, de manière plus générale, de mortalité par accident. Les accidents de la route constituent également une

⁶⁵ Fiche 46. Exposition de la population au bruit du trafic aérien - Année 2004, IBGE Dpt Données et plans, 2005

cause importante de handicaps et de traumatisme et génèrent des frais importants, supportés notamment par les systèmes de sécurité sociale. A cela, il convient d'ajouter les pertes en terme de production et de consommation que représentent les décès et invalidités temporaires ou permanentes. Remarquons aussi que dans les grandes villes, la crainte des accidents refrène les déplacements à vélo mais également à pied, pour les jeunes enfants⁶⁶.

La sécurité routière dépend de nombreux facteurs tels que le volume de la circulation, l'état des véhicules et des routes, le comportement des conducteurs (vitesse, état d'ébriété, etc.), etc.

De manière générale, la sécurité se renforce sur les routes, surtout si l'on considère que cette amélioration, en termes absolus, coïncide avec une forte croissance de la mobilité routière. Entre 1970 et 1995, le nombre de personnes tuées dans des accidents de la route dans l'UE (15 pays) est passé de 73.300 à 44.000. Cette évolution, après le début des années '70, correspond à une prise de conscience et une volonté réelle, de la part des gouvernements, d'améliorer la situation.

Malgré cette évolution positive, les statistiques n'en restent pas moins préoccupantes. Ainsi, en Belgique, en 1998, 1.500 personnes ont perdu la vie et 10.909 ont été grièvement blessées suite à un accident de circulation. Les piétons et les vélos représentaient respectivement près de 11% et 9%⁶⁷ des personnes décédées. Une comparaison rapide avec les statistiques des pays voisins (nombre d'accidents routiers rapportés au volume de circulation) montre que la situation est particulièrement défavorable en Belgique, même si toute prudence s'impose lorsqu'il s'agit de comparer des statistiques internationales.

En 1991, V. Pettiau et C. Delepierre-Dramais (cités par la Région wallonne, 1994), du Groupe d'Économie des Transports, estimaient le coût socio-économique (perte de production, soins médicaux, dommages moraux, dégâts matériels, police de la route et services de secours, frais de justice, frais généraux des compagnies d'assurance) des accidents en Belgique à environ 130 milliards de francs belges par an.

7.1. La sécurité des enfants⁶⁸

Chaque année, 120 000 décès par accidents de la route sont comptabilisés en Europe.

Les accidents de la circulation sont la première cause de décès chez les enfants et jeunes gens (entre 5 et 29 ans). Environ 6 500 décès par an sont signalés chez les jeunes âgés de 0 à 14 ans.

Près de 67 % des accidents surviennent dans les zones urbanisées. Les cyclistes et piétons paient un lourd tribut ; ils représentent 1/3 des décès. Pour l'Union européenne, le coût des accidents de la circulation est évalué à 180 milliards d'euros par an.

Les enfants sont les plus vulnérables, car jusqu'à l'âge de 10 ans, ils ont beaucoup de mal à appréhender les risques de la circulation.

Risques qui se décuplent lorsque le trafic est dense ou rapide, lorsque la visibilité est limitée ou lorsque l'attention du conducteur n'est pas concentrée sur les piétons ou les cyclistes. De plus, 33 % des enfants impliqués dans des accidents de la route présentent un syndrome de stress post-traumatique.

La question de la sécurité routière, qu'elle soit réelle ou perçue, arrive en première place des obstacles à la marche ou au vélo comme moyen de transport. Réduire les dangers de la route implique de lutter contre cette menace et de diminuer le nombre de victimes. La vitesse au moment de la collision est un des points critiques de cette question en ce qu'il va déterminer la gravité des blessures.

Dans cette politique de réduction des dangers de la route, des études basées sur la méthode dite du "consentement à payer" suggère que le public serait prêt à accepter des mesures de sécurité routière plus strictes et une plus grande responsabilisation des gouvernements, comme dans les transports ferroviaires et aériens. Plus globalement, la sécurité routière, y compris la réduction des dangers, doit devenir un paramètre dominant du transport routier, et non une variable marchande.

⁶⁶ Dans plusieurs grandes villes européennes, on a en effet observé que la crainte des accidents réfrénait les déplacements à vélo mais également à pied dans la mesure où de moins en moins de parents laissent aller leurs jeunes enfants seuls, notamment pour se rendre à l'école. Par exemple, entre 1965 et 1990, au Royaume-Uni, la part des enfants de 7 à 11 ans qui sont conduits à l'école en voiture est passé de un à 30%. Aux Pays-Bas, l'âge moyen des enfants circulant à vélo sur les voies publiques a augmenté de deux ans en deux décennies (OCDE, 1996). Or, ces déplacements représentent une part importante du trafic.

⁶⁷ Pour les cyclistes, les chiffres se rapportent à l'année 1997. Voir aussi le tableau 16 repris en annexe montrant, pour le Royaume-Uni, les taux d'accidents mortels par type d'utilisateur.

⁶⁸ Les effets du transport sur la santé des enfants ; Vers une évaluation intégrée des coûts et de la prévention" ; Résumé et messages clefs ; du Programme paneuropéen Transport, Santé & Environnement

Cette politique exige un engagement et une prise de position de la part des décideurs. Toute approche globale de la sécurité routière doit inclure l'ensemble des composants du système de transport - utilisateurs de la route, véhicules et infrastructures - et prendre en compte la vulnérabilité du corps humain face à un excédent d'énergie cinétique, tout comme le fait qu'un comportement imparfait est possible de la part de tout conducteur.

7.2. En Région de Bruxelles-Capitale⁶⁹

En 2001, 2231 accidents avec lésions corporelles ont eu lieu sur les voiries de la Région de Bruxelles-Capitale (les accidents entraînant uniquement des dommages matériels ou survenus sur des propriétés privées ne sont pas comptabilisés ici).

	1980	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2001/2000 %	2001/1990 %
Accidents corporels	5.008	4.503	2.762	2.957	3.063	2.707	2.231	-17,6%	-50,5%
Décédés 30 jours	121	75	45	38	50	44	37	-15,9%	-50,7%
Blessés graves	607	435	271	231	229	195	184	-5,6%	-57,7%
Décédés 30 jours + blessés graves	728	510	316	269	279	239	221	-7,5%	-56,7%
Blessés légers	5.663	5.378	3.279	3.600	3.743	3.382	2.761	-18,4%	-48,7%
Total victimes	6.391	5.888	3.595	3.869	4.022	3.621	2.982	-17,6%	-49,4%
Population (au 1 ^{er} janvier)	1.008.715	964.385	951.580	953.175	954.460	959.318	964.405	+0,5%	+0,0%
Véhicules à moteur (au 1 ^{er} août) (excepté cyclomoteurs)	420.071	482.555	504.040	550.072	572.176	585.801	603.237	+3,0%	+25,0%
Véhicules - kilomètres (en milliard)	-	2,73	2,91	3,00	3,03	3,10	3,13	+1,0%	+14,7%

IBCD - données INS

Le nombre total de victimes (blessés légers, blessés graves et morts) pour cette même année a atteint 2982 personnes, ce qui représente en moyenne plus de 8 victimes de la circulation par jour.

Autrement dit, il y a environ 130 victimes pour 100 accidents avec lésions corporelles (le taux belge est de 140/100). Ce taux est resté relativement stable au cours des dix dernières années.

Sur les 2982 victimes d'accidents de la circulation, 37 sont mortes ou ont été blessées mortellement, soit 1% environ. Au cours des années précédentes, ce taux était légèrement supérieur, mais toujours inférieur à la moyenne belge d'environ 3%.

Le tableau ci-dessous indique en RBC le nombre de victimes parmi les divers usagers de la route.

En %	(1) Décédés 30 jours %	(2) Blessés graves %	1+2 %	Blessés légers %	Total victimes %
Pétons	24,3	35,3	33,5	17,2	18,4
Cyclistes	0,0	4,9	4,1	3,2	3,2
Cyclomotoristes A	2,7	2,7	2,7	3,0	3,0
Cyclomotoristes B	0,0	3,3	2,7	2,2	2,2
Motocyclistes ≤ 400 cc	5,4	1,1	1,8	1,1	1,1
Motocyclistes > 400 cc	0,0	8,2	6,8	5,3	5,4
Voitures					
- Conducteurs	40,5	31,0	32,6	42,4	41,6
- Passagers	21,6	12,0	13,6	21,5	20,9
Minibus	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2
Autobus et autocars	0,0	0,5	0,5	1,3	1,2
Camions légers	2,7	1,1	1,4	1,8	1,8
Camions + tracteurs	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
Autres et inconnus	2,7	0,0	0,5	0,3	0,3
Total	100%	100%	100%	100%	100%
	37	184	221	2.761	2.982

BSR - données INS

⁶⁹ IBSR, Sécurité routière, Statistiques 2001

Les conducteurs et les passagers de voitures de tourisme forment le groupe principal, avec 62,5% du nombre total de victimes de la route. Le deuxième grand groupe est composé des piétons avec un taux de 18,4%. La catégorie des utilisateurs d'autobus et d'autocars ne représente que 1% du nombre total de victimes de la route. Mais, les conducteurs et passagers de voiture représentent 46,2 % des tués ou blessés graves et les piétons 33,5 % des tués et blessés graves. Les piétons sont en effet plus vulnérables en cas d'accident.

Pour interpréter ces chiffres nous devons tenir compte de la composition (peu de cyclistes en Wallonie) et de la vitesse du trafic (Région de Bruxelles-Capitale) et émettre les réserves habituelles inhérentes au calcul en %.

Ainsi, le pourcentage de piétons décédés 30 jours et blessés graves dans la Région de Bruxelles-Capitale est très élevé (33,5 %) parce que ce chiffre parmi les usagers motorisés est relativement bas (vitesses peu élevées en région urbaine).

Néanmoins, le risque pour un piéton d'être impliqué dans un accident grave (voir le tableau avec le nombre de décédés 30 jours et blessés graves par 1.000.000 d'habitants) est toutefois comparable à celui des autres régions.

Répartition en % du nombre de décédés 30 jours et blessés graves, selon la nature de l'utilisateur et la région - 2001

	Région wallonne	Région flamande	Région Bruxelles-Capitale	Belgique
Piétons	8,4	7,3	33,5	8,3
Cyclistes	3,0	13,4	4,1	9,6
Cyclomotoristes (A+B)	7,8	11,2	5,4	9,9
Motocyclistes	10,2	8,9	8,6	9,3
Voitures				
– Conducteurs	45,8	38,4	32,6	40,9
– Passagers	19,7	15,0	13,6	16,6
Autres et inconnus	5,1	5,8	2,3	5,5
TOTAL	100%	100%	100%	100%
	3.641	6.573	221	10.435

IBSR – données INS

Nombre de décédés 30 jours et blessés graves par 1.000.000 d'habitants, selon la nature de l'utilisateur et la région - 2001

	Région wallonne	Région flamande	Région Bruxelles-Capitale	Belgique
Piétons	92	81	77	84
Cyclistes	33	148	9	97
Cyclomotoristes (A+B)	85	124	12	101
Motocyclistes	111	98	20	95
Voitures				
– Conducteurs	498	424	75	415
– Passagers	214	166	31	169
Autres et inconnus	55	64	5	56
TOTAL	1.088	1.104	229	1.017

IBSR – données INS

La diminution en Belgique du nombre de décédés 30 jours et blessés graves en 2001 par rapport à 2000 se retrouve dans la plupart des groupes d'utilisateurs : seuls les piétons enregistrent une augmentation du nombre de décédés 30 jours et blessés graves.

L'évolution en % des **décédés et blessés graves**, selon la nature de l'utilisateur, donne les chiffres suivants:

	Région wallonne 2001/2000	Région flamande 2001/2000	Région Bruxelles-Capitale 2001/2000	Belgique 2001/2000
Piétons	+9,3	-16,2	+7,2	+12,8
Cyclistes	-22,4	-8,1	*	-9,5
Cyclomotoristes (A+B)	-12,3	-11,2	*	-11,9
Motocyclistes	+3,4	-3,2	*	-1,9
Voitures				
– Conducteurs	-7,9	-9,6	-4,0	-8,9
– Passagers	-2,7	-15,7	-16,7	-10,8
Minibus	*	*	*	-25,5
Autobus et autocars	*	*	*	-25,0
Camions légers	-23,5	-8,5	*	-13,2
Camions + tracteurs	*	-1,0	*	-4,7
Autres et inconnus	*	*	*	-29,3
TOTAL	-6,0	-8,8	-7,5	-7,8

IBSR – données INS

* trop petits chiffres pour pouvoir constater une évolution pertinente.

Les accidents avec lésions corporelles et le nombre de victimes ont diminué de moitié durant les 10 dernières années % (réduction de l'alcoolisme au volant, réaménagement de voiries et carrefours, modération des vitesses,...). Durant cette période le parc automobile a augmenté de 25% et les distances parcourues en voiture de 15%.

NB : attention que le parc auto comporte les voitures de sociétés immatriculées dans la RBC.

RBC			
accidents de la route	1.990	2.001	évol. 90-01
accidents corporels	4.503	2.231	-50,5%
décédés 30 jours	75	37	-50,7%
blrssés graves	435	184	-57,7%
blessés légers	5.378	2.761	-48,7%
total victimes	5.888	2.982	-49,4%
véh à moteur (sauf cyclo)	482.555	603.237	25,0%
véhicules-km (milliards)	2,73	3	15%
véh à moteur par 1,000 hab	500	626	

La gravité des accidents corporels est nettement plus élevée en Région wallonne qu'en Région flamande. Elle est évidemment moindre dans la Région de Bruxelles-Capitale (région urbaine, agglomération, vitesses peu élevées, trafic dense).

L'aménagement du territoire, la configuration des villages, la plus faible densité de la population sont à l'origine des vitesses plus élevées en Région wallonne et provoquent donc plus d'accidents graves.

Les différences de **gravité des accidents** (nombre de décédés 30 jours par 1.000 victimes) sont importantes pour les différents types d'usagers dans les régions:

	Région wallonne	Région flamande	Région Bruxelles Capitale	Belgique
Piétons	59	42	16 *	43
Cyclistes	39	18	*	20
Cyclomotoristes (A+B)	10	8	*	8
Motocyclistes	56	39	*	43
Voitures				
- Conducteurs	33	20	12	23
- Passagers	23	15	*	17
Autres et inconnus	31	22	*	24
TOTAL	31	19	12	22

IBSR - données INS

* trop petits chiffres pour pouvoir constater une évolution pertinente.

Dans ces statistiques, on considère la victime de l'accident :

- tuée : si elle décède avant son admission à l'hôpital ;
- mortellement blessée : si elle décède dans les 30 jours qui suivent l'accident ;
- gravement blessée : si son état nécessite une hospitalisation de plus de 24 heures ;
- légèrement blessée : toute autre victime.

8. Stress urbain : des effets psychologiques et sociaux souvent ignorés⁷⁰

Les effets psychologiques et sociaux du transport sont souvent ignorés ou sous-estimés en dépit du fait qu'ils peuvent influencer sur le choix du mode de transport.

Par exemple, la peur des accidents s'est traduite par une augmentation du nombre de parents qui prennent la voiture pour conduire leurs enfants à l'école.

Les effets sanitaires du bruit et de la pollution atmosphérique présentent aussi une composante psychologique, ce qui les rend plus difficiles à étudier et à comprendre si cette composante est ignorée.

Les mécanismes psychologiques et sociaux déclenchés par le seul impact du transport peuvent entraîner des maladies qui ne sont pas sans conséquences sur l'état mental et social d'une personne ou d'une population. D'autre

⁷⁰ Les effets du transport sur la santé des enfants ; Vers une évaluation intégrée des coûts et de la prévention"; Résumé et messages clefs ; du Programme paneuropéen Transport, Santé & Environnement

part, les conditions psychologiques et sociales peuvent directement modifier l'impact des facteurs de stress environnementaux sur l'homme.

À long terme, la densité du trafic routier dans les zones d'habitations peut aussi avoir un impact social en perturbant le développement de l'autonomie et de l'interaction sociale chez les enfants.

Les effets psychologiques et sociaux du transport doivent être considérés comme partie intégrante de l'image globale des effets sanitaires induits par le transport. Aller à l'école à pied plutôt qu'en voiture, par exemple, a un impact positif sur le bien-être psychologique et physique des enfants. Ce type de transport actif est associé à des taux de dépression, d'anxiété, d'agressivité et d'hostilité plus faibles, à une baisse des symptômes psychosomatiques et à une amélioration des capacités motrices. Inversement, la crainte des accidents de la route empêche de nombreux enfants de se déplacer plus souvent à pied ou à vélo.

9. L'activité physique : des effets positifs sur la santé⁷¹

L'importance d'une activité physique régulière pour la santé est un fait démontré, notamment pour l'espérance de vie et la mobilité à un âge avancé, ainsi que pour la lutte contre les maladies cardiovasculaires, les accidents vasculaires cérébraux, les diabètes de type II, l'obésité, certaines formes de cancer, l'ostéoporose et la dépression.

Les recommandations minimales émises par la communauté internationale indiquent 30 minutes d'activité physique modérée à intense par jour. L'intensité modérée se caractérise par un essoufflement léger (sans effet de transpiration), comme lors d'une marche ou d'une promenade à vélo. Les recommandations minimales pour les enfants sont fixées à une heure d'exercice physique par jour.

On constate une hausse alarmante des niveaux d'inactivité, dans tous les pays, ce qui pose un vrai problème de santé publique. Des études mettent en lumière les faibles niveaux d'activité chez les jeunes mais aussi la tendance à la baisse entre la période de l'enfance et de l'adolescence, qui s'étend de la puberté au début de l'âge adulte. Le transport actif peut grandement contribuer à l'activité physique globale des enfants. Une mine de données existe sur le surpoids et l'obésité, deux états fortement influencés par le comportement physique de l'individu. Les bienfaits directs du sport sur la santé des enfants ont déjà été mis en évidence pour les principales pathologies. Les effets à court terme du sport, qui sont les plus faciles à démontrer, sont impressionnants dans la lutte contre l'excès de poids. Les jeunes gens actifs, comparés aux jeunes gens inactifs, sont beaucoup plus enclins à devenir encore plus actifs à l'âge adulte. On peut donc penser que les effets sanitaires positifs de l'activité physique chez les adultes peuvent être augmentés si l'on entretient un comportement actif chez les jeunes.

Il existe aujourd'hui un besoin évident de développer des interventions de sensibilisation à l'activité physique, et plus précisément au transport actif et d'en évaluer l'efficacité. Il faut notamment encourager les actions de transport actif et les programmes de sensibilisation portant sur les trajets scolaires, avec pour but de promouvoir l'activité physique et de toucher les groupes de population inactifs. En Suisse, qui compte 7 millions d'habitants, l'inactivité serait la cause de 1,4 à 1,9 million de cas de maladie et de 2 000 à 2 700 décès par an, et les coûts liés au traitement de ces cas oscilleraient entre 1,1 et 1,5 milliard d'euros.

10. Pollution des eaux et des sols⁷²

Les sources de pollution des eaux et des sols par les systèmes de transport sont multiples : pollution par les bateaux, accidents, écoulement des eaux sur les voiries, activités en aval et en amont, pluies acides...

Le transport maritime constitue une source importante de pollution du milieu marin par les hydrocarbures. La pollution par les hydrocarbures est surtout dommageable pour la flore et la faune marine. Les grandes marées noires, liées à des déversements accidentels d'hydrocarbures, sont à la base de la destruction de nombreuses formes de vie, notamment d'oiseaux et de mammifères marins. L'accumulation de goudrons sur les plages constitue également un problème chronique qui, outre les dommages à la faune et à la flore, entraîne des frais élevés de nettoyage et peut se traduire par une diminution des revenus touristiques.

⁷¹ Les effets du transport sur la santé des enfants ; Vers une évaluation intégrée des coûts et de la prévention" ; Résumé et messages clefs ; du Programme paneuropéen Transport, Santé & Environnement

⁷² Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

Selon une estimation de la Commission européenne, la navigation serait ainsi à l'origine de près de 40% des apports d'hydrocarbures en mer du Nord. Selon l'UGMM (Unité de Gestion du modèle mathématique de la mer du Nord), malgré l'existence de possibilités de réception des hydrocarbures dans les ports européens, une sérieuse pollution par les navires et la production offshore s'exerce toujours dans la mer du Nord, y compris dans la zone d'intérêt belge.

Le transport de substances dangereuses ou polluantes par navires, routes ou rail peut également être à l'origine d'accidents responsables de phénomènes locaux, parfois graves, de pollution des sols, des eaux et de l'air avec parfois des effets extrêmement graves pour la faune, la flore et la santé humaine. L'ampleur des dommages dépend de la nature, du conditionnement et du volume des marchandises qui se sont déversées.

Une autre source de pollution des eaux et des sols est due au rejet de divers polluants (plomb, cadmium des pneus, huiles, hydrocarbures, sels de déneigement, etc.) par le transport routier et autoroutier. A titre d'exemple, une étude menée sur une autoroute rurale très fréquentée au Royaume-Uni a évalué que la production totale annuelle de sels, plomb, huiles et hydrocarbures aromatiques polycycliques par kilomètre de route était respectivement de 1.500 kg, 4 kg, 125 kg et 18 kg ! (Colwill et al., 1984 cités par OCDE/CEMT 1995) (voir aussi à ce sujet, le tableau 11 repris dans les « Données contextuelles » en annexe des fiches). Le déversement des huiles usagées dans les égouts constitue également une source de contamination du milieu aquatique.

Des rejets dans l'atmosphère et dans l'eau sont aussi occasionnés par les activités de fabrication et d'élimination des véhicules et des infrastructures (par ex. : production et recyclage du plomb et des batteries, fabrication de ciment destiné aux routes et aux ouvrages d'art, etc.), par les activités d'entretien et de réparation des véhicules (déversement des huiles usagées⁷³, des liquides de frein, ou encore, par exemple, des liquides de refroidissement dans les égouts, nettoyage avec des détergents et des solvants, etc.) ainsi que par les activités de récupération, de transformation et de distribution des carburants.

La mise en décharge non contrôlée des pièces d'équipements, des huiles et des véhicules usagés ainsi que des boues de dragage peut aussi être à la base de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines. Enfin, comme il a été mentionné auparavant, les transports motorisés génèrent des émissions de NO_x et SO_x à l'origine de phénomènes d'acidification qui affectent les écosystèmes terrestres et aquatiques.

11. Utilisation de matériaux et production de déchets⁷⁴

La construction des infrastructures et des véhicules de transport s'appuie sur des matériaux très divers (béton, acier, bitume, plastiques, métaux ferreux et non-ferreux).

A l'échelle de l'Europe de l'Ouest, du Japon et des Etats-Unis, 40 millions de véhicules automobiles arrivent chaque année "en fin de course". Au niveau de l'Union européenne, ce sont environ 8 à 9 millions de véhicules qui sont retirés chaque année de la circulation (environ 300.000 pour la Belgique seule).

Bien avant la "vague verte" et les législations environnementales, les pièces et métaux composant les vieilles voitures étaient récupérés par des démolisseurs et revendus. Dans nos pays, le coût des matières premières a fait en sorte que des moyens plus performants ont été mis en œuvre : une fois les liquides (huiles, antigel, liquides de freins et carburants) drainés et les pièces retirées, d'immenses broyeurs (shredder) hachent les voitures, des électro-aimants en retirent les métaux ferreux, des ventilateurs soufflent la mousse des sièges. Le reste aboutit dans une cuve d'eau. Les morceaux de plastique flottent à la surface et les métaux non-ferreux coulent au fond.

Bilan: respectivement 100% et 90% de l'acier et des métaux légers sont récupérés tandis que le reste (matières plastiques, textiles, caoutchouc, verre et boue), soit 30% des matières, finit en décharge.

De plus en plus, suite notamment à l'augmentation des coûts de mise en décharge et à l'évolution des législations environnementales, on tente d'optimiser le recyclage des divers composants des véhicules (choix de matériaux recyclables et recyclés, assemblage simplifiant le montage, le démontage et la séparation des matériaux, etc.). L'asphalte, directement dérivé du pétrole, peut lui aussi faire l'objet de recyclage. En effet, lors de la rénovation des réseaux routiers et autoroutiers, la matière bitumeuse de l'ancien revêtement peut être

⁷³ Les huiles moteurs usagées comportent un grand nombre de composants : huile de base, composés volatils (essence, gasoil, solvants), composés organométalliques, métaux et oxydes métalliques, antioxydants, anticorrosion, etc.

⁷⁴ Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

"découpée" et "raclée" après réchauffage. Différentes filières sont ensuite possibles, dont, notamment, le recyclage lors de la fabrication en centrale des enrobés asphaltiques (Magain, 1995)⁷⁵.

Le démontage des voitures ainsi que les activités des garagistes génèrent bon nombre de déchets (huiles, liquides de refroidissement et liquides de frein, batteries, pneus, etc.) dont certains sont classés comme toxiques et dangereux. Au niveau européen, des législations existent concernant la récupération, le traitement, l'élimination ou la valorisation des déchets toxiques et dangereux. En Belgique, leur application au niveau des garagistes est néanmoins encore incomplète, probablement du fait du caractère relativement récent de ces législations et des faibles quantités produites par les garages pris isolément.

Actuellement, on estime qu'au sein de l'Union européenne, le taux de récupération au niveau des véhicules en fin de vie avoisine les 70-75% du poids des véhicules. Les pourcentages restants, consistant notamment en des résidus de broyage, représentent, à l'échelle européenne, environ 2,35 millions de tonnes de déchets et 10% des déchets dangereux produits.

En matière de déchets produits par les systèmes de transport, citons également le cas des boues de dragage résultant de l'entretien des ports et des voies navigables. L'élimination de ces déchets pose un double problème : disponibilité en espace d'épandage et pollution environnementale. Selon leur qualité, ces boues peuvent être utilisées dans des travaux de remblais ou stockées ou doivent faire l'objet d'un dépôt en décharge agréée.

Enfin, les usagers des routes et des chemins de fer abandonnent aussi souvent des déchets divers sur les bords des infrastructures. Les abords de routes sont également des lieux propices à l'abandon de déchets clandestins.

11.1. Objectifs de récupération et de traitement des véhicules hors d'usage

Les objectifs de récupération et de traitement des véhicules hors d'usage (VHU) sont fixés par la directive européenne 2000/53/CE.

Elle fixe un taux de réutilisation et de recyclage de 85 % du poids du véhicule en 2006, dont 5 % en valorisation énergétique, et de 95 % en 2015, dont 10 % en valorisation énergétique.

Par réutilisation, la directive entend les pièces qui pourront être démontées, rénovées et remises sur le marché pour leur usage initial. Le recyclage correspond au traitement des déchets en vue de leur réutilisation comme matière première soit pour l'utilisation première, soit pour une autre, mais à l'exclusion de la valorisation énergétique. La valorisation énergétique est l'utilisation des déchets combustibles pour produire de l'énergie et/ou de la chaleur. Ces trois éléments forment les déchets « valorisés », le reliquat est mis en décharge.

La directive fait application du principe du pollueur payeur.

Ainsi la directive 2000/53/CE impose aux constructeurs et importateurs une obligation de reprise en deux phases. A partir du 1er juillet 2002, les épaves de la propre marque doivent être reprises gratuitement lorsqu'elles ont été immatriculées pour la première fois après le 1er juillet 2002. A partir du 1er janvier 2007, la restriction concernant la date de première immatriculation échoit et l'obligation de reprise vaudra pour tous les véhicules hors d'usage de la propre marque.

Les trois gouvernements régionaux belges ont choisi de combiner l'obligation de reprise de véhicules avec une obligation générale de reprise des pneus, résidus de papier, appareils électroniques hors d'usage, déchets médicaux, batteries et huiles usées.

En Région de Bruxelles-Capitale, un arrêté ministériel relatif à l'agrément de centres démontage a été approuvé le 6 septembre 2001 (Moniteur belge, 26/09/2001). Mais actuellement, la Région ne dispose pas de centre agréé tandis que la Flandre en possède 8 et la Wallonie 5 (Febelauto, 2002).

Un projet bruxellois "prime à la casse" est en discussion actuellement ; il vise à mieux gérer les véhicules en fin de vie ou vieux véhicules (déchets) tout en promouvant une utilisation de véhicules plus neufs et donc plus propres.

11.2. Quelques chiffres :

La composition des déchets issus des véhicules est présentée dans le tableau suivant :

Tableau : Composition des déchets générés par véhicule

Matériaux	%
-----------	---

⁷⁵ Des expériences de recyclage de l'asphalte ont été menées en Belgique et les cahiers des charges des administrations routières ont été ouverts aux applications de recyclage.

Métaux ferreux	70
Métaux non ferreux	5
Plastique	10 à 12
Pneu	4 à 5
Verre	3 à 4
Liquide	2
Textile	1
Autres	1 à 4

Source : IBGE (1997)

En 2001, 45.450.099 kg de pneus ont été collectés dont 74,1% en Flandre. En Wallonie, ce pourcentage était de 21,4% et dans la région de Bruxelles-Capitale de 4,5% (2.055.211 kg). Durant la période de janvier à décembre 2001, 71.926 tonnes ont été commercialisées en Belgique. Simultanément, les opérateurs ont collecté 45.450 tonnes en Belgique, soit un pourcentage de collecte de 63,19%. Les résultats suivants ont été observés dans les différentes Régions : Flandre : 77,6% ; Wallonie : 45% ; Bruxelles : 28,7% (Recytyre, 2002). De l'ensemble des pneus, 6,5% sont réutilisés, 63% sont évacués pour une combustion avec récupération d'énergie dans des fours à ciments, 14% sont réduits en granulés, 1% sont rechapés (principalement les pneus de camions) et 13% sont évacués sans destination précise (Febelauto, 2002)

12. Impacts au niveau de la faune⁷⁶

La création de voies de circulation perturbe le comportement de la faune sauvage, notamment par la coupure des aires fonctionnelles (lieux de reproduction, aires de nourrissage, territoires de chasse) qui oblige les animaux à des traversées fréquentes, dangereuses non seulement pour ces derniers mais également pour les automobilistes. Dans les cas extrêmes de coupures complètes des territoires (autoroutes très larges, pose de clôtures supplémentaires), l'impact peut avoir un effet durable et irréversible, soit par la disparition des populations isolées ne disposant plus d'effectifs suffisants pour se reproduire, soit par la dégénérescence des populations résiduelles du fait de l'isolement génétique (Ministère wallon de l'équipement et des transports, 1993). Le suivi de l'état de la biodiversité à Bruxelles est présenté sur le site Internet IBGE.

13. Occupation des sols et fragmentation des habitats⁷⁷

L'occupation du sol par les infrastructures de transport a de nombreux impacts. Le premier est la mobilisation permanente de sols qui pourraient être utilisés à d'autres fins. L'importance de cet effet varie en fait en fonction des disponibilités foncières et, notamment, selon que les infrastructures se situent en milieu urbain ou rural. Pour la Belgique, au territoire exigu, cet impact apparaît non négligeable.

Les infrastructures de transport et les chantiers engendrent aussi d'autres effets socio-économiques (coupures d'exploitations agricoles, isolement physique et social de certains quartiers, altération des paysages et rupture de l'homogénéité socio-architecturale des villes) et environnementaux (destruction d'habitats naturels et perturbation des écosystèmes, barrière à la migration des animaux, imperméabilisation des sols et modification des réseaux hydrologiques, canalisation de cours d'eau entraînant la destruction de berges naturelles écologiquement riches et permettant l'étalement des eaux lors des crues importantes, etc.).

À côté de ces impacts négatifs, des effets positifs méritent d'être signalés. En effet, les abords des voies de communications peuvent parfois servir de refuge pour une partie de la faune et de la flore sauvages éradiqués par l'urbanisation, l'industrialisation ainsi que par des systèmes de production agricoles et sylvicoles intensifs et constituer des corridors naturels de liaison entre des écosystèmes semi-naturels "insularisés" en zone urbaine ou dans les zones d'agriculture intensive (« maillage écologique »).

Selon une estimation réalisée par la Commission européenne (1992b), l'espace occupé en 1986 par le réseau routier de la Communauté était de 28.949 km² soit 1,3% de la superficie totale de l'UE et ceci, sans tenir

⁷⁶ Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

⁷⁷ Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

compte de l'espace affecté aux intersections, croisements et parcs de stationnement ! La voiture est un mode de transport particulièrement dispendieux en espace si l'on considère sa capacité horaire, surtout si l'on tient compte des surfaces de parking (voir tableaux 12 et 13 des « Données contextuelles » reprises en annexe des fiches).

Le réseau ferroviaire, non inclus les gares et les chantiers de triage, couvrait 706 km² soit 0,03% de la superficie de l'UE. Les superficies utilisées pour le transport aérien, maritime et, dans une moindre mesure, pour la navigation intérieure sont moindres par rapport aux capacités de transport. L'occupation du sol varie entre 200 et 400 ha pour les petits aéroports régionaux et entre 1500 et 2000 ha pour les grands aéroports (Commission européenne, 1995b).

Dans les villes, les surfaces consacrées aux transports sont plus importantes. Elles sont grossièrement estimées à 25-35% de la superficie totale dans les villes modernes et à moins de 10% dans les villes construites avant l'essor des transports motorisés. Ces chiffres augmentent si l'on tient compte des surfaces auxiliaires telles que les aires de parking : les estimations pouvant aller jusqu'à 65% pour une ville telle que Los Angeles ou plus de 40% pour Toronto (OCDE, 1996a) !

Dans l'ensemble des pays de l'OCDE, le réseau routier et autoroutier a connu une forte progression depuis une vingtaine d'années. C'est notamment le cas en Belgique où, dans les années '70 et '80, le réseau routier et surtout autoroutier s'est considérablement accru. Avec une moyenne de 4,7 km de routes et autoroutes par km² de territoire, la Belgique possède actuellement, avec Singapour, le réseau routier le plus dense de la planète si l'on excepte Monaco (International Road Federation, 1998). Les réseaux de voies ferrées et de navigation intérieure sont également très denses. Selon les statistiques relatives à l'utilisation du sol de l'INS, les routes, voies navigables et chemins de fer représentaient 6% du territoire belge en 1997. B. Mérenne-Schoumaker et son équipe estiment que les routes occupent un peu plus de 28% de l'espace urbanisé⁷⁸ en Belgique (1995).

En Région bruxelloise, 19,5% du territoire est occupé par des infrastructures de transport réservées pour trois quarts à la voiture (Dobruszkes et Marissal, 1995 cités par IBGE 1997).

14. Organisation spatiale, mobilité et accessibilité⁷⁹

Les interactions entre habitats et voies de communication ont existé de tout temps et en tout lieu. Nos villes et agglomérations sont pour la quasi totalité d'entre elles construites d'après l'accessibilité par rapport à l'un ou l'autre moyen de transport : à proximité d'un fleuve ou d'un port, aux croisements de routes ou le long d'importantes voies de communication... Par ailleurs, autant les villes sont structurées en fonction des transports et de leurs infrastructures, autant l'organisation spatiale est un élément déterminant dans les choix des modes de transport et des déplacements. Pour ne citer qu'un exemple particulièrement parlant, une forte relation inverse non linéaire a été mise en évidence par Newman et Kenworthy entre la densité urbaine de grandes villes et la consommation d'essence par les citoyens qui y résident. Il existe une gradation marquée où l'on trouve à une extrémité les villes américaines où les densités sont les plus faibles et la consommation de carburant la plus élevée et, à l'autre extrémité, les villes asiatiques présentant les plus fortes densités et la consommation d'énergie la plus faible.

La raison d'être des villes est d'ailleurs fortement liée aux transports : elles existent pour simplifier, organiser et rationaliser les échanges, soit, en termes économiques, pour minimiser les coûts de transports. Or, aujourd'hui, nous assistons à une évolution inverse. Dans les grandes villes - qui devraient être des lieux où la longueur et le coût des déplacements sont minimisés - l'intensité du trafic est souvent devenue telle que la durée des trajets, et donc leurs coûts, rend les transports improductifs à l'intérieur d'une ville (voir paragraphe consacré à la congestion). Cette évolution ne se limite pas à l'environnement urbain. Au contraire, la croissance de la mobilité des personnes, et surtout des marchandises, a étendu les problèmes à une échelle régionale, voire même nationale.

L'interaction entre systèmes de transport et aménagement du territoire revêt non seulement une dimension économique et environnementale mais également une dimension sociale dans la mesure où nos modes de vie sont fortement influencés par les infrastructures et les modes de transport dont nous disposons.

⁷⁸ Superficie occupée par l'espace urbanisé/superficie totale de l'entité (B. Mérenne-Schoumaker *et al*, 1998).

⁷⁹ Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

Dans les pays occidentaux, et en particulier en Belgique, plusieurs phénomènes et conceptions de l'aménagement du territoire ont amené à une croissance de la mobilité, essentiellement en faveur de la route, à savoir :

14.1. Dissociation des fonctions dans l'espace

La loi d'urbanisme du 29 mars 1962 consistait à mettre en place une politique de zonage inspirée de la charte d'Athènes et qui tendait à séparer les différentes fonctions (travail, logement, consommation, etc.) dans l'espace. Ce type de planification, rendu d'ailleurs possible par l'essor des transports motorisés, implique une multiplication et un allongement des déplacements.

14.2. Politique en faveur de la voiture

En Belgique, les choix politiques et, en particulier, l'aménagement du territoire et les investissements, ont privilégié fortement l'automobile. La multiplication des autoroutes est un des axes essentiels de cette politique. Entre 1970 et 1990, le réseau autoroutier s'est ainsi accru de 233% tandis que la longueur du chemin de fer diminuait de 19%. Actuellement, la Belgique dispose d'un réseau routier et autoroutier extrêmement dense et maillé⁸⁰. En ville, la construction des voies de pénétration urbaine allait dans ce sens, de même que, par exemple, des mesures obligeant à accompagner les constructions de zones de parkings. La réalisation d'infrastructures routières visait, d'une part, à satisfaire et à anticiper la croissance du trafic et, d'autre part, à contribuer au développement régional. Par ailleurs, les niveaux de prix relatifs à l'achat et à l'usage de l'automobile pratiqués en Belgique sont relativement bas par rapport aux pays voisins.

14.3. La périurbanisation et la rurbanisation

L'avènement de la voiture a également permis une délocalisation du logement, non seulement vers la périphérie des villes et vers les grandes banlieues (périurbanisation) mais également vers le milieu rural (rurbanisation⁸¹).

En Belgique, entre 1947 et 1991, les densités de populations au niveau des extensions d'agglomérations et des banlieues se sont accrues respectivement de 294 et 110% (CEESE-IGEAT, 1994 sur base de données INS). Des pans entiers de l'espace rural situés à proximité des grandes villes se sont ainsi transformés en vastes banlieues et ont subi une formidable pression démographique. Ceci s'est traduit par une forte augmentation des surfaces bâties et une course à l'infrastructure. En outre, ces mutations ont été parfois réalisées de façon anarchique et incontrôlée. Plusieurs facteurs expliquent ce processus : le prix du terrain, le modèle de la maison uni familiale ou encore, la recherche d'un environnement de qualité. Cette évolution a été rendue possible par l'essor de la voiture et la disponibilité des infrastructures y afférent.

Parallèlement à cet étalement urbain, on observait un processus de déprise démographique dans les grandes villes aux conséquences également dommageables (diminution des taxes et impôts perçus, dégradation des centres urbains, désertion des quartiers le soir, etc.). En outre, comme la plupart du temps les "migrants" ont conservé leur emploi dans les grandes agglomérations, la périurbanisation implique aussi un accroissement considérable des navettes domicile-travail. Celles-ci ont des effets négatifs tant sur le plan socio-économique qu'environnemental (perte de temps, stress, pollution, etc.), et ceci, d'autant plus que ces navettes s'accompagnent le plus souvent de phénomènes de congestion.

La rurbanisation a également été favorisée par des taux élevés de possession et d'utilisation de la voiture. Outre la consommation d'espace et l'altération de l'unité architecturale des villages qui l'accompagne trop souvent, l'installation définitive d'anciens citadins en milieu rural est susceptible de soulever différents problèmes : tension sociale entre néo-ruraux et ruraux, aggravation de la gérontocratie rurale (immigration de jeunes retraités), inadéquation des infrastructures et des services offerts...

⁸⁰ A cet égard, il est important de noter qu'en ce qui concerne le marché du transport routier, l'offre en infrastructure semble avoir un potentiel de création de demande. En effet, il est aujourd'hui admis que chaque nouvelle infrastructure routière génère du trafic supplémentaire. En améliorant le réseau, l'investissement ne draine pas seulement le trafic existant mais rend l'offre d'infrastructure dans son ensemble plus attractive. Cet investissement induit donc un surplus de trafic et, de ce fait, une demande d'infrastructure supplémentaire. Dès lors, toute tentative visant à réduire les encombrements par le simple agrandissement du réseau routier peut avoir des effets allant à l'encontre de l'objectif poursuivi en augmentant le volume de la circulation, ce qui peut annuler l'effet des investissements consentis et, dans certains cas, amplifier les impacts environnementaux. Par contre, les encombrements peuvent décourager l'utilisation de véhicules privés et stimuler l'utilisation des transports en commun.

⁸¹ Urbanisation lâche des zones rurales à proximité des villes dont elles deviennent les banlieues.

14.4. La (re)localisation des activités urbaines

La (re)localisation des activités industrielles, de l'emploi tertiaire et de certains commerces (grandes surfaces) en périphérie des grandes agglomérations, dans des sites aisément accessibles par la route, a constitué également un facteur important de la croissance du trafic routier.

Selon l'OCDE (1997), l'accroissement du trafic dans les pays occidentaux au cours des cinquante dernières années peut être davantage attribué à l'allongement des trajets qu'à l'augmentation du nombre des déplacements (OCDE, 1997).

Par ailleurs, la tendance à la dissociation des fonctions dans l'espace, la déconcentration des activités économiques, la périurbanisation, la rurbanisation alliés à des politiques d'investissements publics favorisant les transports routiers et autoroutiers ont créé des relations de dépendances vis-à-vis du mode de déplacement prépondérant, à savoir, la voiture.

Avec l'étalement urbain, les services de transports en commun se sont vus confrontés à la nécessité d'agrandir leur réseau et d'améliorer leur service, objectif rendu d'autant plus difficile que, parallèlement, le nombre d'utilisateurs diminuait, posant un problème de rentabilité des systèmes de transport en commun. Si, dans certaines agglomérations, cette évolution a pu être freinée - notamment du fait de l'aggravation des phénomènes de congestion - , ce n'est pas forcément le cas pour les transports en commun opérant en milieu rural, moins densément peuplé.

Cette évolution en faveur des déplacements en voiture alliée à une diminution de la qualité et de l'accessibilité des transports en commun ainsi qu'à un allongement des distances a induit une baisse considérable de l'accessibilité des utilisateurs potentiels de ces derniers. Or, la majorité des utilisateurs des transports en commun et des modes de transports autres que la voiture constituent une "clientèle captive" c'est-à-dire une clientèle n'ayant pas de choix alternatifs dans la mesure où, pour diverses raisons, elle n'a pas accès à la voiture (faibles revenus, jeunes, personnes âgées, femmes, handicapés, etc.). Ainsi l'état et l'évolution actuelle de l'organisation spatiale induit non seulement des traitements inéquitables entre les utilisateurs des différents modes de transport mais est également susceptible d'accentuer les iniquités sociales.

Comme le souligne l'OCDE (1996) :

"A mesure que les sociétés augmentent leur dépendance vis-à-vis de la voiture particulière comme moyen de transport dominant, elles se structurent de plus en plus autour de l'automobile, physiquement et culturellement, marginalisant ainsi une importante minorité qui n'y a pas accès et qui regroupe des personnes âgées, des jeunes, des démunis et des handicapés. Cette marginalisation représente un défi en terme d'opportunité pour ceux qui en sont les victimes, et en terme de cohésion et de fonctionnement de la société (...). Les systèmes de transport fondés sur la voiture particulière peuvent également entraîner des effets économiques négatifs qui prennent un caractère disproportionné pour les personnes à faibles revenus : en l'absence de solutions de rechange, celles-ci sont obligées de posséder et d'utiliser un véhicule pour satisfaire leurs besoins de déplacement, avec un coût relativement élevé."

Aujourd'hui, notre environnement, notre milieu de vie, est marqué par une omniprésence des moyens de transport, en général par la présence de voitures. Le tracé des infrastructures routières détermine la structure de nos villes et de notre territoire. Les zones urbaines sont en général conçues essentiellement en fonction des transports motorisés, laissant peu de place ou une place dangereuse pour les modes de déplacement lents. Les axes routiers peuvent également constituer de réelles barrières pour les piétons et cyclistes dans la mesure où leur franchissement est parfois problématique. Ceci se traduit par exemple par l'isolement d'un quartier, la non accessibilité d'un espace vert, etc. Les infrastructures routières structurent donc notre milieu de vie, et, par le biais de l'accessibilité, interfèrent avec notre mode de vie.

Une organisation des systèmes de transports plus viable et équitable s'appuie nécessairement sur une planification spatiale conçue de façon à minimiser les besoins en déplacements, à privilégier les modes de transport les moins coûteux d'un point de vue socio-économique et environnemental et à minimiser toute nouvelle implantation impliquant le recours à la voiture. Il s'agit donc avant tout de replacer la voiture, et naturellement les autres modes de déplacement, dans le contexte d'un aménagement de l'espace plus durable où un seul mode de déplacement ne primerait plus ni sur les autres types de transports, ni sur l'organisation spatiale tout entière.

15. Congestion⁸²

La congestion est en général liée au trafic routier et, plus particulièrement, au trafic urbain. Depuis peu, on observe également ce phénomène au niveau du trafic aérien, plus spécifiquement autour et entre les grands aéroports internationaux. La congestion structurelle (ou quotidienne) est liée à un accroissement du trafic associé à une stagnation de la construction des infrastructures de transport, soit, en d'autres termes, à une diminution de la disponibilité relative des infrastructures. Par exemple, en Belgique, la disponibilité relative des infrastructures routières⁸³ est passée de 3,81 en 1960 à 1,83 en 1990 (Delepierre-Dramais, 1996). Dans le passé, d'importantes sommes ont été investies dans les pays de l'OCDE pour accroître la capacité des infrastructures routières mais, sans une politique de "vérité des prix" (voir point suivant), la demande rattrape et absorbe souvent rapidement la nouvelle capacité ce qui se traduit habituellement par un encombrement excessif (OCDE, 1997).

La congestion provoque différents effets portant sur la qualité de l'environnement (pollution atmosphérique, surconsommation de carburants, nuisances acoustiques), sur la santé (stress, pollution accrue) et sur l'économie (retards infligés aux utilisateurs de la route et aux marchandises, coûts des soins de santé, etc.). Les encombrements représentent un coût externe très important. Pour donner un ordre de grandeur, l'OCDE a estimé à environ 2% du PIB le coût des encombrements routiers dans les sociétés industrialisées occidentales (coût supplémentaire par rapport à une circulation fluide).

Les données fournies par une enquête réalisée par l'OCDE/CEMT, à laquelle 132 villes ont répondu, fournissent des ordres de grandeur concernant les vitesses de déplacement. Dans les villes les plus touchées par les problèmes de congestion, les vitesses moyennes sur l'ensemble de l'agglomération sont de 27 km/h et de 17 km/h dans le quartier central des affaires. Pour les villes connaissant des phénomènes de congestion moins aigus, les vitesses moyennes sont respectivement de 41 et 23 km/h.

En Belgique, toutes les études ponctuelles sur ce problème témoignent d'un réseau proche de la saturation, voire totalement saturé dans les villes. Selon l'enquête précitée de l'OCDE, parmi 17 pays de l'OCDE, la Belgique arrive en seconde position en ce qui concerne l'importance du degré de congestion perçu par les gestionnaires de grandes agglomérations urbaines (voir tableau 18 des « Données contextuelles » reprises en annexe). Entre 1981 et 1987, la vitesse moyenne des déplacements domicile-travail en Belgique a chuté de 38,6 km/h à 29,7 km/h (CEESE, 1994). En grande et moyenne agglomération, elle serait tombée à 23 km/h (Debrabander et Verhetsel, 1990 cités par CEESE, 1994). Lors de la décennie précédente, la comparaison des recensements avait au contraire montré une augmentation de la vitesse moyenne de ces déplacements.

⁸² Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

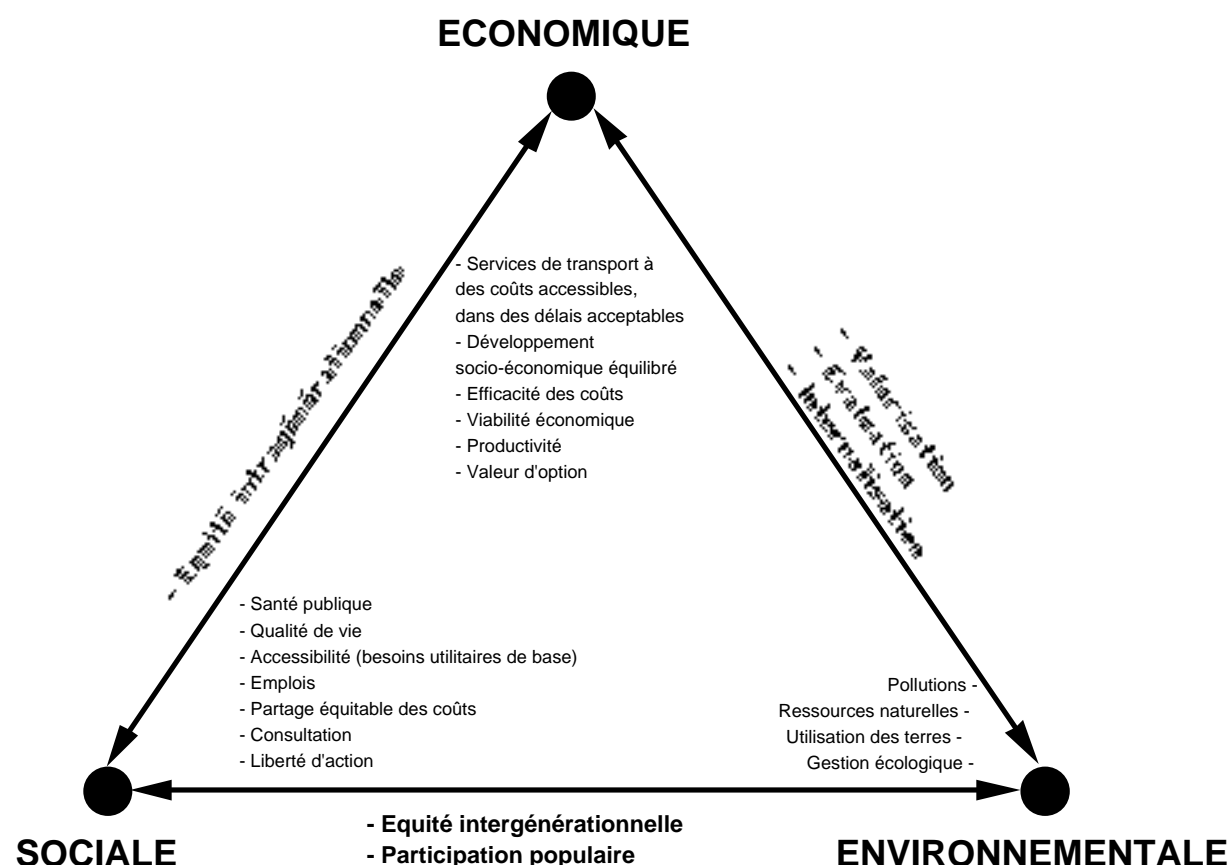
⁸³ Capacité routière (en m²) par milliards de véhicules-km.

VERS DES TRANSPORTS DURABLES

1. Approche du concept de transports durables ⁸⁴

Le concept de transports durables peut être décrit schématiquement par la figure reprise ci-dessous. Celle-ci illustre le fait que toute stratégie de transports durables revient à assurer un arbitrage équitable entre les sphères environnementales, sociales et économiques du développement et à se fixer des priorités.

Figure : Approche du concept de transports durables ⁸⁵



Les principaux objectifs d'une stratégie de transports durables peuvent se résumer comme suit :

1.1. Dimension sociale

1.1.1. Accessibilité

Les autorités doivent garantir à long terme à tous les citoyens une « accessibilité raisonnable » aux autres personnes (les interactions humaines étant source de bien-être et d'enrichissement du « capital humain ») et à des lieux divers (distribution de biens et services, établissements scolaires, espaces de détente et de loisirs, etc.). En particulier, chaque famille doit avoir la possibilité matérielle et financière de réaliser les déplacements utilitaires liés au travail, à la formation, aux achats et aux services (banque, poste, soins médicaux, etc.) dans

⁸⁴ Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

⁸⁵ Source: CEESE (adaptation de Munasinghe "Approaches to sustainable development", 1993).

des temps acceptables⁸⁶. Les systèmes de transport doivent offrir aux citoyens un « choix raisonnable » de modes de transport, de types d'habitations et de modes de vie.

1.1.2. Santé, sécurité et qualité de vie

Les systèmes de transport doivent être conçus et gérés de manière à protéger la santé et la sécurité de chacun et à promouvoir la qualité de vie des communautés. Cet objectif regroupe des préoccupations en matière d'impacts des pollutions (particules, composés acides, ozone troposphérique, plomb, etc.) engendrées par les transports sur la santé humaine, de bruit, d'accidents, de stress liés aux déplacements (embouteillages, agressions dans les transports publics, etc.), de temps de déplacements (surtout vrai pour les déplacements utilitaires liés au travail, à la formation, aux achats, etc.), d'impacts paysagers, d'isolement physique de quartiers par les infrastructures de transport ou encore, de conditions de travail dans le secteur du transport.

1.2. Dimension environnementale

1.2.1. Occupation du sol et fragmentation des habitats

L'impact des infrastructures de transport sur les systèmes naturels doit être minimisé. Ceci implique d'assurer un usage efficace des terres et autres ressources naturelles, d'opérer des choix d'implantation et de conception des infrastructures veillant à préserver les habitats naturels les plus vitaux et à limiter au maximum la perturbation des écosystèmes (migration des espèces, régime hydrique des sols, réseau hydrologique, etc.).

1.2.2. Prévention de la pollution

Les besoins en transports doivent être satisfaits sans générer de niveaux de pollution (polluants atmosphériques, hydrocarbures, déchets, herbicides, sels de déneigement, etc.) qui menacent la santé publique, le climat global, la biodiversité ou les processus écologiques essentiels au fonctionnement de la biosphère. Les abords des voies de communication (route, canaux, lignes de chemin de fer, etc.) doivent être gérés de façon écologique et être intégrés, tant que possible, dans des réseaux de maillage écologique.

1.3. Dimension économique

1.3.1. Bien-être socio-économique

Les transports constituent un élément vital des activités socio-économiques. Il faut cependant veiller à ce que ces transports ne constituent pas une fin en soi mais assurent leurs "fonctions économiques et sociales essentielles" pour garantir à long terme et à chacun un bien-être social et économique raisonnable. Outre le droit à une accessibilité minimale (voir ci-dessus), ceci implique la fourniture de marchandises et de services de base à des coûts accessibles et dans des délais acceptables ainsi que la promotion d'un développement socio-économique équilibré entre différentes entités géographiques allant du niveau régional au niveau mondial.

1.3.2. Viabilité à long terme

Le maintien de la viabilité économique des systèmes de transport à long terme implique une utilisation efficace des ressources - et, en particulier, des ressources non renouvelables - et une tarification équitable et efficace des transports. L'utilisation de ressources renouvelables ou quasi inépuisables doit être privilégiée. Lorsque des ressources non renouvelables sont utilisées, le développement de produits de substitution doit se faire à un rythme suffisant compte tenu de la vitesse d'épuisement de ces ressources.

1.4. Conclusion

Si l'on s'en réfère à la définition «classique» du développement durable figurant dans le rapport Brundtland⁸⁷, la durabilité appliquée au secteur des transports implique de développer des systèmes de transport qui maintiennent ou améliorent la qualité de vie des générations actuelles tout en préservant à long terme la santé des écosystèmes et en ne compromettant pas la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins de mobilité et de bien-être.

Comme nous l'avons explicité précédemment, une stratégie visant à s'orienter vers des transports plus durables s'appuie sur la recherche d'un arbitrage équitable entre des préoccupations :

- sociales (accessibilité, santé publique et sécurité, qualité de vie);

⁸⁶ Notons qu'avec le développement de la « mobilité virtuelle », de plus en plus de démarches ne nécessiteront pas de déplacements physiques.

⁸⁷ « Our common future », report of the world commission on environment and development (1987).

- environnementales (atteintes aux écosystèmes et à la biodiversité);
- économiques (bien-être social et économique "raisonnable", utilisation efficace des ressources).

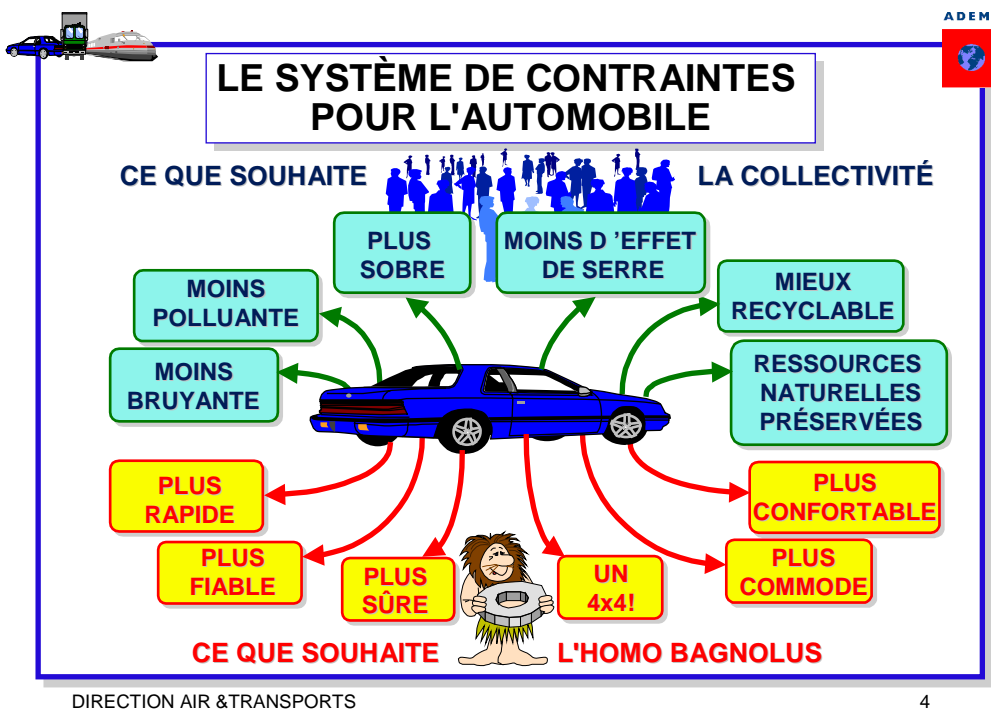
Elle doit aussi prendre en compte une série de principes généraux tels que l'équité intra- et intergénérationnelle, la recherche d'une approche intégrée, la priorité aux actions préventives, l'application du principe pollueur-payeur et du principe de précaution, la promotion de la participation et consultation, la recherche d'un double dividende (emploi/environnement), etc. Le jeu d'indicateurs proposé doit tant que possible refléter cette approche multidimensionnelle.

Ce processus de réorientation vers des modes de transports plus durables implique notamment :

- l'optimisation des performances environnementales des systèmes de transport par tous les moyens technologiques disponibles ;
- la réduction du nombre de véhicules-km parcourus (structuration spatiale, optimisation de l'occupation des véhicules, modification des comportements de déplacements, développement de la mobilité virtuelle) ;
- la promotion des modes de transport les plus efficaces sur le plan de l'utilisation des ressources, de l'impact environnemental et des accidents ;
- la promotion de la recherche qui, en ouvrant de nouvelles possibilités, augmente les chances de soutenabilité et élargit l'éventail des options offertes aux générations futures.

La réalisation de ces objectifs repose sur la mise en œuvre d'un faisceau de mesures de régulation physique et juridique (organisation spatiale, offre et restriction en matière de parking pour voitures et vélo, gestion de la circulation et aménagement des voiries, normalisation et réglementation, etc.), économique (investissement en infrastructures et équipements de transport, subsides, fiscalité, taxation, etc.) et sociale (information et sensibilisation, mise en œuvre de "convention de mobilité"...).

Cette approche globale doit se réaliser au niveau personnel pour éviter l'écueil du concept "not in my back yard" ou NIMBY.



2. Cadre d'analyse : causes et effets des activités du transport – le modèle DPSIR⁸⁸

2.1. La demande en matière de mobilité

De façon synthétique, rappelons que la demande en matière de mobilité et les choix y afférents sont déterminés par un ensemble d'éléments à caractère :

- économique (prix des transports, niveau des revenus, processus de production) ;
- géographique (offre en infrastructures de transports, répartition des lieux de travail, de logements et des services de base, etc.) ;
- culturel (représentation sociale de la voiture, habitudes alimentaires⁸⁹, etc.) ;
- sociologique (travail partagé, augmentation du temps disponible pour les loisirs) ;
- démographique (nombre de ménages, structure d'âge et, entre autres, nombre de pensionnés).

Les déplacements et les activités économiques qui y sont liées (construction, réparation, etc.) génèrent une série de pressions sur l'environnement et les ressources naturelles lesquelles peuvent être à la base d'effets négatifs sur le milieu, la santé et la qualité de vie.

2.2. Le modèle causes à effets DPSIR

Le modèle DPSIR a été notamment développé par l'AEE comme outil générique aidant à la compréhension des relations entre les activités humaines et la situation de l'environnement (en ce compris ses impacts sur la qualité de vie et la santé publique) ainsi que pour l'élaboration de rapports décrivant ces différentes relations. « La signification des initiales DPSIR correspond à 5 fonctions⁹⁰ ».

- D pour Driving forces : la première fonction désigne les forces directrices, c'est-à-dire les activités et processus humains : la production de biens et services, le tourisme, l'épargne, etc.
- P pour Pressure : la 2de fonction correspond aux pressions exercées sur les ressources environnementales et humaines : les émissions de gaz à effet de serre, le chômage, etc.
- S pour State : la 3ème fonction décrit la situation des ressources naturelles et humaines sur lesquelles les pressions exercent leurs effets : la concentration d'ozone, le pourcentage de personnes vivant sous le seuil de pauvreté, etc.
- I pour Impact : la 4ème fonction décrit les conséquences directes pour l'homme et son environnement des pressions exercées sur eux ainsi que les effets liés au changement de l'état de la société et du milieu naturel : la mortalité due à certaines formes de pollution, certains problèmes de santé, etc.
- R pour Response : la 5ème fonction correspond aux choix politiques et sociétaux effectués pour répondre à des problèmes sociaux et environnementaux: le niveau des dépenses publiques, etc. »

Selon ce modèle, il existe une chaîne de liens causaux depuis les forces directrices, vers les pressions puis vers les États et Impacts lesquels induisent en retour une réponse sociétale orientée vers ces différents maillons. Sans prétendre offrir une modélisation exhaustive des interactions existantes entre les composantes sociales, économiques et environnementales du développement, l'approche DPSIR montre les connexions entre les causes des problèmes environnementaux, leurs impacts et les réponses sociétales qu'ils suscitent.

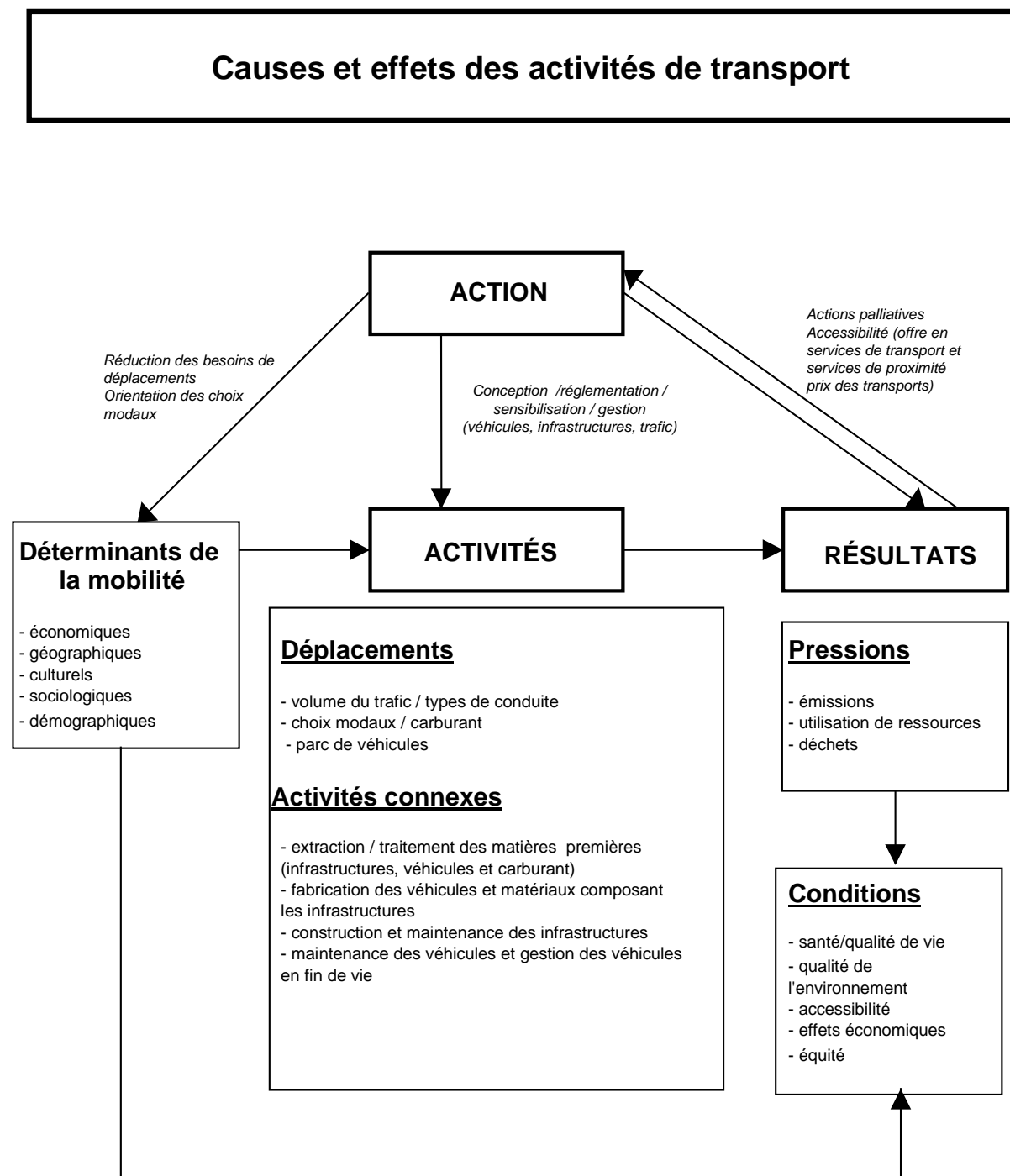
Pour s'orienter vers des transports plus durables, les pouvoirs publics peuvent agir au niveau des déterminants de la mobilité ainsi qu'au niveau des activités de transport mêmes (infrastructures, véhicules, gestion du trafic...) en mettant en œuvre des mesures complémentaires liées à la régulation physique, réglementaire, économique et sociale. Les politiques pratiquées en matière de prix des transports, d'aménagement du territoire ou encore, d'offre en infrastructures et en services de base influent directement sur les conditions d'accessibilité des citoyens.

⁸⁸ Source : Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; ULB

⁸⁹ Par exemple, la demande des consommateurs occidentaux de pouvoir disposer de fruits et légumes frais en toute saison ou de produits exotiques implique le recours au transport de denrées alimentaires sur des distances parfois considérables.

⁹⁰ Bureau fédéral du plan 1999. « Sur la voie d'un développement durable - Rapport fédéral sur le développement durable », task force Développement durable, Bruxelles.

Figure 1 : Causes et effets des activités de transport



3. Leviers pour un développement durable du secteur des transports⁹¹

S'il est clair que des mesures de développement durable des transports s'imposent, le changement ne sera pas simple en raison de différents facteurs. Tout d'abord, parce que les pratiques de transport non viables sont fortement ancrées dans le tissu politique, social, économique et géographique de la Belgique. Ensuite, parce que l'élaboration de stratégies de mobilité durable est un processus complexe en soi, non seulement de par la détermination des objectifs et priorités à se fixer mais également du fait de la multiplicité des leviers potentiels d'action relevant de domaines variés (aménagement du territoire et urbanisme, instruments économiques, mesures techniques, mesures touchant le comportement des citoyens).

Par conséquent, la mise en œuvre de stratégies de développement durable des transports ne peut que s'appuyer sur une politique intégrée, nécessitant une concertation et coordination effective entre différents niveaux de pouvoir (allant de l'international au local), entre différentes compétences (aménagement du territoire et urbanisme, environnement, transports, fiscalité, normalisation, etc.), et entre différents acteurs (décideurs et gestionnaires, citoyens, secteurs de la construction et de la réparation des infrastructures et moyens de transport mais également d'autres acteurs tels que les écoles, les médias, etc.).

Les leviers d'action permettant de s'orienter vers des modes de transports plus viables peuvent schématiquement être répartis en quatre grandes catégories⁹² :

1. Réduction des besoins de déplacements motorisés ;
2. Incitation à des choix modaux plus « écophiles » ;
3. Actions au niveau des usagers de la route, des infrastructures, des véhicules et du trafic visant à réduire les impacts sur la santé, la qualité de vie et l'environnement ;
4. Actions de support (instruments juridiques, recherche, sensibilisation, ...)

3.1. Réduction des besoins de déplacements motorisés

La mobilité est rarement un objectif en soi. Il s'agit d'une demande dérivée qui découle de la nécessité de pouvoir accéder à certains lieux. L'objectif de réduction des besoins de déplacements s'attaque au cœur du problème en cherchant à améliorer l'accessibilité des personnes et des marchandises aux services et commerces, aux activités sociales, aux lieux de travail et de scolarité, de détente, etc. et ce, sans pour autant accroître les déplacements motorisés.

Les nécessités de déplacements peuvent être minimisées de différentes manières :

3.1.1. Structuration spatiale plus rationnelle rapprochant les différents lieux d'activités

L'aménagement du territoire apparaît comme l'outil essentiel d'inversion des tendances lourdes en matière de besoins en déplacements.

Ces derniers peuvent être réduits en favorisant un urbanisme plus dense et une organisation de la production et de la distribution des biens, des services, des activités, des espaces verts (...) plus économe en déplacements.

L'origine des villes est souvent associée à la nécessité d'accroître et d'optimiser les échanges de biens, d'idées, de services.

De nombreuses études ont mis en évidence des liens étroits entre structuration spatiale et caractéristiques de déplacements par exemple entre la densité urbaine de grandes villes et la consommation d'essence par les citoyens qui y résident ou encore, entre le degré d'éloignement des ménages aux centres urbains et leur taux de motorisation⁹³.

Les politiques d'aménagement du territoire s'inscrivent dans une perspective à long terme mais elles sont fondamentales. De mauvaises décisions en la matière portent leurs effets sur des décennies, voire des siècles.

⁹¹ Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles

⁹² Ces quatre grandes catégories que nous avons établies permettent de structurer la description des actions potentielles et de faciliter la compréhension mais elles ne sont pas totalement satisfaisantes dans la mesure où certaines actions recouvrent parfois plusieurs catégories et sont donc difficiles à classifier

⁹³ Dans la plupart des grandes agglomérations, les phénomènes croissants de congestion rendent cependant les transports routiers peu efficaces et coûteux, non seulement pour les utilisateurs mais aussi pour la société.

En particulier, les phénomènes de périurbanisation et de rurbanisation, marqués en Belgique constituent aujourd'hui une source importante de non viabilité⁹⁴.

Ces stratégies de structuration spatiale minimisant les besoins en déplacement par une accessibilité accrue s'appuient sur une démarche intégrée combinant planification des transports, de l'environnement et de l'espace, à savoir :

- une politique de répartition maillée des équipements et services de base (écoles, commerces de proximité, centres culturels et sportifs, banques, postes, zones récréatives, etc.) qui doivent tant que possible pouvoir être atteints à pied ou à vélo;
- une politique d'aménagement du territoire intégrant la problématique des transports ce qui implique notamment :
 - de privilégier tant que possible la mixité harmonieuse des fonctions de manière à réduire les besoins en déplacements (par ex. : localisation des zones à forte concentration d'habitat à proximité des zones d'emplois et des commerces) ;
 - de structurer l'espace en fonction du réseau de transports en commun (par ex. : localisation des entreprises employant de nombreuses personnes à proximité des gares, développement de zones résidentielles denses bien desservies par les transports en commun)⁹⁵ ;
 - de limiter le développement urbain peu dense en "tâche d'huile"
- Certaines actions - qui ne relèvent pas de l'aménagement du territoire proprement dit - devraient contribuer à la densification de l'habitat, notamment :
 - la revitalisation des centres urbains visant, entre autres, à augmenter l'attrait résidentiel des centres-villes afin d'enrayer le départ des citadins vers la périphérie, voire d'encourager le "retour en ville" ;
 - la mise en œuvre d'instruments économiques (différenciation des coûts des terrains à bâtir prenant en compte l'éloignement des noyaux d'habitat, instauration de prélèvement de droits liés à l'impact de l'implantation de nouvelles activités sur les déplacements, etc.) ;
 - la sensibilisation des citoyens aux conséquences environnementales, sociales et économiques - pour eux-mêmes et pour la société - des choix de maisons uni familiales situées dans des zones peu denses et peu polyvalentes
- En Belgique, les droits d'enregistrement importants perçus par l'État à l'achat d'un logement constituent un frein au déménagement des ménages propriétaires de leur logement et donc au rapprochement des travailleurs de leur lieu de travail. Par ailleurs, en réduisant la mobilité géographique des personnes, cette situation contribue aussi à diminuer leur chance sur le marché du travail.

Une mesure visant à diminuer ces droits pourrait donc contribuer à diminuer les besoins de déplacements. Par ailleurs, comme le suggère la Fondation Roi Baudouin (1992), des aides au "rapprochement" des travailleurs de leur lieu de travail pourraient également très bien être imaginées.

3.1.2. Changements d'habitude de production et de consommation

Une réduction significative des déplacements pourrait aussi résulter de changements d'habitude de production (promotion du développement d'entreprises dépendant davantage de ressources disponibles localement) et de consommation (promotion de la consommation de biens et services locaux et de fruits et légumes de saison).

⁹⁴ Pour rappel, les phénomènes de périurbanisation et de rurbanisation s'accompagnent de divers effets négatifs tels que, par exemple :

- l'accroissement des besoins de transports et une dépendance accrue vis-à-vis de la voiture ;
- l'apparition de problèmes de congestion dans les axes de pénétration des agglomérations (navettes) ;
- la diminution des taxes et impôts perçus et la dévitalisation commerciale dans les villes victimes d'un phénomène de déprise démographique ;
- une utilisation dispendieuse d'espace dans les zones périurbaines et rurales concernées ;
- une élévation importante des coûts d'infrastructures (dispersion de l'habitat) ;
- une augmentation des coûts de chauffage des bâtiments (modèle de la « villa 4 façades ») ;
- une altération de l'unité architecturale des villages et destruction paysagère, etc..

⁹⁵ De manière plus générale, l'aménagement du territoire doit favoriser une adéquation entre les besoins de mobilité des activités (profil de mobilité) - et notamment des entreprises (déplacements du personnel, accès des visiteurs et des marchandises au site) - avec la facilité plus ou moins grande avec laquelle on peut atteindre le lieu d'implantation de l'activité (profil d'accessibilité).

3.1.3. Autre organisation du travail

3.1.3.1. Mobilité virtuelle

Le développement de la "mobilité virtuelle" (télécommunications permettant par exemple, le travail à domicile, les téléconférences, les achats, l'accès à divers services, l'enseignement à distance, etc.) pourrait mettre un frein aux besoins de déplacements.

Un certain nombre de facteurs permettent néanmoins de penser que l'essor des télécommunications pourrait se traduire par une demande accrue en matière de déplacements dans la mesure où:

- ces technologies réduisent les coûts administratifs et facilitent les procédures liées aux déplacements de personnes et de marchandises ;
- le télétravail, les services à distance, etc. permettent des gains de temps qui peuvent générer d'autres types de déplacements notamment ceux liés aux loisirs ;
- les télécommunications diminuent les contraintes concernant les choix de résidence (par exemple, on s'installera plus facilement à la campagne si le travail peut se faire essentiellement à domicile) ;
- les télécommunications facilitent l'acquisition de nouveaux partenariats ou d'amis partout dans le monde et le maintien des relations, facteur stimulant les voyages.

Le développement de ces technologies soulève également des questions d'ordre social (importance des relations sociales et des contacts "réels", isolement des travailleurs à domicile, etc.).

Par conséquent, les relations entre télécommunications et mobilité méritent d'être suivies dans les années qui viennent. On pourrait, par exemple, imaginer que certaines formules de télétravail (travail à domicile un jour sur cinq...) pourraient peut-être apporter une solution partielle aux problèmes de congestion.

3.1.3.2. Flexibilité des horaires de travail

Une plus grande flexibilité des horaires de travail vers laquelle on s'oriente d'ailleurs progressivement, devrait contribuer à limiter la demande en déplacements et à réduire la saturation des systèmes de transport - et, en particulier, des transports en commun - aux heures de pointe⁹⁶.

3.2. Incitation à des choix modaux plus « écophiles »

3.2.1. Introduction

Cet objectif général vise à inciter les utilisateurs de transport à avoir recours à des modes de transport moins dommageables pour l'environnement et plus efficaces d'un point de vue énergétique.

Quand on compare les différents modes de transport en terme de pollutions, de congestion, d'occupation de l'espace, de nuisances et d'accidents, la voiture et le transport de marchandises sur route sont souvent - avec le transport aérien - les modes de déplacements les plus dommageables.

Il est évidemment clair que le transport routier présente des caractères de souplesse qu'il est difficile de concurrencer et dispose, en Belgique, d'un réseau déjà existant et finement maillé. Cependant, des alternatives existent souvent et, compte tenu de la nécessité impérieuse de s'orienter vers des modes de développement plus viables, doivent être privilégiées.

3.2.2. Meilleure organisation du transport de personnes

Pour le déplacement de personnes, il s'agit d'éviter l'"autosolisme" et de favoriser le recours à la marche et au vélo, aux transports en commun, au covoiturage et au carsharing, au taxi et à des formes combinées de transport.

Tout le monde s'accorde aussi aujourd'hui sur l'importance de privilégier la complémentarité des modes de transport.

A ce titre, les déplacements à vélos doivent être réhabilités. Ceci demande notamment des structures d'accueil appropriées et sûres (parkings à proximité des transports en commun, des lieux de travail et des centres commerciaux, douches dans les entreprises) mais aussi une meilleure prise en considération des cyclistes par les usagers motorisés.

⁹⁶ Notons cependant que, d'une part, un étalement accru des horaires de travail peut constituer un frein aux systèmes de transport groupé et que, d'autre part, pour le transport routier, il peut avoir également pour effet de permettre le passage d'un plus grand nombre de véhicules au cours d'une journée (et donc aussi une moindre utilisation des transports en commun) ce qui n'est pas l'objectif recherché dans une logique de durabilité!

3.2.2.1. Développer des réseaux de transports en commun de qualité

Ce qui implique entre autres :

- d'assurer une bonne desserte des différents quartiers et notamment des zones à haute densité d'habitat, de services et d'entreprises ;
- d'améliorer la vitesse commerciale des transports collectifs de surface (sites propres et couloirs prioritaires, feux télécommandés, etc.), la ponctualité et les correspondances;
- d'augmenter les fréquences aux heures de pointe et de maintenir une offre suffisante en soirée pour la vie culturelle et sportive notamment⁹⁷ ;
- d'améliorer les systèmes d'information et de billetterie pour les voyageurs ;
- d'améliorer le confort des gares, stations et arrêts ;
- d'améliorer l'accès aux personnes âgées, aux handicapés et aux poussettes d'enfants.

3.2.2.2. Développer les infrastructures et services pour les modes de transport durables

avec des mesures visant par exemple :

- à promouvoir le transport en taxi individuel ou collectif (accès aux sites propres, tickets combinés transports en commun - taxis, simplification et réglementation de la tarification, etc.) ;
- à développer des systèmes de location de vélos ou de voitures ("taxi sans chauffeur") ;
- à améliorer l'offre et la qualité des parkings de vélos à proximité des centres commerciaux, des écoles, des entreprises, des transports en commun, etc.
- dissuader les déplacements automobiles en diminuant le nombre de places de stationnement de longue durée⁹⁸ dans les centres et en augmentant le tarif de péage des parkings ainsi que la fréquence des contrôles;
- pour le transport des navetteurs, développer des alternatives satisfaisantes au transport en voiture individuelle à faible taux d'occupation (amélioration de la desserte par transports en commun tels que R.E.R. ou bus, voies réservées pour les véhicules privés occupés par plus de deux voyageurs, etc.)⁹⁹ et élaborer des plans de transport d'entreprise;
- mieux intégrer les piétons et cyclistes dans la circulation et améliorer qualitativement et quantitativement les espaces qui leur sont réservés (aménagement hiérarchisant l'espace public urbain au départ du piéton auquel le cycliste, puis les transports en commun et la voiture sont subordonnés, développement de zones 30, itinéraires cyclables, trottoirs confortables, sécurisants et accessibles, etc.)
- promouvoir le transport intermodal (parkings de dissuasion à proximité des gares, stations et arrêts, parkings à vélos sûrs, possibilité d'embarquement des vélos dans les transports en commun, billets combinés, concordance des correspondances, etc.);
- localiser les entreprises en fonction de leurs besoins de transport.

3.2.2.3. Trajets aériens de courte distance vers le rail

Le transport aérien est lui aussi particulièrement incriminé en ce qui concerne les nuisances sonores, la pollution atmosphérique et la consommation énergétique, surtout sur de courtes distances. Le trafic aérien connaît également des problèmes d'engorgement. L'objectif serait ici d'arriver à opérer un glissement des trajets aériens de courte distance (intra-européens) vers le rail, alternative d'autant plus crédible que le réseau de train à grande vitesse se développe.

3.2.3. Meilleure organisation du transport de marchandises

Pour les marchandises, l'objectif est d'arriver à un transfert modal de la route vers le rail, le transport maritime et fluvial et le transport par pipelines. Notons à cet égard que la Belgique dispose d'un vaste réseau de pipelines

⁹⁷ Le recours à des véhicules plus légers pourrait peut-être apporter une solution au problème des faibles taux d'occupation aux heures creuses, situation peu satisfaisante d'un point de vue environnemental.

⁹⁸ La maîtrise du stationnement automobile constitue un outil particulièrement important pour maîtriser la mobilité automobile. Cette politique du stationnement doit cependant veiller à ne pas jouer en défaveur des commerces urbains centraux (différentiation sélective selon la durée du stationnement ou la cause du déplacement).

⁹⁹ Notons qu'une mesure visant à améliorer l'accessibilité des villes en transports en commun (RER, etc.) à partir de la périphérie peut avoir un effet pervers d'incitation à l'exode urbain de par la facilitation des navettes qu'elle permet. C'est pourquoi, ce type de mesures ne peut s'envisager isolément et doit s'inscrire dans le cadre d'une stratégie plus globale (revitalisation urbaine, prix et taxation des logements en ville, etc.).

avec liaisons internationales (Belgian Royal Academy Council of Applied Sciences, 1993). Ce mode de transport, destiné en priorité au transport massif de produits en vrac, est caractérisé par une consommation énergétique par km et par unité de masse transportée comparable à celle des chemins de fer et présente également d'autres avantages si l'on pense, par exemple, aux risques d'accidents liés au transport de produits pétroliers par route ou encore, aux problèmes de congestion et de bruit.

Pour le transport multimodal de marchandises, fondé sur la conteneurisation¹⁰⁰, les combinaisons rail-route (ferroutage), voie navigable-route et pipeline-route sont des pistes d'avenir dont il est beaucoup question aujourd'hui dans la mesure où elles permettent d'associer la souplesse de la route avec les avantages des autres modes de transport. Par exemple, le transport combiné rail-route permet d'allier les avantages du rail (moindre impact environnemental, sécurité, grande capacité et vitesse) avec la flexibilité du transport routier pour les opérations terminales au départ ou à destination d'entreprises qui ne disposent d'aucun raccordement ou rail.

Pour le transport de marchandises, on peut citer, sans être exhaustif, les actions suivantes:

- organiser et assurer une bonne distribution des plates-formes multimodales ;
- promouvoir le raccordement au réseau de chemins de fer d'industries transportant régulièrement de grandes quantités de marchandises ;
- promouvoir l'implantation de certaines entreprises à proximité de nœuds ferroviaires ou de ports;
- améliorer le réseau de navigation intérieure belge (dragage, infrastructures, etc.);
- promouvoir tout particulièrement le transport de marchandises dangereuses par rail ou par eau.

Le port de Bruxelles joue un rôle moteur dans la politique de mobilité. L'usage de la voie d'eau permet d'acheminer des produits au cœur de la ville dans des conditions environnementales et de sécurité optimales, notamment en diminuant la pollution atmosphérique et le bruit. Les 7,7 millions de tonnes de marchandises acheminées chaque année par voie d'eau permettent de décongestionner le centre ville. Sans le canal, le réseau routier bruxellois devrait absorber chaque année 200.000 camions supplémentaires.

Les marchandises transportées sont principalement destinées au marché urbain bruxellois, mais il s'agit aussi de produits semi-finis destinés aux industries bruxelloises. La production de ces entreprises est aussi souvent exportée à partir du port vers leurs destinataires en Europe ou au-delà. Dans les secteurs portuaires traditionnels (secondaire et tertiaire "lourd"), ce sont plus de la moitié des entreprises qui ont recours à la voie d'eau pour leur approvisionnement ou leurs débouchés.

L'environnement est très largement tributaire de cette mobilité. Mais le port de Bruxelles lui est bénéfique à d'autres égards : le canal est en effet un excellent régulateur de crues. Une donnée appréciable lorsqu'on sait que, construite sur un marais, la ville était autrefois régulièrement inondée.

3.2.4. Mesures en matière de fiscalité visant une internalisation des coûts externes

Les instruments économiques peuvent également contribuer à réduire l'utilisation des modes de transport les moins viables (transport routier et aérien) et à favoriser les transports les plus écophiles.

Comme nous avons explicité précédemment, les déplacements sont à l'origine d'une série de coûts externes liés aux nuisances qu'ils occasionnent et qui sont supportés par la collectivité dans son ensemble.

Dans le domaine des transports, la nécessité de s'orienter vers une politique de tarification plus équitable entre les modes de transport est actuellement largement reconnue.

Le livre Blanc sur la politique européenne des transports à l'horizon 2010¹⁰¹ souligne que "Le paradoxe est que le transport connaît de trop nombreuses taxes: taxes d'immatriculation, taxes de circulation et d'assurance, taxes sur les carburants et redevances d'utilisation des infrastructures. Si le transport est réputé lourdement taxé, il est surtout mal et inégalement taxé. Les usagers sont traités sans distinctions indépendamment des dégradations des infrastructures, des embouteillages ou des pollutions dont ils sont responsables. Cette mauvaise répartition des charges entre les exploitants d'infrastructure, les contribuables et les usagers est à l'origine de distorsions de concurrence considérables entre opérateurs et entre modes de transport."

Un enjeu de taille pour atteindre une mobilité plus durable est de parvenir à internaliser, partiellement ou totalement, les coûts externes générés par les transports ou par certains modes de transport (mise en œuvre du principe "pollueur-payeur") en faisant supporter ces coûts par les producteurs et les consommateurs.

¹⁰⁰ Selon la Royal Baccas (1993), quasi tous les produits sont conteneurisables. L'évolution vers l'intégration multimodale est favorisée par une normalisation adaptée et évolutive.

¹⁰¹ COM(2001)370

Les montants ainsi dégagés pourraient être réinjectés dans l'économie grâce à des réductions d'autres taxes ou tarifs ou encore, être utilisés pour dédommager les personnes lésées par les transports ou pour rendre les transports plus écologiquement ou socialement viables. Cependant, les modalités de cette internalisation, partielle ou totale, doivent être mûrement réfléchies.

Dans une optique de développement durable, une internalisation des coûts externes des transports n'est acceptable que si les charges supplémentaires de l'internalisation n'accroissent pas les iniquités au sein de la société. Le cas échéant, des mesures correctives doivent être prises (systèmes de compensation, existence d'alternatives satisfaisantes aux transports motorisés individuels, etc.). Une autre difficulté résulte des problèmes méthodologiques soulevés par la quantification des effets externes ainsi que du calcul et de l'imputation de leur prix.

Selon le Livre Vert de la Commission sur la tarification dans les transports¹⁰², plus de 90% des coûts externes sont générés par le transport routier. Par ailleurs, ces coûts ne sont pas entièrement couverts par le produit actuel de la fiscalité routière. Il s'agit donc d'un domaine d'action prioritaire. Une politique de "vérité des prix" appliquée au transport routier se traduirait par un transfert modal de la route vers les autres modes de transport - dont la rentabilité serait accrue - et pourrait à long terme entraîner des mutations profondes et durables de nos modes de production (restriction de la tendance à la spécialisation, des retours à vide, des livraisons just-in-time, etc.) et de consommation (consommation accrue de biens et services locaux).

Le Conseil européen de Göteborg a d'ailleurs rappelé qu'une «politique écologiquement viable doit s'attaquer à l'internalisation complète des coûts sociaux et environnementaux et qu'il est nécessaire de prendre des mesures pour que la croissance économique ne soit plus associée à la croissance du volume du transport, en particulier en réorientant le transport routier vers le train, le bateau et le transport public de passagers

L'idée d'une variabilisation des frais automobiles part du constat qu'actuellement la structure des coûts est telle que¹⁰³ :

- Elle ne mène pas le consommateur à s'interroger *obligatoirement* sur son mode de déplacement et à envisager éventuellement d'utiliser des alternatives à la voiture ou des voitures dites propres, si celles-ci sont disponibles;
- elle ne favorise pas suffisamment ceux qui optent pour d'autres modes de déplacement que la voiture, même si quelques dispositions intéressantes semblent amorcer un changement dans le bon sens (exonération fiscale des éventuels remboursements offerts pour les déplacements en vélo, par exemple).

Il existe différents types de variabilisation (FRB, 1992):

- diminution des frais fixes (par ex. : TVA sur le prix d'achat et sur l'assurance, taxes d'immatriculation et de circulation) accompagnée d'une augmentation des frais variables (par ex. : accises sur les carburants) avec possibilité d'une neutralité fiscale et budgétaire ;
- augmentation unilatérale des frais variables ;
- instauration d'une "allocation universelle de transport", mesure à priori conçue selon le principe de la neutralité fiscale qui revient à majorer le prix du carburant de manière à tenir compte des coûts externes et à redistribuer l'intégralité du revenu de cette majoration à chaque citoyen, de façon égale. Dans ce système, les petits rouleurs et les non motorisés se voient donc récompensés.

3.2.4.1. Modification de la taxation des carburants

Une modulation des accises en faveur des carburants les moins polluants est envisageable, dans le respect des limites et des procédures imposées par le droit communautaire ; le coût des carburants les moins recommandables devrait être augmenté.

Un affinement de la taxation, dans le sens d'une plus grande différenciation entre les différentes qualités de carburants disponibles, peut aussi mener à des résultats intéressants.

En Suède par exemple, la taxation du diesel est échelonnée sur trois niveaux, en fonction notamment du contenu en soufre et en composés aromatiques du carburant. Cette taxation a permis de réorienter tant la production (de véhicules) que la consommation, en très peu de temps et de manière très claire, vers le carburant le moins

¹⁰² COM(95) 691 final.

¹⁰³ Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034)

polluant. En Belgique par contre, aucune différenciation fiscale n'existe à l'égard des différentes catégories de diesel qui sont mises sur le marché par les producteurs¹⁰⁴.

L'augmentation des taxes sur les carburants est un instrument particulièrement aisé à envisager mais présente cependant certaines limitations, en particulier :

- pour un petit pays tel que la Belgique, ce type de mesure doit faire l'objet d'une harmonisation dans un cadre européen ;
- l'augmentation du prix des carburants n'entraîne pas de différenciation de prix selon heures de pointe et heures creuses et donc, son effet sur la congestion - qui représente pourtant le coût externe le plus élevé - serait plutôt faible¹⁰⁵ ;
- une telle mesure pourrait progressivement se traduire par la conception et l'achat de véhicules de moins en moins énergivores (« rebound effect ») et ne réduirait donc pas l'usage de la voiture et notamment, les problèmes d'encombrement ;
- dans l'hypothèse d'une mesure linéaire de variabilisation, il faudrait veiller à la mise en place de certains mécanismes de compensation, par exemple, pour les couches sociales les plus défavorisées ou pour les usagers des régions rurales où les alternatives à la voiture n'existent pas toujours ;
- dans le cas où la variabilisation aurait pour effet d'abaisser le coût d'achat relatif du véhicule (mesure fiscalement neutre), ceci pourrait entraîner un accroissement de la propension à l'achat (deuxième véhicule ou changement de véhicule), ce qui globalement n'est pas souhaitable.

3.2.4.2. La variabilisation de la taxation des véhicules¹⁰⁶

Il convient de prendre en compte d'autres critères que l'âge et la puissance des véhicules pour fixer les taux de taxation, comme par exemple les émissions de polluants, le kilométrage parcouru, l'entretien du véhicule, etc...

Cette variabilisation peut être opérée tant au niveau de la taxe de mise en circulation que de la taxe de circulation. Suite à l'adoption de la loi spéciale du 13/07/2002 (accords du Lambert), ces taxes sont devenues de compétences régionales.

Certains proposent même de supprimer la taxe de mise en circulation et de ne garder qu'une taxe annuelle; de cette manière, ce n'est plus l'achat du véhicule qui serait taxé, mais sa seule utilisation. Cette suppression de la taxe spéciale à l'achat contribuerait peut-être à accélérer le renouvellement du parc de véhicules (toujours plus propres?) mais stimulerait probablement tout autant l'achat de véhicules d'occasion tout en confortant l'idée selon laquelle "il est normal que chacun ait une voiture à sa disposition".

Nous pensons dès lors qu'il ne faut pas supprimer purement et simplement cette taxe à l'achat mais qu'il faut la moduler, comme nous l'avons déjà dit, en vertu de critères écologiques (performance environnementale et énergétique).

Exemple : Si l'on veut favoriser l'utilisation du LPG, carburant présenté comme moins polluant que les autres carburants disponibles à la pompe, faut-il maintenir la taxe de circulation complémentaire pour les installations au LPG? Ne faut-il pas diminuer la TVA sur les équipements permettant à un véhicule de rouler au LPG?

La taxe de circulation pourrait quant à elle être liée aux résultats de mesures des polluants lors du contrôle technique annuel ou selon une combinaison des normes EURO et classes d'émissions de CO₂ pour les véhicules neufs. Pour favoriser le recyclage des véhicules, la taxe de circulation pourrait être due jusqu'à réception d'une attestation de dépollution obtenue par une entreprise agréée.

La taxe de circulation pour le transport routier de marchandises (Eurovignette) devenue un droit d'usage des infrastructures est un bon exemple pour les développements des autres mesures fiscales. Celle-ci dépend du type de véhicules (essieux), de la norme EURO et est modulée en fonction de l'utilisation du réseau routier.

¹⁰⁴ Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034)

¹⁰⁵ La diminution du trafic aux heures de pointe peut résulter d'autres types de mesures qui peuvent être complémentaires telles que le stationnement payant modulé selon les heures creuses et heures de pointe ou encore le péage urbain

¹⁰⁶ Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034)

3.2.4.3. Introduction de droits de péages¹⁰⁷

L'instauration de droits d'usage du réseau routier (péages), dans et/ou autour de Bruxelles pourraient utilement contribuer à stimuler les navetteurs à utiliser les transports en commun ou à ne pas choisir d'habiter loin de la ville et se superposer au système de variabilisation, particulièrement dans les zones connaissant une congestion récurrente et donc, une pollution accrue.

Dans son principe, un péage urbain vise tous les véhicules qui contribuent aux encombrements. Il peut être modulé pour différentes catégories de véhicules et en fonction de l'encombrement. Différentes modalités d'application existent (péages classiques, tarification électronique ou vignette locale d'accès) mais leur mise en œuvre présente des difficultés ou limitations (acceptabilité, faisabilité, modulation des prix insatisfaisante, etc.).

Si l'on souhaite que le coût du péage se répercute sur le comportement du navetteur, il faut veiller à ce que celui-ci ne puisse déduire fiscalement ces frais supplémentaires ou se les voir rembourser par son employeur.

Il conviendrait dès lors:

- de ne pas augmenter le forfait des 6 F/km pour les trajets effectués entre le domicile et le lieu de travail (art.50 CIR) : ne pas prévoir une augmentation spéciale pour les "victimes" du péage;
- de ne pas permettre la déduction de ce coût à titre de frais professionnels, pour les trajets effectués dans l'intérêt de la profession (art.66 CIR);
- de ne pas inclure dans les exonérations fiscales les éventuels remboursements de ces frais de péage par les employeurs (art.38 CIR).

Les droits de péages sont de compétences régionales et fédérales. Voir chapitre "Le péage urbain en RBC : qui est compétent ?".

3.2.4.4. Changements au niveau de l'impôt sur le revenu¹⁰⁸

a) Variabilisation du forfait légal imposable

Ne peut-on prévoir une augmentation du forfait légal prévu à l'article 50 du CIR pour les utilisateurs des transports en commun, détenteurs d'abonnements par exemple? Le bonus octroyé serait au moins égal au prix de l'abonnement. Une augmentation de ce forfait existe pour les navetteurs parcourant de longues distances.

Le forfait pour déplacements lointains doit-il être maintenu? Contribue-t-il à conforter les choix du contribuable de continuer à habiter loin de leur lieu de travail?

b) Modification du forfait des 0.15 €/km ?

Faut-il maintenir le forfait des 0.15 €/km pour les déplacements en voiture ou aller plus loin en supprimant tout simplement toute possibilité de déduction fiscale pour ces déplacements?

Si l'on veut stimuler fiscalement le co-voiturage, il conviendrait:

- soit de faire bénéficier tous les co-voitureurs du forfait des 0.15 €/km;
- soit créer un régime spécifique garantissant que le chauffeur qui perçoit une rémunération de la part des passagers ne soit pas pénalisé fiscalement et qui permet aux passagers de déduire le prix qu'ils paient à titre de frais professionnels, même s'il s'agit de déplacements effectués entre le domicile et le lieu de travail.

L'on pourrait même envisager l'hypothèse suivante: en cas de co-voiturage, chacun peut bénéficier d'un forfait augmenté à 0.25€/km.

L'hypothèse du car-sharing n'est pas prévue par le code des impôts sur le revenu, sauf si l'on accepte de l'inclure dans les notions de location ou de leasing qui sont inscrites à l'article 66,§5,4°. On pourrait, pour plus de clarté, rajouter le concept dans la liste des bénéficiaires du forfait des 0.15 €/km.

c) Déduction des frais de carburant à repenser

Les frais de carburant sont déductibles à 100% pour les trajets effectués dans l'intérêt de la profession, quel que soit le type de carburant utilisé.

¹⁰⁷ Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034)

¹⁰⁸ Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034)

Ne conviendrait-il pas de fixer un seuil maximum de déduction, qui viserait à freiner les appétit des voitures grosses consommatrices de carburant?

- d) Extension des possibilités d'exonération fiscales des éventuels remboursements offerts par les employeurs pour les transports doux

Il conviendrait d'ajouter, parmi les possibilités d'exonération fiscale figurant à l'article 38,9°, l'exonération d'office du montant d'un abonnement aux transports en commun, indépendamment de tout remboursement de la part de leur employeur. Cette exonération devrait être égale au prix de l'abonnement.

Pourquoi garder des limites maximum dans les conditions d'exonération des montants octroyés en remboursement des titres de transport? Ne peut-on d'office fixer ces limites au prix même de l'abonnement.

L'exonération des remboursements pour les déplacements en transports en commun est limitée à un maximum; l'employeur qui veut faire "plus" sur une base volontaire ne rend pas un grand service à ses travailleurs, puisque celui-ci sera taxé pour le surplus;

Les éventuelles indemnités pour les déplacements à pied des travailleurs optant pour le forfait légal sont exonérées à concurrence de 5000 F par an seulement; les piétons qui opteraient pour la déduction de leurs frais réels ne bénéficient pas de ce régime;

Les automobilistes et les motards qui se voient rembourser leurs frais de déplacement et qui optent pour le forfait légal bénéficient également d'une exonération de maximum 5 000 F par an.

- e) Extension, dans le secteur privé, des obligations de remboursement des frais de déplacements en transports en commun, à vélo ou en tout autre véhicule propre, à l'égard des travailleurs, sur base du système particulièrement favorable dont bénéficie le personnel des organismes publics, sachant que:

Les travailleurs du secteur privé sont toujours tributaires de deux conditions pour obtenir un remboursement de leur employeur:

- une condition de salaire maximum;
- une condition de distance maximale (5 km), absurde lorsque l'on sait que le prix de l'abonnement auprès de la STIB est le même pour tous, quelle que soit la distance parcourue.

L'employeur ne fait en général pas la publicité des possibilités de remboursement auprès de ses travailleurs et essaie donc de garder le régime applicable confidentiel. Ces remboursements lui coûtent-ils trop chers?

L'employeur ne pourrait-il envisager de financer ces remboursements par le forfait qu'il solliciterait (sous forme d'une réduction de salaire) auprès des employés qui souhaitent continuer à bénéficier d'une place de parking sur leur lieu de travail ?

Il est difficile d'obtenir une information précise sur les différents régimes de remboursement obligatoires en vigueur.

- f) Extension des mesures prises en faveur de l'utilisation du vélo dans le secteur privé:

Les exonérations relatives aux trajets effectués à vélo ne doivent-elles pas être dissociées de l'octroi d'indemnités par l'éventuel employeur, de manière à bénéficier au plus grand nombre? Si le régime actuel est maintenu, ne serait-il pas pertinent d'étendre les obligations de remboursement au secteur privé?

- g) Les voitures de sociétés à décourager

L'octroi systématique de voitures d'entreprises aux travailleurs du secteur privé pourrait être découragé fiscalement, soit directement ou indirectement, en supprimant la gratuité des parkings de l'entreprise ou en augmentant nettement le coût de cette infrastructure pour l'employeur, par exemple (taxes communales ou régionales?).

La plupart des employés paient une contribution pour leur voiture et, au minimum, le précompte professionnel est dû sur les kilomètres parcourus à titre privé (trajets domicile-travail, déplacements les week-ends, vacances, etc). Le fisc se base sur un forfait: 5.000 km par an de déplacements privés si la distance domicile-travail est inférieure à 25 km, ou 7.500 km si cette distance est supérieure à 25 km. Ce forfait est ensuite multiplié par un montant qui dépend de la puissance fiscale (CV fiscaux) de l'auto.

Il convient d'augmenter ce forfait relatif au kilométrage minimal non déductible fiscalement (augmentation de 5.000 km à 10.000km) ; de diminuer le seuil de déduction de frais réel de carburant actuellement à 100% ; de diminuer le forfait de 0.15€/km, ...

Dans le régime de l'Impôt sur les Sociétés, aucune mesure fiscale spécifique, sauf la limitation de la déduction des frais à 75%, ne vise à réorienter les politiques menées par de nombreux employeurs dans le sens d'une

mobilité plus durable; l'on pourrait envisager de supprimer ou de diminuer les possibilités de déduire ces frais des bénéficiaires imposables de manière à ce que l'employeur pense, tant lors du choix de son implantation que lors de l'étude de ses plans d'embauche, à stimuler l'utilisation d'autres modes de déplacement que la voiture automobile.

Parmi les idées intéressantes à creuser, l'on peut envisager l'insertion, à l'article 215 du Code, d'une modulation du taux de l'impôt, à la baisse, pour les sociétés qui mettent en oeuvre des stratégies de déplacement de leur personnel menant à des résultats particulièrement satisfaisants en termes de mobilité durable. Les critères objectifs du bénéfice de telles réductions du taux de l'impôt restent bien sûr à déterminer (pourcentage de véhicules propres mis à disposition du personnel, pourcentage d'utilisateurs effectifs des transports en commun, localisation de l'entreprise motivée par l'utilisation des transports en commun).

3.2.4.5. Politique appropriée en matière de droit de stationnement¹⁰⁹

En ce qui concerne, le stationnement en voirie, les communes peuvent actuellement percevoir des redevances sur le stationnement licite payant sur la voie publique, même si celles-ci sont des voies provinciales ou régionales. L'argent récolté alimente les ressources communales. Un système bi-tarif permet à l'automobiliste de choisir soit de verser immédiatement une somme dans l'horodateur ou le parcmètre, soit de payer une somme forfaitaire qui correspondra au prix à payer pour un stationnement de longue durée, dans ce cas, la facture sera envoyée à son domicile, si un agent a constaté le stationnement.

Selon le Plan Régional de Développement (cahier 8), une politique tarifaire progressive et intégrée doit être instaurée afin de dissuader le stationnement ventouse en surface, grand consommateur d'espace public. Cela favorisera le stationnement de courte durée en voirie et y limitera le nombre d'emplacements de longue durée pour le reporter dans les parkings publics hors voirie. Les emplacements ainsi libérés seront affectés à d'autres volets de la politique de mobilité et de transport : amélioration de l'espace public (élargissement des trottoirs, plantations d'arbres, ...), emplacements réservés aux riverains ou aménagement de sites propres pour les transports en commun.

En ce qui concerne le stationnement hors voirie, la Région a adopté la circulaire 18 en décembre 2002, relative à la limitation du nombre de parking lors de la construction d'entreprises en fonction de la zone dans laquelle elle est implantée (qualité de la desserte des transports en commun) et son nombre de m² de plancher. Jusqu'à présent, le nombre d'emplacements de parkings était réglementé par une circulaire de 1970 qui imposait un emplacement par 50 m² de bureau.

Afin de ne pas avantager les bureaux construits durant ces trente dernières années par rapport à ceux concernés par la circulaire 18, la Région pourrait prélever un impôt sur les parkings privés dans un objectif redistributif, tel le financement des transports en commun. Une alternative pour ces anciens bureaux serait de convertir en zone verte leur excès d'emplacements en plein air. Tandis que pour les emplacements souterrains, une solution serait de leur imposer une taxe importante sur leur excès d'emplacements, ou bien de permettre à l'entreprise de louer son excédant aux entreprises voisines déficitaires en emplacements.

La mise à disposition d'une place de stationnement privé gratuite sur le lieu de travail est décisive dans le choix des personnes qui doivent se mettre en route le matin : elles seront confortées dans leur choix de prendre leur voiture plutôt que de réfléchir aux autres options qui s'offrent à eux (métro, tram, co-voiturage, vélo, télétravail, etc...).

Il est d'ailleurs étonnant que tant de parkings privés soient gratuits pour les travailleurs de l'entreprise concernée car ces parkings ont un coût pour l'employeur: il suffit de penser au prix des terrains, à l'impôt foncier, etc...

3.2.4.6. Autres instruments économiques et financiers

D'autres instruments économiques et financiers peuvent également être envisagés pour s'orienter vers des systèmes de transports plus viables, par exemple:

- pour le transport aérien, différenciation fiscale des carburants¹¹⁰ ;
- pour le transport aérien, redevances d'atterrissage différenciées selon les nuisances sonores occasionnées ;
- instauration de subsides à l'isolation acoustique (bruit des avions) ;

¹⁰⁹ Perspectives d'éco-fiscalité automobile en Région de Bruxelles-Capitale, note interne IBGE, 2003

¹¹⁰ Rappelons cependant que les politiques de fiscalité des carburants doivent faire l'objet d'une harmonisation au niveau européen. Pour le kérosène, actuellement non taxé, les mesures d'harmonisation fiscale doivent être prises au niveau international.

- aides à l'investissement et subsides (transports en commun, projets pilotes et recherche concourant à l'instauration d'une mobilité plus viable, rapprochement des travailleurs vers leur lieu de travail, entreprises de distributions à vocation et implantation locale, etc.) ;
- carte de crédit multimodale à tarifs préférentiels pour les particuliers et les sociétés¹¹¹
- instauration du prélèvement d'un droit d'impact, prenant en compte les impacts en matière de transport, lors de l'implantation d'une activité (Ministère de la Région wallonne, 1995) ;
- augmentation de l'impôt foncier des entreprises dont les établissements jouissent d'une bonne accessibilité en transports en commun et affectation au système de transport qui donne cette accessibilité¹¹² ;

La majeure partie de ces instruments sont déjà mis en pratique, en tout ou en partie, en Belgique mais pourraient néanmoins être renforcés. Par exemple, selon la Commission européenne, les différentiels de taxation en faveur du diesel ne peuvent se justifier sur le plan de l'environnement.

3.2.4.7. Information et sensibilisation

Si les instruments économiques ainsi que l'adaptation de l'offre en infrastructures et services sont des éléments essentiels d'une politique visant à obtenir un transfert des déplacements de la route vers d'autres modes de transport, d'autres types d'action doivent aussi accompagner ces mesures.

Par exemple, l'information et la sensibilisation du grand public, du monde du travail et de l'univers scolaire concernant les impacts environnementaux, sociaux et économiques des transports et les potentialités d'actions concrètes à leur niveau respectif (covoiturage, plans de transport d'entreprise, conduite préventive, entretien et choix des véhicules, etc.) devraient appuyer significativement ce processus. A ce titre, le rôle d'exemple des administrations publiques (instauration de plans de transport d'entreprise) est certainement très important, d'autant plus que ces dernières contribuent à augmenter le volume de trafic de façon significative.

3.2.4.8. Conclusion¹¹³

La voie fiscale est l'une des pistes, parmi d'autres, qui doit être utilisée pour provoquer un changement de comportement; elle doit être envisagée dans une perspective globale, au regard des autres mesures favorables à une "mobilité durable" qui pourraient et devraient être prises en termes d'aménagement du territoire, d'infrastructure, d'organisation des transports en commun; rien ne sert de créer un système de péage à l'entrée de la ville si la politique d'aménagement du territoire permet une délocalisation massive en amont.

Toutefois, nous estimons que le recours à ces changements fiscaux ne doit pas être paralysé par l'éventuel immobilisme des politiques menées dans les domaines complémentaires; l'instrument fiscal est l'instrument idéal pour jouer un rôle de "détonateur", pour enclencher un effet "boule de neige" pour des déplacements plus respectueux de l'environnement et de la santé publique, car il faut bien commencer par amorcer le changement quelque part...

3.3. Réduire les impacts sur la santé, la qualité de vie et l'environnement

3.3.1. Mesures visant à réduire les émissions atmosphériques

Les actions sont relatives à :

- la réglementation (normes d'émissions, limitation des vitesses¹¹⁴, systèmes de distribution d'essence, instauration de critères environnementaux d'exploitation dans les cahiers des charges relatifs aux transports publics, etc.) accompagnée d'un suivi efficace (contrôles techniques, contrôles de vitesse et des disques tachygraphes);
- la restriction d'accès, totale ou partielle, à certains endroits de la ville;

¹¹¹ Cette idée a notamment été développée par ECOLO (concept de carte hypermobilité, un écopass et un écopass de société)

¹¹² Cette idée a notamment été formulée, à titre personnel, par E. Mommen, Ministère de la Région wallonne, Division de l'énergie, 1998.

¹¹³ Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles : SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034)

¹¹⁴ Comme il a été dit auparavant, une des 12 mesures préconisées dans le programme national de réduction des émissions de gaz à effet de serre est la surveillance accrue du respect des limites de vitesses. Selon ce document, la consommation moyenne d'une voiture est minimale entre 50 et 90 km/h et augmente avec le carré de la vitesse. Selon une étude néerlandaise citée par la Région wallonne, une limitation effective de la vitesse maximale sur autoroute à 90 km/h pour les voitures et à 80 km/h pour les camions permettrait de réduire de 5% la consommation totale des transports routiers.

- l'amélioration technique des véhicules (catalyseurs, filtres à particules, consommation de carburants), des carburants (dépollution des carburants traditionnels, développement de carburants alternatifs) et des systèmes de distribution des carburants.

Remarquons cependant que la conception de véhicules de moins en moins énergivores peut avoir des conséquences négatives dans la mesure où, si elle n'est pas accompagnée de mesures économiques, elle peut entraîner un accroissement des déplacements lié à la réduction des coûts des transports (« rebound effect »). Dans cette hypothèse, l'effet de réduction des émissions spécifiques sera partiellement contrecarré par l'augmentation des distances parcourues, d'une part, et d'autre part, le volume de circulation augmentera avec des conséquences en terme de sécurité, de congestion, etc.!

Rappelons aussi que les phénomènes de congestion sont à la base d'une augmentation importante de la consommation énergétique et d'une pollution accrue. Dans cette optique, on pourrait penser que les mesures visant à fluidifier le trafic (itinéraires alternatifs, systèmes d'information des automobilistes, gestion des feux de signalisation) peuvent contribuer à réduire la pollution urbaine. Cependant, si ces mesures ne sont pas accompagnées d'actions complémentaires, elles risquent de produire des résultats contraires à ceux attendus (augmentation des flux de circulation annihilant les effets de l'augmentation de l'efficacité énergétique par véhicule)! Par ailleurs, selon P. Newman et J. Kenworthy, auteurs d'une étude sur les relations entre aménagement spatial et caractéristiques des transports au niveau de 32 villes internationales, il semblerait que les problèmes de congestion puissent favoriser un transfert modal de la voiture particulière vers les transports en commun.

En conclusion, une politique de "laissez faire" en matière d'embouteillage - susceptible d'avoir un effet dissuasif important sur l'usage des véhicules individuels - ne doit pas nécessairement être rejetée a priori.

3.3.2. Mesures visant à agir sur la sécurité

Ce paragraphe est essentiellement orienté vers le transport routier qui est de loin le mode de transport le plus dangereux en terme de nombre d'accidents par passagers-km.

L'amélioration de la sécurité routière relève de trois niveaux d'action complémentaires, à savoir :

3.3.2.1. Gestion du trafic et aménagement des voiries

La gestion de la circulation automobile, notamment en milieu urbain est un facteur très important d'augmentation ou de réduction des émissions de gaz à effet de serre. L'impact potentiel de ce type de mesure est important ; il mesure ce qui peut être gagné grâce à certains progrès ou peut être entièrement perdu par une mauvaise gestion du trafic ou une politique « anti-voiture » organisant la congestion.

Exemple de consommation d'un poids lourds de 40 t sur un trajet de 10 km (conditions fluide à congestion forte)

Conditions		Consommation sur 10 km
Fluide	75 km/h constants	3,4 litres
Congestion moyenne	15 remises de vitesse de 0 à 30 km/h	16 litres
1 arrêt tous les 400 m en moyenne	15 remises de vitesse de 0 à 90 km/h 25 minutes au ralenti	
Congestion forte	85 remises de vitesse de 0 à 30 km/h 15 remises de vitesse de 0 à 90 km/h 1 heure au ralenti	36 litres

Les moyens d'action à ce niveau incluent, par exemple:

- la généralisation, sur l'ensemble des zones urbaines, du concept de maillage de l'espace en zones imperméables au trafic de transit automobile ;
- plus généralement, le renforcement de la hiérarchisation du trafic (voies de transit, collecteurs de quartiers, voies de desserte locale avec modulation appropriée des vitesses), le développement des zones 30 pour le trafic local et la limitation effective des vitesses ;

- l'aménagement et l'entretien des voiries : configuration géométrique et profil, choix du revêtement, marquages au sol et signalisation, ralentisseurs de trafic, aménagement des carrefours et ronds-points, bonne visibilité des espaces réservés aux cyclistes et piétons, éclairage, etc. ;
- l'établissement d'un diagnostic de la situation existante en matière de sécurité (identification des zones et des situations à risque) et élaboration, mise en place et suivi de schémas directeurs de sécurité des infrastructures routières¹¹⁵ ;

La réalisation de plans de circulation au niveau d'agglomérations ou de communes permet de définir des stratégies locales en matière de gestion du trafic et de les traduire sous forme de mesures concrètes. S'ils sont bien conçus et réalisés en concertation avec les autorités régionales et les communes limitrophes, ces plans peuvent constituer un outil utile dans la mise en œuvre d'une mobilité plus viable.

On pourrait également citer à ce niveau le renforcement de mesures sécuritaires concernant le transport de marchandises dangereuses (choix du mode de transport, conditionnement des marchandises, formation des transporteurs, etc.)¹¹⁶.

En ce qui concerne le transport aérien, signalons qu'un élément de sécurité important réside dans le choix des couloirs aériens utilisés au décollage et à l'atterrissage. En effet, selon le Bulletin de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (cité par I.B.G.E., 1995), 80% des accidents aériens impliquant des avions commerciaux se produisent dans la "fenêtre de sécurité", située entre l'altitude de 2.000 pieds et le sol et comprenant les phases de décollage et d'atterrissage.

3.3.2.2. Actions au niveau des véhicules

Ces actions sont relatives à :

- la réglementation (normes de sécurité) ;
- l'amélioration technique des véhicules (système de freinage, système airbag, usage de matériaux non cassants, améliorations techniques des ceintures de sécurité et des appuis-tête, etc.) ;
- la qualité et la fréquence du contrôle technique.

3.3.2.3. Actions au niveau des usagers de la route

Les mesures possibles à ce niveau sont, par exemple :

- l'information et la sensibilisation, notamment au niveau des écoles (enseignement de la circulation routière et des risques, campagnes publicitaires, etc.) ;
- la révision de la politique pénale en cas d'infractions routières accompagnée de contrôles et poursuites effectifs ;
- le radioguidage (information diffusée en collaboration avec la gendarmerie et les travaux publics) et les panneaux électroniques d'information sur les axes routiers ;
- la formation à la conduite et le contrôle des aptitudes physiques.

3.3.3. Mesures visant à réduire les nuisances acoustiques

3.3.3.1. Le transport routier

Le bruit généré par les transports routiers peut être atténué par certaines mesures telles que, par exemple :

- le choix des revêtements routiers les moins bruyants ;
- l'entretien régulier des voiries ;
- l'implantation de dispositifs antibruit ;
- le renforcement des normes d'émissions sonores des véhicules ;
- la limitation des vitesses¹¹⁷ ;
- la limitation du trafic de transit dans les zones résidentielles ;
- la limitation du transport routier de marchandises¹¹⁸ (par ex. interdiction de circulation la nuit ou sur certains axes le long des zones d'habitat) ;

¹¹⁵ Cette action est reprise dans le "Plan de Mobilité et de Transports en Wallonie"(1995).

¹¹⁶ Pour illustrer l'importance de cette problématique, signalons qu'on estime que 84% des 150 millions de tonnes de produits dangereux qui transitent en France sont transportés par camion et qu'il y a plus d'un accident grave par jour dans lequel sont impliqués des camions transportant des matières dangereuses (Mémento de l'environnement, 1996)!

¹¹⁷ Les niveaux de bruit augmentent d'environ 3 dB(A) pour un accroissement de vitesse de 10 km/h.

- la synchronisation des feux limitant les bruits des démarrages ;

L'intensité du bruit émis par la circulation automobile résulte aussi du type de conduite adopté par les automobilistes lequel peut être influencé par des campagnes de sensibilisation.

3.3.3.2. Le trafic aérien

La lutte contre les nuisances sonores occasionnées par le trafic aérien peut s'appuyer, par exemple, sur :

- le choix des couloirs aériens et des zones de survols relatives aux pistes d'atterrissage et de décollage;
- l'optimisation des procédures de décollage et atterrissages
- le renforcement de la réglementation des normes d'émissions sonores de la flotte aérienne
- l'interdiction de vol des avions les plus bruyants sur certaines périodes de la journée, particulièrement la nuit
- l'application d'une taxation différenciée selon les nuisances sonores occasionnées (intensité, période).

3.3.3.3. Le trafic ferroviaire

La lutte contre le bruit du trafic ferroviaire passe par :

- le renforcement des normes d'émissions sonores des véhicules ;
- le choix du matériel roulant dont particulièrement le système de freinage¹¹⁹
- l'entretien régulier des infrastructures et du matériel roulant¹²⁰ ;
- l'implantation de dispositifs antibruit ;
- la limitation du trafic sur les voies traversant des zones d'habitat.

3.3.4. Mesures visant à réduire les autres impacts des transports sur les écosystèmes et les ressources naturelles :

On peut citer, de manière non exhaustive, les mesures suivantes:

- gestion écologique des bords de routes et des talus ferroviaires (fauchage tardif et exportation des produits de la fauche, suppression des engrais, respect de l'interdiction des herbicides, choix des espèces et des écotypes, enlèvement régulier des détritiques, etc.) ainsi que des berges des cours d'eau navigables (utilisation de matériaux naturels, ensemencement des parties émergées, etc.) ;
- réalisation d'équipements de protection de la faune le long des axes routiers et autoroutiers (clôtures, passages à gibier et à batraciens) ;
- gestion des eaux d'écoulement (construction de bassins d'orage, traitement des eaux avant leur rejet) ;
- replantation au niveau des lisières pour les axes routiers traversant des forêts (limitation des risques de chablis) ;
- réduction de l'emploi des fondants chimiques en période hivernale (équipements électroniques de surveillance météorologique du réseau)¹²¹ ;
- utilisation de matériaux recyclés lors de la construction d'infrastructures routières et recyclage des matériaux provenant de l'entretien des routes (asphalte) ;
- établissement de normes de produit relevant de préoccupations environnementales sur les véhicules (utilisation de matériaux recyclables et recyclés, assemblage simplifiant le montage, le démontage et la séparation des divers matériaux, etc.) ;
- poursuite de la mise en œuvre de la politique de collecte, de traitement, de recyclage et de valorisation des déchets produits par le secteur des transports (carcasses de véhicules, huiles, batteries, pneus, boues de dragage, etc.) ;
- etc.

¹¹⁸ Des études psychosociologiques ont montré que le bruit occasionné par un camion équivaut, en terme de gêne, à celui engendré par 6 voitures. Sur les routes à trafic intermittent, cette équivalence peut atteindre de 10 à 15 voitures pour un seul camion (Delsey, J. cité par Commission européenne, 1992b).

¹¹⁹ Intégration environnementale des Mesures de réduction du bruit du transport ferroviaire en Région de Bruxelles-Capitale - Technum - IBGE -2002

¹²⁰ Intégration environnementale des Mesures de réduction du bruit du transport ferroviaire en Région de Bruxelles-Capitale - Technum - IBGE -2002

¹²¹ Il s'agit d'une des nombreuses actions formulée dans le plan d'environnement pour le développement durable en Région wallonne.

Par ailleurs, il importe d'intégrer des considérations environnementales non seulement au niveau de la conception et de la gestion des infrastructures de transport mais également lors du choix du lieu d'implantation des nouvelles infrastructures (impacts sur le réseau hydrologique, la biodiversité, etc.) et au cours de leur réalisation (organisation du chantier). La directive européenne concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement concourt à cette intégration.

3.4. Actions de support

D'autres mesures, ne relevant pas directement des catégories décrites ci-dessus, devraient également contribuer à l'instauration de systèmes de transports plus viables.

3.4.1. L'organisation institutionnelle

L'élaboration d'une politique de mobilité durable cohérente à l'échelle de la Belgique est malaisée compte tenu du caractère nécessairement transversal que doit revêtir cette politique et des différents niveaux de compétences impliqués (européen voire international, par exemple, dans le domaine du transport aérien, fédéral, régional, provincial et communal)¹²². Cette situation implique la mise en place d'étroits mécanismes de coordination et de consultation entre différents niveaux de pouvoir et entre différents domaines de compétences.

L'élaboration d'une politique durable dans le domaine des transports pourrait être appuyée efficacement par la création d'une structure institutionnelle consacrée à la "mobilité durable" (prenant en compte les problèmes de mobilité, de sécurité, d'environnement, d'équité, etc.) qui tenterait de définir, sur base de concertations et en garantissant le maintien de la répartition des compétences, une vision et une stratégie commune au niveau des différentes instances concernées par cette problématique.

Les mesures institutionnelles pourraient également inclure la création de nouvelles institutions ou départements de recherche et de développement (par exemple, dans le domaine des déplacements cyclistes).

3.4.2. Meilleure utilisation des compétences en RBC¹²³

Le débat sur la mobilité reste souvent bloqué sur des questions de compétences et la complexité du système institutionnel est avancée comme un argument en faveur de l'inaction: "on voudrait bien faire quelque chose mais on ne sait pas qui est compétent"...

Chacune des autorités publiques a le pouvoir de prendre des actions en faveur de modes de déplacements plus durables:

- l'État fédéral

- en adaptant les normes de fabrication des véhicules et des carburants
- en améliorant le contrôle technique des véhicules

- les Régions

- par leur larges pouvoirs en matière de politique des transports publics, de protection de l'air, d'aménagement du territoire

- les Communes

- Quoique tributaires des nombreuses limites posées par les autorités supérieures, leurs possibilités d'action sont aussi fonction de leurs ressources en termes d'imagination et de leur propension à adopter des initiatives originales là où un champ d'intervention, même étroit, leur est laissé. Ces possibilités d'action offertes aux pouvoirs publics devront ou pourront parfois être mises en oeuvre de concert, conformément aux formules de coopération inscrites dans les lois de réformes institutionnelles.

Dans certains cas, les actions envisagées se trouveront aux confins des règles de répartition des compétences et nécessiteront peut être certains aménagements exceptionnels ad hoc, sur base de la théorie des pouvoirs implicites.

Pour illustrer ce dernier point, il suffit de regarder de plus près les perspectives offertes par la nouvelle ordonnance bruxelloise relative à la qualité de l'air.

¹²² Comme le remarque M. Martens (in "FEBIACinfo", janvier 1998), 18 ministres disposent actuellement de compétences liées aux problèmes de mobilité.

¹²³ Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034)

Les autorités régionales pourront-elles à l'avenir interdire la circulation des voitures à Bruxelles en cas de crise grave, l'été par exemple, en vertu de cette seule base légale?

Il nous semble que oui, si l'hypothèse est inscrite dans le plan d'urgence qui doit être concocté en vertu de l'ordonnance, même si la mesure touche de plein fouet à l'une des compétences réservées à l'État fédéral, à savoir la politique générale de la circulation routière.

Nous estimons en effet que, vu que l'automobile est reconnue comme la source de pollution de l'air la plus importante dans les villes et que l'effet des mesures prises sera nécessairement limité au territoire de la Région de Bruxelles-Capitale et ne portera donc pas atteinte de manière disproportionnée au pouvoir d'intervention fédéral, une telle action pourrait être justifiée sur base des pouvoirs implicites; si l'on refuse à la Région cette possibilité d'action, alors elle ne pourra pas remplir ses obligations en matière de restauration de la qualité de l'air.

3.4.3. Mesures en matière d'aménagement du territoire de la Région ¹²⁴

Les interactions entre les mesures d'infrastructure, d'aménagement du territoire et de gestion de la mobilité sont diverses et objectivement complexes.

En Région bruxelloise, cette complexité est amplifiée tant par des difficultés d'ordre juridiques et institutionnelles qui sont en partie due à la pluralité des instances compétentes en matière de mobilité et de leur autonomie respective, que par les limites géographiques de la Région.

3.4.3.1. Intégration de la mobilité dans les plans d'aménagement du territoire

L'intégration des principes propre à la planification de la circulation à ceux qui président à l'aménagement du territoire n'est, dans la pratique, qu'insuffisamment développée.

- La hiérarchisation fonctionnelle des voiries est unanimement considérée comme nécessaire pour une gestion plus rationnelle de la circulation. Son intégration dans les différents plans d'aménagement est cependant assez limitée. En effet, la classification des différentes voiries dans les plans d'affectation reste, du moins d'un point de vue juridique, fondamentalement indépendante de l'affectation qui est donnée aux diverses zones que ces voiries traversent.
- La politique de localisation des activités vise à localiser les entreprises en fonction de leur profil de mobilité et d'accessibilité. Nous avons pu constater que cette démarche est appliquée timidement dans le cadre de l'élaboration des différents plans d'aménagement et de la détermination de l'affectation des diverses zones ainsi que dans le cadre de la procédure d'attribution des permis d'urbanisme et de l'éventuelle procédure d'évaluation des incidences préalable.
- Plusieurs communes ont réalisé des plans de mobilité et/ou de déplacements sur leur territoires respectifs. Ces plans n'ont pas ou que très peu d'effets juridiques et sont en fait pour la plupart le résultat d'études préalable à la réalisation du plan communal de développement.

Propositions de solutions:

- On pourrait envisager en ce qui concerne la localisation des activités de fixer des critères d'accessibilité et de mobilité contraignants dans les plans d'affectations et/ou dans le cadre de la procédure d'attribution des permis d'urbanisme en explicitant plus concrètement les différents profils de mobilité et d'accessibilité en fonction des différents zones d'affectation.
- L'instauration d'une instance, d'un institut régional de la mobilité qui pourrait se voir attribuer plusieurs types de missions comme par exemple par la réalisation d'études et de recherches, la collecte de données, par son intervention comme instance consultative dans le processus législatif, en intervenant dans le cadre de l'évaluation des incidences préalable à l'attribution des permis d'urbanisme, en formulant un avis lors de l'élaboration de plans communaux de mobilité, ...bref, une instance ayant une expertise en matière de mobilité.
- Par ailleurs, la cohérence des diverses mesures prises au sein des communes pourrait se voir renforcée en donnant force obligatoire et valeur réglementaire aux plans de déplacements ou de mobilité des communes et en les soumettant à l'approbation de l'autorité régionale, après consultation publique.

¹²⁴ Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034)

3.4.3.2. Unifier, coordonner, associer les 19 communes

Si l'on a pu constater la volonté d'une gestion globale de la mobilité en Région bruxelloise dans le cadre de la politique urbanistique, la division de la région en 19 entités autonomes génère un certain nombre de problèmes et hypothèque fortement la réalisation de cette gestion globale.

Ce problème dépasse de loin les problèmes liés à la mobilité, mais s'y fait néanmoins ressentir de manière accrue. En effet, outre les 19 politiques d'aménagement du territoire, ce sont 19 instances qui interviennent dans le cadre de l'attribution des permis, 19 politiques fiscales communales, 19 polices communales autonomes qui coexistent sur un territoire de 164 km². Le diagnostic que l'on peut porter sur la ville est donc clair : la ville manque d'unité.

De nombreuses propositions visant à unifier, coordonner ou associer les politiques communales ont, dans le fil des ans, vu le jour. Nous en citerons quelques-unes qui nous paraissent intéressantes à titre d'exemple :

- La fusion complète des 19 communes concomitamment à une défusion au profit de structures intra communales déconcentrées.
- Le transfert de nouvelles compétences vers l'agglomération bruxelloise.
- La coopération entre la région et les communes pourrait être améliorée par des procédures contractuelles.
- La modification des frontières communales.

3.4.3.3. Ville morphologique plus grande que la Région : une coopération nécessaire

La région bruxelloise est confrontée à une autre problématique : ces limites géographiques ne correspondent pas à sa véritable morphologie.

Outre les problèmes liés à sa viabilité économique, c'est la question de la faisabilité d'une gestion globale et intégrée, incluant la circulation et la mobilité qui est posée ici. Un accord de coopération interrégional a déjà vu le jour en matière de mobilité. La nécessité d'une telle initiative se fait également ressentir en matière d'urbanisme et d'aménagement du territoire. Bruxelles ne peut être gérée en contradiction ou en rivalité avec la politique menée dans sa zone péri-urbaine.

D'autres formes de coopération peuvent également être envisagées tels par exemple l'association sui generis regroupant un ensemble géographique plus vaste que les 19 communes, incluant les communes limitrophes, sans pour autant modifier les limites de la Région bruxelloise.

3.4.4. La participation à la prise de décision

Des mesures peuvent également être prises pour promouvoir la participation de la société civile dans l'élaboration de projets touchant à la mobilité. Ceci implique d'informer efficacement le public des différentes options qui se présentent et de leurs impacts et de les encourager à participer à la décision de manière à ce que les besoins des différentes communautés soient compris et pris en compte. A cet égard, il est aussi important d'intégrer les différents usagers de l'espace public et des infrastructures de transport - et, en particulier, les cyclistes, les piétons et les usagers des transports en commun - dans les organes consultatifs et de concertation, existants ou à créer, par exemple, au niveau communal ou encore au niveau d'instituts tels que l'Institut belge pour la sécurité routière.

3.4.5. La recherche et le développement

La recherche et le développement (conception des véhicules et des infrastructures, composition des carburants, relations aménagement du territoire- transports - environnement, etc.) et la réalisation de projets pilotes (transports en commun utilisant des carburants alternatifs, gratuité des transports en commun, villes sans voitures, centrales de covoiturage et de carsharing, etc.) sont des éléments essentiels de support qui, en ouvrant de nouvelles possibilités, augmente les chances de soutenabilité et élargit l'éventail des options offertes aux générations futures.

3.4.5.1. Effet positif sur l'emploi

La protection de l'environnement est souvent associée à l'idée de coûts élevés et de pertes d'emploi alors que — les preuves ne manquent pas — il s'agit là d'une hypothèse erronée. Au contraire, la protection de notre environnement et une utilisation plus efficace des ressources naturelles entraînent souvent des économies de coûts, une meilleure compétitivité ainsi que la préservation ou la création d'emplois.

Les effets nets sur l'emploi des politiques de l'environnement sont positifs. S'il est vrai que la législation relative à l'environnement peut entraîner des pertes d'emploi dans certains secteurs et dans certaines régions,

globalement, le nombre d'emplois créés compense largement les emplois perdus. En outre, les pertes se produisent souvent dans les anciennes industries, fortement polluantes, alors que les nouveaux emplois se créent dans des secteurs axés sur l'avenir, tels que les technologies propres, les énergies renouvelables, le recyclage, la rénovation urbaine et rurale ainsi que la conservation de la nature. La croissance de l'emploi est particulièrement forte dans le secteur des services liés à l'environnement.

3.4.6. L'information et la sensibilisation

L'information et la sensibilisation, notamment par le biais des indicateurs, des différents acteurs de la société concernant les enjeux, les objectifs et les moyens d'une politique de transport viable sont des éléments essentiels de support.

3.5. Conclusion

Il apparaît aujourd'hui clairement que les progrès technologiques ne suffiront pas à contrecarrer les effets négatifs d'une mobilité croissante et que des politiques volontaristes doivent être menées pour s'orienter vers des systèmes de transports plus durables.

Pour cela, deux options sont envisageables :

- "Transporter moins", en réduisant les volumes de trafic (le nombre de déplacements, les distances parcourues, etc.).
- "Transporter mieux" en favorisant un report des trafics routiers vers les modes moins polluants (ferroviaire, fluvial, transports collectifs, ...).

On constate par ailleurs que toute action d'envergure nécessite une étroite collaboration entre divers niveaux de pouvoir, à savoir :

- plusieurs administrations ou organismes de la Région de Bruxelles-Capitale (en particulier l'AED, l'IBGE et la STIB) ;
- les 19 communes du territoire (et les zones de police);
- l'Etat fédéral, notamment en ce qui concerne certains aspects fiscaux et les chemins de fer ;
- les 2 autres Régions du pays.

4. Contexte en RBC : contraintes jurido-institutionnelles

4.1. Bruxelles-Capitale, ville et région

La RBC existe depuis 1989 (RW et RFI depuis 1980)

19 communes

Compétences en environnement et énergie

Rôle international - 4^e ville d'affaires européenne

Ville tertiaire, multi-capitale...

- Région, Capitale fédérale, Communautés flamande et française, Union européenne, OTAN, ...
- Quartiers d'affaires monofonctionnels
- Forte désindustrialisation
- 0.5% du territoire ; 9,6% de la population (avec fort % de <50 ans) ; 36% du c.a. belge des banques, assurances, services, ...

Ville séparée de sa périphérie...

Départ des "classes moyennes"

-> Problème de mobilité :

54% des 650.000 emplois sont occupés par des personnes qui résident hors Bruxelles + pas de RER

-> Problème de financement :

1.400.000 personnes consomment la ville, 990.000 la paient

... ville verte... bruyante... polluée

30m² d'espaces verts publics par habitant, inégalement répartis

Bruit routier, bruit des avions, bruit de voisinage... (une plainte introduite à l'IBGE sur deux concerne le bruit)

Pics de pollution de l'air, hiver (NOx), été (ozone)

Grands aspects urbains

- Densité : Population, activités, informations
- Mixité des fonctions : Dispersion des sources de pollution ; Proximité habitants, travailleurs, touristes...
- Taille de la ville : Infrastructures spécifiques ; Bassin d'emplois
- Dépendance externe : Imports et exports

4.2. Environnement : qui s'occupe de quoi ?¹²⁵

4.2.1. Les compétences de l'État fédéral

En ce qui concerne l'environnement, les matières spécifiquement réservées à l'autorité fédérale par la loi spéciale du 8 août 1980 sont :

- 1° l'établissement des normes de produits;
- 2° la protection contre les radiations ionisantes, en ce compris les déchets radioactifs;
- 3° le transit des déchets.

Par "établissement de normes de produits", on entend l'adoption de conditions contraignantes conditionnant l'accès des produits au marché belge. Par exemple, les normes de composition des carburants et les normes de fabrication des voitures relèvent des normes de produits.

Si le pouvoir de décision appartient au pouvoir fédéral, les gouvernements régionaux devront cependant être associés à l'élaboration de ces réglementations en matière de normes de produits

¹²⁵ « Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034) »

4.2.2. Les compétences des Régions

Les Régions sont compétentes pour tout ce qui concerne la protection de l'environnement et la politique de l'eau, à l'exception des matières réservées au pouvoir fédéral présentées ci-dessus. La protection de l'environnement comprend notamment la protection de l'air contre la pollution et les agressions ainsi que la lutte contre le bruit.

Lorsque les décisions adoptées par les Régions sont susceptibles d'avoir une incidence en matière économique, celles-ci doivent s'assurer qu'elles exercent bien leurs compétences dans le respect des principes de la libre circulation des personnes, des biens, des services et des capitaux, et de la liberté de commerce et d'industrie, ainsi que dans le respect du cadre normatif général de l'Union économique et de l'unité monétaire. Si une décision prise par une Région est susceptible de causer par exemple de grandes distorsions de concurrence, elle devra probablement faire l'objet d'un accord de coopération afin d'étendre ses effets à l'ensemble du territoire belge, si nécessaire.

De plus, si les Régions risquent d'empiéter, par l'exercice de leurs compétences, sur les compétences réservées à l'État fédéral (et vice-versa), il convient de faire application du principe de proportionnalité pour évaluer si les mesures envisagées ne rendent pas impraticable la politique attribuée à l'État fédéral et peuvent être adoptées en toute légalité, conformément à la jurisprudence de la Cour d'arbitrage¹⁰⁰.

Toutefois, en vertu de la théorie des pouvoirs implicites, un empiètement sur les compétences d'autres autorités peut être reconnu comme acceptable dans certains cas: il doit être nécessaire à l'exercice des compétences de l'autorité agissante, son effet sur l'autre matière doit être marginal et le sujet du litige doit pouvoir faire l'objet d'un traitement différencié. Ainsi, la Cour d'arbitrage a accepté qu'une Région règle la circulation sur les chemins forestiers (matière relevant de la circulation routière, compétence fédérale) dans le cadre de son action en faveur de la protection des bois et forêts¹⁰¹.

4.2.3. Les compétences des Communautés

Les Communautés n'ont pas de compétences en matière d'environnement, sauf bien sûr pour ce qui concerne l'"éducation à l'environnement" qui serait assurée par les écoles, matière que nous n'aborderons pas ici

4.2.4. Les compétences des communes

Pour rappel, en vertu de l'article 162 de la Constitution, les communes sont compétentes pour régler "tout ce qui est d'intérêt communal", moyennant une tutelle de leurs actes par l'autorité régionale.

Elles doivent toutefois agir dans le respect des lois fédérales et des ordonnances régionales. De plus, selon la Jurisprudence du Conseil d'État, elles ne peuvent agir lorsque la matière est déjà régie, en totalité, par une autorité supérieure¹⁰².

Dans ces limites relativement strictes, les communes sont libres de prendre les mesures qu'elles estiment nécessaires et de développer des solutions originales, en matière de protection de la qualité du cadre de vie de leurs administrés par exemple.

4.2.5. Règles spécifiques à la Région bruxelloise

Comme précisé dans l'introduction, les compétences dévolues théoriquement à l'agglomération (collecte des immondices) et aux provinces ("tout ce qui est d'intérêt provincial") sont exercées par les autorités régionales bruxelloises.

4.3. Transport, mobilité : qui s'occupe de quoi ?¹²⁶

4.3.1. Compétences régionales et fédérales

L'Autorité fédérale est compétente pour la législation, le contrôle et le financement public des entreprises publiques autonomes, dont la SNCB (Société nationale des chemins de fer belges), Belgocontrol (contrôle aérien) et la BIAC (autorité aéroportuaire de Zaventem). Elle coopère avec la Région en raison de son rôle de capitale. Ces compétences touchent le Ministre des Transports et, via les questions de fiscalité de la mobilité, le Ministre des Finances.

La Région bruxelloise est généralement compétente pour tout ce qui concerne les transports (routes, voies hydrauliques, régime juridique de la voirie terrestre, ports,...). Cette compétence recouvre également la STIB et les taxis.

¹²⁶ Site Internet IBGE

Le Ministre de la Mobilité et des Travaux publics et la Secrétaire d'Etat chargée de la gestion du Port de Bruxelles, mais aussi la Secrétaire d'Etat en charge de l'Urbanisme et de l'Aménagement du territoire sont responsables de la mise en œuvre du Plan Iris et de la politique des déplacements.

La Ministre de l'Environnement est également impliquée, notamment à travers la mise en œuvre de l'Ordonnance Air, du Plan Air Climat et du Plan Bruit.

4.3.2. L'AATL

L'Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement, est chargée de la mise en œuvre de la politique du Gouvernement en matière d'aménagement du territoire et du logement.

Un des outils de travail est l'Ordonnance Organique du 29 août 1991 de la Planification et de l'Urbanisme (O.O.P.U.). Elle contient toute une série de dispositions relatives à l'aménagement du territoire qui sont traduites sous forme de plans (Plan Régional de Développement, Plan Régional d'Affectation du Sol, Plans Communaux de Développement, Plans Particuliers d'Affectation du Sol), de règlements (Règlement Régional d'Urbanisme et règlements communaux d'urbanisme) ou de procédures administratives précises.

4.3.3. L'AED

L'Administration de l'Équipement et des Déplacements du Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale assure les missions relatives à la politique des déplacements (Plan Iris), aux équipements des voiries et aux infrastructures des transports en communs en Région bruxelloise. Ses objectifs sont notamment d'améliorer la mobilité, de promouvoir les transports en commun, d'intégrer l'ensemble des usagers (piétons, cyclistes, moins-valides) dans la politique des déplacements, d'encadrer les taxis et d'assurer la maintenance des équipements.

4.3.4. La STIB

La Société des Transports Intercommunaux de Bruxelles est la société de transport public qui assure l'exploitation et la promotion du réseau urbain des transports en commun de la Région de Bruxelles-Capitale. Elle est également chargée de conseiller la Région dans ses projets de mobilité urbaine. Le contenu de ses missions est défini dans un contrat de gestion liant la STIB à la Région de Bruxelles-Capitale qui garantit la majeure partie de son financement. L'élaboration et l'évaluation de ce contrat sont assurés par l'AED.

En plus du réseau de la STIB, Bruxelles bénéficie également d'un réseau transrégional (SNCB, RER, TEC et De Lijn) indispensable à la réalisation des objectifs du Plan Iris.

4.3.5. L'IBGE

L'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement aide à la planification, la sensibilisation et la mise en œuvre de certaines actions en lien avec l'environnement, comme les plans de déplacements d'entreprise, la mobilité douce avec le maillage vert, la surveillance et l'amélioration de la qualité de l'air et du bruit à Bruxelles,...

En particulier, l'IBGE dispose en matière de transports des instruments suivants :

- La planification Air et Bruit
- Les plans des déplacements d'entreprises
- La réglementation stationnement via les permis d'environnement
- La réglementation véhicules propres et la diffusion d'outils tel l'ECOSCORE des véhicules

4.3.5.1. P.D.E. : Plan de Déplacement d'Entreprises

Les entreprises tant publiques que privées de la Région de Bruxelles-Capitale génèrent une partie des déplacements régionaux et il est donc important qu'elles jouent un rôle actif dans la maîtrise de la mobilité. Les entreprises peuvent réfléchir et agir sur leur mobilité par le biais de la réalisation d'un Plan de Déplacements d'Entreprise.

Les organismes employant plus de 200 personnes sur un même site doivent d'ailleurs obligatoirement mettre en place un tel plan. En effet, l'article 19 de l'Ordonnance relative à l'évaluation et à l'amélioration de la qualité de l'air ambiant du 25 mars 1999) (MB, 24.06.1999) stipule que « les organismes de droit public ou privé occupant plus de deux cents personnes sur un même site mettent en place un plan de déplacement relatif à ce site.

Plusieurs des organismes visés établis sur un même site peuvent mettre en place un plan de déplacement commun.

Le plan de déplacement définit les principes de l'organisation du transport du personnel entre le lieu de travail et le domicile, ainsi que lors des déplacements professionnels. (...). Le plan de déplacements est élaboré dans les

18 mois de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance. Il est transmis à l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement pour l'évaluation et diffusion dans le cadre du rapport sur la qualité de l'air ambiant inclus dans le rapport de l'état de l'environnement. »

Un Plan de Déplacements d'Entreprise ou PDE définit donc les actions à prendre au sein d'une entreprise afin d'optimiser les déplacements de tout le personnel et les transports de matières. Il a pour objectif la proposition d'un plan d'actions favorisant les alternatives à l'utilisation personnelle de la voiture

Des avantages pour les employés :

- Déplacements moins stressants
- Meilleure qualité de vie
- Meilleur environnement
- Réduction des frais de transport notamment ceux liés à l'usage d'une voiture
- Voire un gain de temps dans les déplacements

... mais aussi pour les entreprises

- Moins de problèmes de parking
- Réduction des frais de transport et de parking
- Réduction des retards dus au trafic routier
- Plus grande cohésion sociale
- Plus grande accessibilité et donc plus grand attrait pour l'entreprise (recrutement facilité)
- Meilleure image de marque : respect de l'environnement et du voisinage

L'article 20 de la même Ordonnance précise que « les exploitants de lieux accueillant des évènements payants regroupant simultanément plus de 3 000 participants mettent en place un plan d'action visant à l'encouragement de l'utilisation des moyens de transports en commun et des moyens de déplacements économes et peu polluants par les participants.

4.3.5.2. Stationnements via le Permis d'Environnement : Ordonnance du 5 juin 1997

L'ordonnance du 5 juin 1997 relative aux permis d'environnement vise les parkings dans la mesure où il s'agit d'installations classées c'est-à-dire soumise à l'obligation d'obtenir, préalablement à leur mise en place, un permis d'environnement (rubriques 62, 152, 224 et 233 de la nomenclature des installations classées).

A l'égard d'installations classées, l'IBGE ou les communes et, sur recours, le Collège d'environnement et le Gouvernement, disposent de pouvoirs importants lorsqu'ils statuent sur des demandes ponctuelles de certificats ou permis d'environnement. Dans le cadre de l'octroi d'un permis d'environnement, il n'est pas contestable que l'autorité puisse imposer des conditions ayant trait au trajet à suivre par le charroi qui accède ou part de l'installation classée. A plusieurs reprises également, le Gouvernement a pris des décisions admettant la variation de la capacité du parking faisant l'objet d'une demande de permis d'environnement.

En plus du pouvoir détenu par les autorités lorsqu'elles statuent ponctuellement sur des demandes de permis d'environnement, il convient également de rappeler le pouvoir réglementaire du Gouvernement pour fixer des normes encadrant toutes installations classées et donc, fatalement, tout parking en tant qu'ils constituent une installation soumise à permis d'environnement. Ce pouvoir réglementaire est défini en des termes très larges par l'article 6 §1° de l'ordonnance du 5 juin 197 relative aux permis d'environnement.

L'IBGE propose que le permis d'environnement puisse être utilisé pour revoir à la baisse les capacités des parkings existant et ceux d'immeubles en rénovation comme cela est proposé dans le projet de Plan Régional de Développement.

4.3.5.3. Véhicules propres

L'Article 22 de l' « Ordonnance relative à l'évaluation et l'amélioration de la qualité de l'air ambiant » du 25 mars 1999 (MB, 24.06.1999) contraint, dans un délai de 5 ans, les pouvoirs publics gérant des flottes de plus de cinquante véhicules à atteindre au moins 20% en « véhicules utilisant des technologies respectueuses de l'environnement » d'ici 2008.

Les administrations concernées par cette mesure sont clairement identifiées par l'arrêté d'exécution du 3 juillet 2003, dit arrêté « véhicule propre ».

Cet arrêté définit les véhicules propres comme tout véhicule utilisant un des moyens de propulsion suivants :

- Gaz naturel comprimé

- LPG
- Biodiesel
- Méthanol
- Ethanol
- Electrique (batterie et pile à combustible)
- Moteur hybride (parallèle, de série, combiné)
- Air comprimé
- Essence ou diesel anticipant la norme EURO en vigueur

Afin d'aider les organismes publics dans leur acquisition de véhicules propres, l'IBGE a développé un modèle de cahier spécial des charges sur lequel les administrations peuvent s'appuyer pour rédiger un appel d'offre.

L'état de la flotte publique en 2004 était la suivante :

Flotte de véhicules au 31 décembre 2004				
Organismes	Nbre véhicules	Obligation (oui/non)	Total véhicules propres	% VP Total
ABP	475	Oui	76	16,00
CIRB	pas de réponse	Non	pas de réponse	
IBGE	99	Oui	34	34,34
MRBC	132	Oui	50	37,88
ORBE m	6	Non	2	33,33
Port	14	Non	0	0,00
SDRB	11	Non	2	18,18
SIAMU	201	Oui	9	4,48
SLRB	pas de réponse	Non	pas de réponse	
SRIB	9	Non	4	44,44
STIB	806	Oui	40	4,96
TOTAL	1753		217	12,38

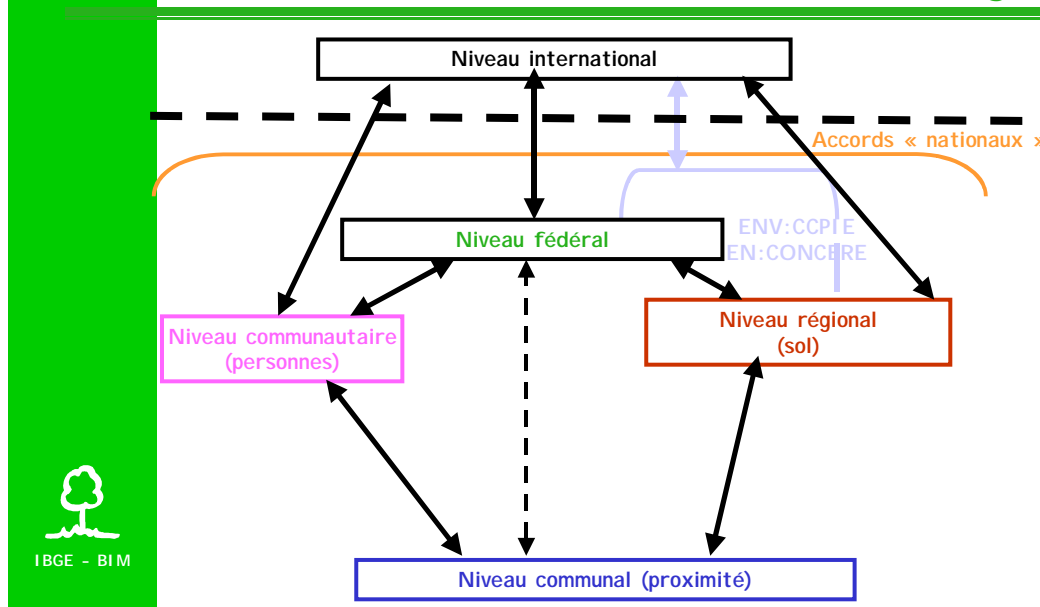
4.3.5.4. Ecoscore

Afin de pouvoir comparer les véhicules non pas sur base uniquement de leurs émissions prises individuellement mais également sur base des dommages qu'occasionnent ces émissions sur les différents compartiments de l'environnement naturel, humain et bâti, un outil d'évaluation environnementale des véhicules routiers a été développé. Il s'agit de la méthodologie Ecoscore dont le principe consiste à intégrer l'ensemble de ces dommages en un seul score global caractérisant le véhicule neuf. Cet outil est disponible sur le site Internet de l'IBGE.

4.3.6. Les communes

Les communes sont en charge de l'entretien des voiries communales et de leurs infrastructures (signaux routiers, horodateurs, ...), de l'adoption de règlements complémentaires relatifs à la circulation routière et de l'élaboration d'une politique de stationnement (plan de stationnement, taxes ou redevances, contrôle du stationnement payant et illicite). Sans oublier le rôle de la police locale sur l'ensemble des voiries.

Rappel : Structure institutionnelle belge

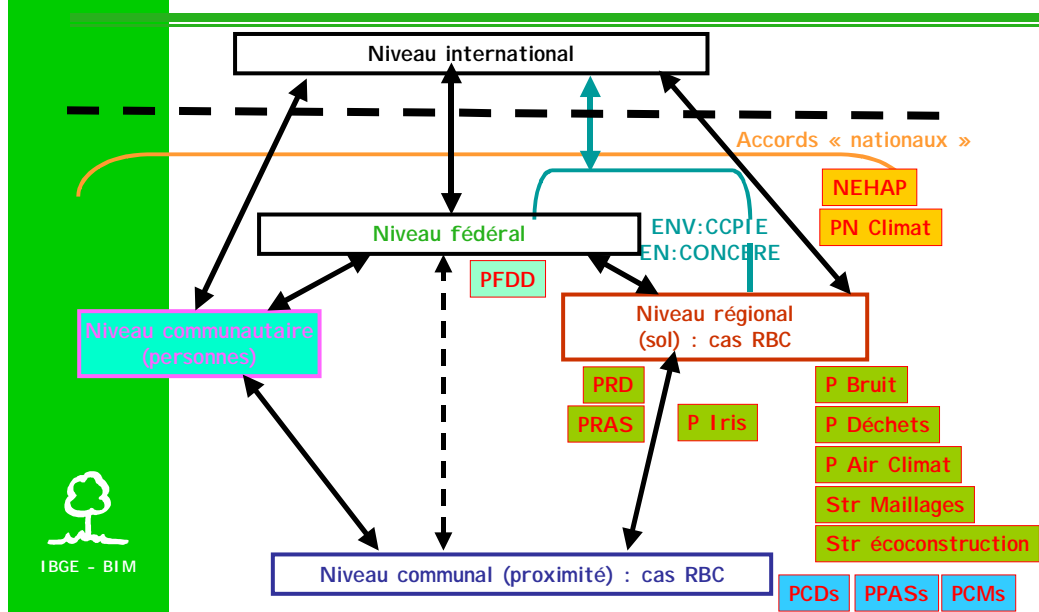


4.4. Instruments de planification en RBC en matière de mobilité ¹²⁷

Il n'existe pas « une » solution unique au problème de la mobilité à Bruxelles. Seul un ensemble cohérent d'actions transversales portant notamment sur les structures urbaines, sur les différents modes de transport et sur les comportements de déplacements peut apporter des satisfactions. Ces actions doivent intégrer les considérations de mobilité à celles de l'aménagement du territoire, du développement économique, de la protection de l'environnement et de la qualité de vie des habitants.

Le développement de la Région est déterminé par une hiérarchie de plans. Schematisch gesteld kan men zeggen dat de plannen op een piramidale structuur berusten waarbij het lagere plan het hogere plan in acht moet nemen.

Structure belge et principaux plans



¹²⁷ Sources : site internet IBGE et « Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034 »

4.4.1. Le PRD / Plan régional de développement

De Regering bepaalt in dit instrument van operationele stedenbouw de doelstellingen en prioriteiten voor ontwikkeling zoals die worden ingegeven door de economische, sociale, culturele, transport - en milieugebonden behoeften, schrijft anderzijds de middelen voor die moeten worden ingezet om de vastgelegde behoeften en prioriteiten te realiseren, dit door sommige van deze maatregelen in kaart te brengen, en bepaalt tenslotte de zones waarin een prioritaire actie van het Gewest zich opdring.

Les éléments essentiels sont :

- Economie : attractivité résidentielle, culturelle, commerciale, touristique ; sécurité ; développement économique ; politique foncière ; développement international ; R&D
- Développement social : emploi, aides sociales, logement (accessibilité et qualité), rénovation urbaine, santé ; approche multiculturelle
- Environnement : bruit ; air; patrimoine vert et bleu ; mobilité ; énergie (URE)
- MAIS : actuellement, rien sur les modes de production et de consommation durables, ni sur l'empreinte écologique régionale (impact externe de la Région).

Specifiek m.b.t. het verkeer en vervoer, bevat het GEWOP de uitdagingen en de prioritaire beleidslijnen. Het omvat een behandeling van het stedelijk vervoerssysteem, waarin voornamelijk aanbodgerichte verkeersmaatregelen zijn opgenomen.

Het doel van het GEWOP is te komen tot een coherent en doelmatig mobiliteitsmodel:

- lokalisatie van de activiteiten op basis van de mobiliteitsbehoeften en de
- voorwaarden inzake toegankelijkheid,
- kwaliteitsverbetering van het openbaar vervoer (frequentie en reissnelheid),
- parkeerbeleid,
- vermindering van het doorgaand verkeer (specialisatie van het wegennet),
- verbetering van de verplaatsingsvoorwaarden voor voetgangers en fietsers,
- regelen van het vrachtvervoer en bevordering van de water- en spoorwegen.

Il reprend un objectif chiffré de réduction de 20% le volume du trafic d'ici 2010 par rapport à 1999. Cette diminution devrait aider à atteindre les objectifs de réduction des émissions de CO₂ visés par le Protocole de Kyoto.

Les clauses de ce plan sont indicatives sauf pour les pouvoirs publics pour lesquels elles sont obligatoires.

4.4.2. Le PRAS / Plan régional d'affectation des sols

Het G.B.P., dat eveneens door de Regering wordt opgesteld, fungeert ter aanvulling van het GEWOP en verduidelijkt de bestaande toestand en bepaalt de algemene bestemming van de verschillende zones op het grondgebied van het Gewest en de voorschriften die ermee gepaard gaan. Naast de omschrijving van de bestaande feitelijke en rechtstoestand vinden we een reeks kaarten waaronder een "klassieke" kaart van de bodembestemming, alsook een "kaart van de toelaatbare kantooroppervlakten".

Op het mobiliteitsvlak regelt het G.B.P. het locatiebeleid op het gewestelijk vlak en neemt een aantal maatregelen betreffende belangrijkste verkeerswegen en het openbaar vervoer

Les clauses sont contraignantes.

4.4.3. Les Plans communaux de développement

Het GEMOP is eveneens een richtplan - aansluitend op het GEWOP en het G.B.P. - en legt voor elke gemeente de elementen vast voor de interventie van de plaatselijke overheden.

Op het mobiliteitsvlak preciseert het de doelstellingen en middelen inzake verplaatsing- en milieubehoefte. De meeste gemeenten stellen eveneens een mobiliteits- of verplaatsingsplan op.

Les clauses de ces plans sont indicatives sauf pour les pouvoirs publics pour lesquels elles sont obligatoires.

4.4.4. Les Plans particuliers d'affectations du sol (PPAS)

Het B.B.P. beschrijft de ruimtelijke ordening in de wijken op gedetailleerd wijze en bevat de meest precieze bodembestemming.

Op het mobiliteitsvlak speelt dit bestemmingsplan een rol in het locatiebeleid en bepaalt daarnaast het tracé en maatregelen van aanleg van de verkeerswegen.

Les clauses sont contraignantes.

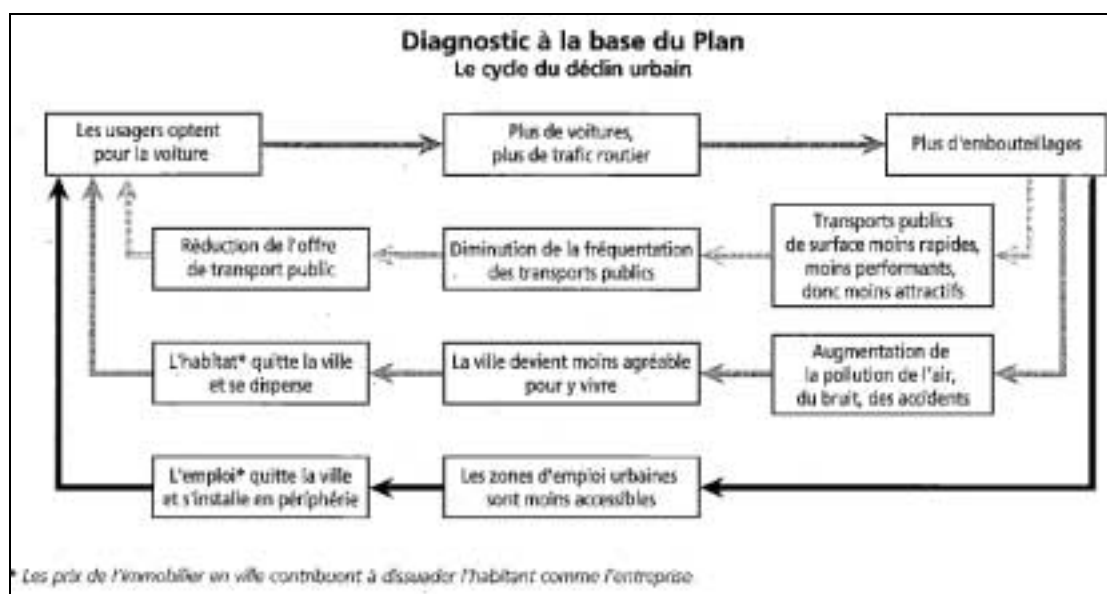
4.4.5. Le Plan IRIS

Le Plan Iris, plan régional des déplacements, adopté par le Gouvernement bruxellois en 1998, traite d'un ensemble d'actions sur les structures urbaines, les transports en communs (métro, RER), la circulation automobile, les piétons, les deux roues et le transport des marchandises afin de diminuer les besoins en déplacements motorisés (73% pour la voiture, 27% pour le transport public - 1991). S'il est pour le moment en phase d'actualisation, sa stratégie et ses objectifs qualitatifs restent d'application.

Ce plan des déplacements se caractérise par son absence de caractère réglementaire opposable mais constitue néanmoins une synthèse opérationnelle et détaillée de la décision du gouvernement en matière de mobilité.

Il propose des lignes directrices afin d'améliorer les déplacements dans la Région et de diminuer leur impact sur l'environnement. Car on constate que les choix individuels de mode de déplacement contribuent à entraîner la ville dans une spirale de déclin économique et démographique comme présenté à la figure suivante.

Figure : Cycle du déclin urbain



Source : MRBC (1998)

L'un des objectifs du Plan Iris est de briser le cycle de déclin. La gestion de la demande de déplacements de manière globale nécessite donc la mise en œuvre d'un ensemble cohérent d'actions portant notamment sur :

- Les structures urbaines, de manière à diminuer les besoins de déplacements motorisés, à améliorer l'accessibilité des lieux de travail, des commerces, des services, des équipements collectifs et des écoles, à faciliter les déplacements en cours de journée ;
- Les transports en communs : donner la priorité à un réseau de transport public cohérent, attractif et réuni en une communauté d'exploitation, développer un R.E.R., tirer parti des infrastructures existantes de chemin de fer, de métro et de pré-métro, améliorer en surface la vitesse commerciale des tramways et des autobus, faciliter l'usage des taxis ;
- La circulation automobile : préserver la qualité de vie des zones résidentielles, gérer la congestion ;
- Le stationnement automobile : agir sur la demande en favorisant le stationnement pour les riverains et les commerces, créer des parkings de transit en périphérie, faire respecter le code de la route ;
- La marche à pied : en agissant sur la sécurité, le confort et la lisibilité de la signalétique
- La circulation des vélos : par la réalisation d'itinéraires cyclables, la promotion des déplacements combinés vélo/transports en commun ;
- Le transport de biens et de marchandises : en agissant sur les livraisons et le trafic lourd, en favorisant l'usage de la voie d'eau et de la voie ferrée ;

- L'aménagement de l'espace public : en améliorant sa qualité, en équilibrant les fonctions de séjour et de circulation des espaces publics.

4.4.5.1. Portée juridique du plan

Het IRIS-plan, dat niet gepubliceerd is in het Belgisch Staatsblad, heeft geen enkele reglementaire draagwijdte en is ook niet richtinggevend voor de gewestelijke en gemeentelijke administraties, ook al beweerd het plan het tegendeel. Het plan heeft als dusdanig geen rechtsgevolgen. Het GEWOP blijft volledig van toepassing zonder enig voorbehoud. Het is derhalve ten onrechte dat het IRIS-plan bepaalt dat het GEWOP van toepassing blijft "onder voorbehoud van de verduidelijkingen en actualisering van de onderhavige synthese"¹⁷⁹.

Het IRIS-plan kan ook geen impliciete wijziging van het GEWOP met zich meebrengen, daar het niet is aangenomen in overeenstemming met de door de O.P.S. voorziene herzieningsprocedure (art. 18-20 O.P.S.). Aangezien het geen rechtsgevolgen heeft kan het de lagere besturen evenmin verbinden.

4.4.6. Ordonnance relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement

La présente directive s'applique aux plans et programmes susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement, ainsi qu'à leurs modifications, qui sont préparés et/ou adoptés par une autorité compétente ou qui sont préparés par une autorité compétente en vue d'une adoption par une procédure législative, et qui sont exigés par des dispositions législatives, réglementaires ou administratives.

Une évaluation environnementale est automatiquement exigée pour les plans et programmes élaborés pour les secteurs de l'aménagement du territoire urbain et rural, l'affectation du sol, le transport, l'énergie, la gestion des déchets, la gestion de l'eau, l'industrie, les télécommunications, l'agriculture, la sylviculture, la pêche et le tourisme. Il en est de même pour l'adoption de plans et programmes susceptibles d'affecter des sites protégés par la directive 92/43/CEE et pour lesquels une évaluation est requise par ladite directive.

Avant l'adoption ou la soumission au processus législatif d'un plan ou d'un programme, l'autorité compétente de l'État membre concerné sera tenue de réaliser une évaluation environnementale et de rédiger, après consultation des autorités responsables en matière d'environnement, un rapport environnemental détaillant entre autres:

- la teneur du plan ou du programme et ses principaux objectifs ;
- les caractéristiques environnementales de la zone susceptible d'être affectée par le plan ou le programme ;
- tout problème environnemental existant pertinent pour le plan ou le programme ;
- les objectifs nationaux, communautaires ou internationaux de protection environnementale pertinents pour le plan ou le programme en question ;
- les incidences environnementales susceptibles de découler de la mise en oeuvre du plan ou du programme ;
- toute mesure envisageable pour éviter, réduire et compenser les incidences négatives sur l'environnement;
- les mesures de suivi envisagées.

Des discussions sont actuellement en cours quant à la légalité de la transposition de cette directive en droit bruxellois.

En effet, l'ordonnance transposant la directive modifie les ordonnances organisant les planifications « bruit » et « déchets » en RBC. Elle porte notamment sur leur évaluation et le suivi de leur mise en oeuvre, précisant que l'organisation de l'évaluation des plans s'effectue « au moins tous les 5 ans » (c'est-à-dire à une fréquence moindre qu'auparavant), l'Institut pouvant décider de modifier cette fréquence « s'il l'estime nécessaire »¹²⁸.

Une obligation administrative est ainsi remplacée par un choix laissé à l'Administration (c'est-à-dire en fait au politique via les priorités décidées quant au programme de travail de l'IBGE).

D'autre part, elle contreviendrait au principe dit de "standstill" lié à l'article 23 de la Constitution qui dispose notamment du "Droit à un environnement sain"¹²⁹ ? Ce principe empêche que l'on légifère en matière

¹²⁸ Le plan Air-Climat n'est pas concerné, la fréquence d'évaluation ne figurant pas dans l'ordonnance thématique mais étant inscrite dans le plan lui-même.

¹²⁹ Il ne s'agit pas ici de valider ou non la périodicité de 5 ans pour l'évaluation, encore qu'il y aurait matière à discussion, notamment dans la perspective de la mise en oeuvre de l'ordonnance « Accès à l'information », ou encore, plus simplement, des bonnes pratiques en matière de planification.

d'environnement au niveau belge de manière régressive : la législation nouvelle ne doit pas amoindrir les droits octroyés ou les obligations imposées sous la législation précédente, de telle manière que cela viendrait enfreindre le droit à un environnement sain.

Par ailleurs, le Plan IRIS n'ayant pas de valeur légale, il n'est pas soumis à évaluation environnementale obligatoire.

4.4.7. Les plans environnementaux en lien avec la mobilité

Le Plan Air Climat vise une diminution des polluants émis par le transport routier via notamment une politique de réduction du volume du trafic routier et d'amélioration technologique du parc de véhicules.

Le Plan Bruit a pour objectif de diminuer les nuisances sonores liées au transport via notamment l'étude et la gestion des points noirs de la Région, la prise en compte de la composante sonore dans tout projets de réaménagement, l'amélioration technologique des véhicules ou, en dernier recours par des mesures de protection acoustique des bâtiments.

Le Maillage vert, programme inscrit au PRD, vise à construire progressivement un réseau d'espaces verts en ville et à rééquilibrer leur répartition spatiale par la création de nouveaux espaces et de liens verdurisés. Principaux objectifs : répondre à la demande des habitants, favoriser la mobilité des piétons et des cyclistes, améliorer les qualités paysagères de la ville, préserver le patrimoine naturel et accroître la biodiversité.

4.5. Le Plan Air/Climat en détail

4.5.1. Ordonnance Air

Le 22 mars 1999, le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale a adopté l'Ordonnance relative à l'évaluation et l'amélioration de la qualité de l'air ambiant, dite Ordonnance Air. Les articles 4 et 5 obligent le Gouvernement bruxellois à fixer, conformément aux Directives européennes, des valeurs limites, des seuils d'alerte et des valeurs cibles¹³⁰.

Pour réduire la pollution sur le long terme, les articles 6 et 13 demandent que soit réalisé un programme d'amélioration structurelle de la qualité de l'air ambiant. A ce titre, le 13 novembre 2002, le Gouvernement bruxellois approuvait le « Plan d'amélioration structurelle de la qualité de l'air et de lutte contre le réchauffement climatique 2002-2010 », appelé aussi Plan Air Climat. Ce Plan, dit Plan Air Climat, regroupe les mesures à mettre en œuvre afin d'améliorer la qualité de l'air ambiant mais également de diminuer les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2010.

Le Plan Air Climat traite notamment de la problématique du transport. Outre les prescriptions sur le long terme, le Plan prévoit aussi des actions sur le court terme, à savoir les prescriptions :

- 6 : La STIB partenaire du changement (plan de crise) ;
- 18 : Limiter la circulation automobile lors de l'apparition de pics de pollution ;
- 19 : Sensibilisation des ménages à la pollution de l'air ambiant par l'ozone.

Enfin, dans ses articles 14, 17 et 18, l'Ordonnance Air prévoit que soit mis en œuvre un plan d'action à court terme et un dispositif d'information complémentaire lors de dépassements de seuils.

4.5.2. Objectifs du Plan¹³¹

Partant de la situation bruxelloise de la pollution atmosphérique, des engagements internationaux et européens et de la répartition des responsabilités au niveau belge, le Gouvernement bruxellois s'est engagé à respecter les objectifs suivants :

- En terme de qualité de l'air, les objectifs prioritaires doivent viser à réduire les émissions des précurseurs de l'ozone (COV et NOX), les émissions de benzène (lié à l'essence), des particules fines (PM10 et PM2.5) et des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (principalement liés à la combustion du diesel et du mazout) ;

¹³⁰ Valeur cible : niveau fixé dans le but d'éviter davantage à long terme des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

¹³¹ Site Internet de l'IBGE

- En terme de quantités de polluants émis sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale, les objectifs chiffrés de réduction des émissions à atteindre d'ici 2010 par rapport aux émissions de 1999 sont repris dans un tableau que vous trouverez dans le document à télécharger ci-dessous.

4.5.3. Domaines d'action

Les mesures du Plan ont été réparties en plusieurs domaines d'action:

- La réduction des émissions dues au transport, source importante de pollution urbaine, par une amélioration technologique du parc de véhicules et par une politique de réduction du trafic motorisé: réglementation du stationnement, plans de déplacement d'entreprises, amélioration des transports en commun,...
- La réduction des émissions dues à la consommation énergétique des bâtiments, principaux émetteurs de gaz à effet de serre, par une politique d'utilisation rationnelle de l'énergie (URE).
- La promotion des énergies renouvelables.
- La réduction des émissions dues aux activités industrielles par une politique de progrès technologiques et d'utilisation de produits moins polluants: réglementation relative à l'utilisation de produits à base de solvants pour les entreprises émettrices de Composés Organiques Volatils (COV).
- La réduction des émissions dues à l'incinération individuelle et à la consommation de solvants par les ménages (émissions non contrôlées).
- L'amélioration de l'exposition intégrée de la population, c'est-à-dire l'amélioration de la qualité de l'air à laquelle nous sommes exposés quotidiennement (pollution et santé, pollution intérieure, éco-construction,...).

4.5.4. Mesures en matière de transport¹³²

Le transport routier est une source considérable de pollution atmosphérique en Région bruxelloise. C'est donc un des axes majeurs de la stratégie d'action du Plan Air Climat. Les mesures prises dans ce domaine doivent conduire à une réduction significative des quantités de polluants émis dans l'air, principalement par une baisse de la consommation de carburant. Qui consomme moins, pollue moins...

4.5.4.1. Mesures pour réduire le volume du trafic routier

L'objectif est le transfert d'une part des déplacements effectués en voiture vers les modes de transport respectueux de l'environnement (marche à pied, vélo, transports publics). Ce transfert modal passe par une réduction de l'utilisation non rationnelle de la voiture et par le développement de conditions favorables aux autres modes de déplacement et l'amélioration des transports en commun.

4.5.4.2. Incitation à réduire l'utilisation de la voiture

Le Plan Air Climat s'oriente, dans le prolongement du Plan Iris et du Plan Régional de Développement (PRD), vers une politique de maîtrise du stationnement. La réduction du nombre de places de stationnement en voirie sera limitée aux besoins nécessaires pour les riverains, l'accès aux commerces et l'accès aux bureaux pour les visiteurs. Cette réduction se fera par des réaménagements de l'espace public au profit des piétons, des cyclistes, des transports publics et des espaces verts.

4.5.4.3. Encouragement à l'utilisation de modes de déplacements moins polluants

Depuis le 1^{er} juillet 2004, la réalisation de plans de déplacements d'entreprises est obligatoire pour les organismes, privés et publics, occupant plus de 200 personnes sur un même site. Cependant, la responsabilité des émissions polluantes liées au trafic incombe à tout le monde et pas seulement aux entreprises de plus de 200 personnes. Il est donc nécessaire d'étendre le cadre de mise en œuvre des plans de déplacements des entreprises à l'échelle d'un quartier entier.

4.5.4.4. Mesures pour diminuer les facteurs d'émissions du trafic routier

L'objectif est d'une part d'informer et soutenir le consommateur en matière de véhicules propres, d'autre part de développer une gestion des vitesses et des débits qui influencent les émissions atmosphériques engendrées par la circulation routière.

4.5.4.5. Soutien et diffusion des améliorations technologiques

Sous l'impulsion de l'Union européenne, le secteur automobile connaît une amélioration croissante des performances environnementales des véhicules à moteur. Même si cette évolution est insuffisante pour

¹³² Site Internet de l'IBGE

satisfaire toutes les conditions exigées par les objectifs de réduction des émissions atmosphériques, il est important d'informer les consommateurs soucieux d'acheter un véhicule propre.

4.5.4.6. Gestion des vitesses et débits du trafic

Plusieurs études ont mis en évidence les augmentations d'émissions de polluants atmosphériques et de consommation d'énergie liées à une conduite non régulière (accélération, décélération). Le principe des ondes vertes et de la vitesse modérée prend ici tout son sens dans la gestion du trafic urbain, la lutte contre la pollution de l'air, le bruit et les accidents, à condition que celles-ci ne permettent pas un accroissement du volume du trafic.

Par ailleurs, le Gouvernement prendra des mesures concrètes pour optimiser la circulation des véhicules de transport de marchandises. La pénétration de ces véhicules dans la ville, et en particulier dans des rues non adaptées à ce type de véhicules est de nature à augmenter la pollution atmosphérique de façon générale en Région bruxelloise et en particulier dans des quartiers plus sensibles de la ville. De plus, les passages et les manœuvres des véhicules de marchandises dans des rues non adaptées, provoquent une augmentation de la congestion de la ville.

4.5.5. Evaluation économique et environnementale des prescriptions du Plan Air/Climat ¹³³**Réductions d'émissions et coûts de mise en œuvre**

N°	Titre de la prescription	Réductions d'émissions			Utilisateur final		Collectivité	
		GES kt éq CO2	COV t	NOx t	Invest M€	Exploit M€/an	Invest M€	Exploit M€/an
	<u>TRANSPORTS</u>	40,0	160,8	222,5	29,5	77,1	101,6	-20,0
1	Organisation et contrôle du stationnement en voirie							-30,0
2	Planification régionale du stationnement	11,0	11,0	23,0			0,1	0,1
3	Taxation et tarification du stationnement							
4	Plans de déplacements d'entreprises par quartier ou par zone							
5	Plans de déplacement d'entreprises	21,0	38,0	74,0	22,3	60,1		
6	STIB partenaire du changement							0,2
7	A vélo et à pied	8,0					9,5	
8	Parkings de dissuasion hors Bruxelles					15,6	84,3	9,5
9	Promotion des véhicules propres dans l'administration						0,1	
10	Véhicules propres pour la STIB		0,8	98,5			4,3	
11	Véhicules propres connus de tous							0,3
12	Meilleur entretien et contrôle des émissions des véhicules		107,0	11,0		1,4		
13	Eco-fiscalité des véhicules à moteur		4,0	16,0	7,0		3,0	
14	Taxis moins polluants				0,2			
15	Gestion du trafic dans Bruxelles						0,2	
16	Gérer le transit et les flux de véhicules de marchandises						0,2	
	<u>RESIDENTIEL</u>	47,7	0,0	43,6	106,2	8,8	12,2	0,7
26	Etoffer le régime d'aides à l'intention des ménages	17,7		14,9	70,2	-3,4	12,0	0,3
28	Application de la réglementation thermique	1,2		1,0		-0,2		0,1
29	Renforcer la réglementation thermique	4,5		7,2	20,0	-0,8		0,2
30	Promotion de la certification thermique	2,3		1,9	16,1	-0,4	0,1	0,1
31	Etendre le certificat énergétique							
32	Contrôle accru des chaudières	22,0		18,6		13,6	0,1	0,1
	<u>TERTIAIRE</u>	17,5	0,0	15,0	69,6	-2,0	0,1	0,2
33	Inventorier la situation énergétique des immeubles de bureau	3,6		3,0	15,3	-0,4	0,1	
34	Application de la réglementation thermique	1,0		0,9		-0,1		0,1
35	Développer une réglementation énergétique	3,6		3,2	16,0	-0,5		0,1
36	Certification énergétique périodique	2,4		2,0	9,7	-0,3	0,1	
39	Etoffer et réorganiser le régime d'aides aux entreprises							
40	Etoffer et réorganiser le régime d'aides au secteur public	7,0		5,9	28,7	-0,8	0,0	
41	Promotion des applications électriques à haute efficacité	0,0						
42	Améliorer l'efficacité énergétique dans les achats publics							
	<u>ENTREPRISES</u>	133,8	744,9	700,0	62,6	3,8	0,4	0,1
43	Accords volontaires	13,8			12,0	-6,0	0,4	
44	Réduction des émissions de COV par les stations services		333,0		5,5			
45	Réduction des émissions de COV par le nettoyage à sec		déjà réalisé		6,6	0,1		
46	Réduction des émissions de COV par les imprimeries		344,9		3,2	0,2		
47	Emissions de COV des (carrosseries, fabrication de peintures)		67,0		0,3	0,4		
48	Réduction des émissions de COV des autres secteurs industriels							
49	Réduction des émissions de NOx de l'incinérateur			700,0	35,0	9,0		
50	Recherche d'un accord interrégional sur l'incinération des déchets							
51	Inventaire des installations HVAC						0,1	
52	Agréation des frigoristes							0,1
53	Réglementer la conception, l'entretien et l'exploitation des HVAC (*)	120,0						
54	Récupération des fluides réfrigérants							
	<u>DIVERS</u>	0,0	190,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
55	Normes de produits contenant des solvants		190,0					
56	Maîtriser les incinérations domestiques							
	TOTAUX	239,0	1.095,7	981,1	268,0	87,6	114,3	-19,0

(*) Emissions de gaz fluorés

En ce qui concerne les émissions de CO2, les prescriptions qui ont l'impact le plus important sont :

- l'organisation de plans de déplacements d'entreprises ;
- les aides publiques accordées aux ménages en matière d'investissements économiseurs d'énergie ;

¹³³ Analyse technico-économique des prescriptions techniques du plan air-climat de la Région de Bruxelles-Capitale, Rapport final : 2004 ; ECONOTEC

- un contrôle accru des chaudières lors de leur fonctionnement.

Les réductions d'émissions de NOx sont de l'ordre d'un millier de tonnes. La mesure qui domine consiste à dénitrifier les fumées de l'incinérateur de déchets de Neder-over-Heembeek.

Dans le transport routier, la mesure la plus importante est celle qui vise à équiper la STIB de véhicules propres (au gaz naturel, hybrides, équipés de pièges à particules ou respectant la norme européenne EURO IV).

En ce qui concerne les émissions de COV, la transposition en droit régional de la directive européenne 99/13/CE sur les usages de solvants va permettre une réduction importante des émissions en Région bruxelloise. Sur une réduction globale de 1 100 t, pratiquement les 2/3 sont dus à cette législation¹³⁴.

Notons deux autres contributions appréciables : un contrôle accru du respect des normes d'émission des véhicules routiers lors du passage au contrôle technique et la limitation des usages domestiques de solvants.

En matière de transports, le potentiel de réduction identifié n'est que partiel. En effet, le Plan se limite à un certain nombre d'aménagements qui s'inscrivent en complément du Plan Régional de Déplacements actuellement en phase de renouvellement (Plan Iris II) ou qui s'y intégreront.

Elles n'abordent par exemple pas l'amélioration de l'offre de transports en commun et ne traitent que partiellement des aménagements territoriaux qui pourraient modifier les comportements des usagers de la route et leurs choix modaux. Ces sujets seront en fait élaborés dans le cadre du Plan Iris II.

4.5.6. Evolution du Plan Air-Climat - Vers un plan renforcé ?

Le Plan Air Climat est l'aboutissement d'un consensus sur les politiques et les priorités à mettre en œuvre dont les bénéfiques pour l'environnement n'avaient pas été établis de manière quantitative. Des études ont été menées a posteriori afin d'estimer le potentiel du Plan pour atteindre les objectifs fixés au moment de son adoption par le Gouvernement. Ces études ex-post sur l'efficacité du Plan ont donné des résultats encourageants qui doivent convaincre les décideurs à mettre en œuvre les politiques décidées.

Néanmoins durant les années 2003 et 2004, de nouvelles directives européennes ont été adoptées et des transpositions importantes dans la politique belge et bruxelloise ont été opérées, ce qui a entraîné une évolution des contextes juridique et politique.

Ces évolutions ainsi que les évaluations technico-économiques plaident pour un renforcement et une réorientation des priorités du Plan actuel.

4.5.6.1. Evolution du contexte juridique

En matière d'air ambiant, plusieurs directives européennes ont été adoptées depuis novembre 2002 ou sont en cours d'adoption. Il s'agit de la modification de la directive sur les émissions de composés organiques volatils dans les solvants¹³⁵, l'adoption de la quatrième directive-fille¹³⁶ de la « directive-cadre air¹³⁷ », des négociations autour du renforcement de certains objectifs de qualité de l'air définis dans la première directive fille¹³⁸ de la directive-cadre air ainsi que des plafonds d'émissions de certains polluants acidifiants et de la définition d'un plafond pour les particules fines (révision de la directive 2001/81/CE dite NEC)

L'intégration de l'ensemble des politiques de la Commission européenne mises en place dans le cadre de son programme Air pur pour l'Europe (CAFE) a abouti dans le courant de l'année 2005 à la réalisation d'une stratégie thématique sur l'air.

En matière de Climat, au moment de son adoption par le Gouvernement bruxellois, en novembre 2002, le Plan Air Climat ne possédait pas d'objectif chiffré en terme de réduction des émissions de gaz à effet de serre ; seul l'objectif belge étant fixé dans le protocole de Kyoto. Ce n'est qu'en mars 2004, lors du conseil des Ministres à Ostende, que les Régions et l'autorité fédérale se sont répartis les efforts à fournir pour diminuer les émissions

¹³⁴ Même plus, si l'on tient compte des réductions d'émissions déjà obtenues par la mise en œuvre d'un règlement concernant les émissions au nettoyage à sec, et non comptabilisées dans le tableau.

¹³⁵ Directive 2004/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 avril 2004 relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certains vernis et peintures et dans les produits de retouche de véhicules, et modifiant la directive 1999/13/CE.

¹³⁶ Directive du Parlement européen et du Conseil concernant des objectifs de qualité pour l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant

¹³⁷ Directive 96/62/CE du Conseil, du 27 septembre 1996, concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant

¹³⁸ Directive du Conseil, du 22 avril 1999, relative à la fixation de valeurs limites pour l'anhydride sulfureux, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules et le plomb dans l'air ambiant.

de gaz à effet de serre pour la période 2008-2012. Les émissions de la Région de Bruxelles-Capitale ont ainsi été limitées à +3,475% par rapport à 1990, ce qui représente un effort de réduction très important, à savoir - 20% des émissions de gaz à effet de serre par rapport à un scénario BAU (business as usual) 2010 ce vu l'absence d'industrie sur son territoire.

A cet effet, l'Union européenne a récemment mis à disposition des Etats Membres des outils pour lutter contre les émissions de GES telles que la Directive sur la promotion de la cogénération et des énergies renouvelables, la Directive sur les biocarburants, la Directive sur la performance énergétique de bâtiments¹³⁹ (PEB) ainsi que celle sur le système de commerce des émissions¹⁴⁰ (ETS).

Afin d'être en conformité avec celles-ci, la Région de Bruxelles-Capitale devra déployer des moyens importants de réglementation et de contrôle. En effet, la Directive PEB impose, notamment, des normes sévères d'isolation pour les constructions de bâtiments neufs et les rénovations lourdes. La directive ETS, quant à elle, crée un système d'échange de quotas d'émission de CO₂ dans la Communauté sur base de la mise en œuvre de Plans nationaux d'allocation. En outre, deux directives concernant les gaz fluorés sont en cours d'approbation : l'une régulant les émissions de certains GES fluorés ; la seconde est relative aux émissions des systèmes d'air conditionnés des véhicules automobiles.

D'autres directives importantes en vue de réduire les consommations énergétiques de l'Union sont la directive relative à l'efficacité énergétique au niveau des consommateurs finaux et aux services énergétiques (avec des objectifs renforcés pour les services publics) et celle relative à l'éco-conception des produits consommateurs d'énergie. De plus, suite à l'entrée en vigueur¹⁴¹ du Protocole de Kyoto, des négociations ont débuté au niveau européen et belge sur l'"après-Kyoto" (période après 2012).

Compte tenu de ces législations nouvellement adoptées ou à adopter, il est donc devenu nécessaire de renforcer et consolider les différentes mesures prévues. Il importe en effet que la Région de Bruxelles-Capitale soit dotée d'un Plan Air Climat performant à court et moyen terme.

4.5.6.2. Evolution du contexte politique

En début de législature 2004-2009, les nouveaux Ministres et Secrétaires d'Etat bruxellois ont conclu un accord de Gouvernement dans lequel ils s'engagent à ce que la qualité de l'air soit améliorée par des mesures concrètes, notamment dans le domaine du trafic routier où l'objectif du PRD de réduction de 20% de ce trafic pour 2010 (par rapport à 1999) sera mis en œuvre. Cet objectif ambitieux ne sera atteint que si des actions plus fortes que celles du Plan sont mises en œuvre.

Au niveau de l'énergie, le Gouvernement prévoit aussi une augmentation substantielle du budget énergie en vue de promouvoir les économies d'énergies et l'utilisation des énergies renouvelables. Les moyens nécessaires à la rencontre des objectifs de Kyoto seront dégagés en ciblant les changements de comportement par le biais de l'information et de la communication et les investissements des particuliers et des bureaux en matière d'utilisation rationnelle de l'énergie par le biais d'incitants financiers.

Enfin, le nouveau Gouvernement a attribué à un seul ministre les compétences en environnement et énergie. Il en a été de même pour les compétences en mobilité et en transports. Ces fusions permettront d'avoir une vue globale et intégrée dans la révision du Plan Air Climat. Toutefois, les couples environnement-énergie et mobilité-transports restent dans les attributions d'administrations distinctes. L'IBGE doit déployer un maximum d'efforts sur les problématiques atmosphériques et énergétiques. Par contre, l'Institut aura un rôle de recommandations et de soutien dans les projets de mobilité et de transport développés par l'AED et la STIB. A ce titre, la STIB et l'IBGE ont conclu un accord de coopération sur l'environnement et le développement durable pour les années 2004-2009.

4.5.6.3. Evaluations du potentiel de réduction du Plan eu regard des objectifs qualitatifs

a) Les polluants de l'air ambiant

Pour les polluants atmosphériques tels que les oxydes d'azote (NO_x), le dioxyde de soufre (SO₂) et les composés organiques volatils non-méthaniques (COVNM), les objectifs à atteindre en matière d'émissions sont les plafonds

¹³⁹ Directive 2002/91/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments.

¹⁴⁰ Directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté et modifiant la directive 96/61/CE du Conseil.

¹⁴¹ 16 février 2005.

d'émissions fixés pour la Belgique par la directive 2001/81/CE (« NEC »), plafonds qui ont ensuite été répartis entre les Régions.

Selon une étude technico-économique¹⁴², il apparaît que le plafond de la Région bruxelloise ne devrait pas être dépassé pour le SO₂. Par contre, les émissions de NO_x et de COVNM seraient au-dessus des plafonds définis.

De plus, les concentrations de NO_x dans l'air crée épisodiquement des pics de pollution hivernaux qui sont à l'origine de communiqués d'avertissement vers la population. En cas de dépassement du seuil d'alerte, le communiqué devra être accompagné de mesures fortes de restriction de la circulation, mesures qui aujourd'hui n'ont pas encore été décidées par le Gouvernement. L'objectif de qualité de l'air pour les particules fines pose lui-aussi un problème.

Il importe en outre de se préparer aux négociations pour la détermination des plafonds d'émission 2020 pour les polluants NEC (NO_x, NMVOC, SO₂) mais aussi pour les particules fines (inférieures à 2,5 µm, PM_{2,5}). Ce polluant est devenu problématique dans de nombreuses villes européennes et Bruxelles n'y fait pas exception. Des actions pour réduire ses émissions devront donc être décidées.

b) Les changements climatiques

Les émissions de GES de la Région de Bruxelles-Capitale, elles sont quant à elles limitées à +3,475% en 2010 par rapport à 1990, où les émissions étaient de 3.989 kilotonnes équivalents CO₂ (kt éq-CO₂). Ce qui fixe un plafond de 4.128 kt éq-CO₂ pour 2010.

Selon la même étude technico-économique citée précédemment, les émissions de GES pourraient atteindre en 2010, 5.368 kt éq-CO₂ dans un scénario de référence à politique inchangée. L'effort à réaliser pour respecter les engagements serait donc d'environ 1.200kt éq-CO₂.

Pour analyser la possibilité de combler ce déficit, l'étude a estimé le potentiel de réduction des émissions de GES à l'interne (hors utilisation des mécanismes flexibles du Protocole de Kyoto) via la mise en œuvre des prescriptions techniques du Plan. Ces prescriptions très ciblées concernent aussi bien le transport que l'énergie dans les logements et le secteur tertiaire, les processus industriels ou encore la pollution intérieure. Le potentiel de réduction de ces prescriptions atteindrait un peu plus de 200 kt éq-CO₂. Il reste donc un déficit d'environ 1000kt éq-CO₂ à combler. Ce résultat souligne l'importance des efforts complémentaires qui seront nécessaires pour remplir l'engagement Kyoto :

- Parmi ceux-ci figurent les prescriptions non techniques du Plan Air Climat. D'après une première estimation, il semblerait que ces prescriptions auraient un potentiel de réduction des émissions de 100 kt éq-CO₂. Une étude supplémentaire¹⁴³ est actuellement en cours afin de vérifier ces résultats.
- En matière de transport, on peut attendre un impact favorable d'une amélioration de la gestion du trafic, qui fait l'objet du Plan Régional des Déplacements Iris, actuellement en révision. Ce Plan stipule que le gouvernement bruxellois s'engage sur une réduction de -20% entre 1999 et 2010, ce qui, compte tenu de l'évolution attendue des émissions et compte tenu des engagements du fédéral en matière de biocarburants, représente un effort d'environ 100 kt éq-CO₂ par rapport au scénario de référence en 2010, soit 60 kt éq-CO₂ de plus que le plan Air-Climat.
- L'impact du plan bruxellois d'allocation de quotas de CO₂, des mesures additionnelles et des mesures fédérales pourrait représenter une réduction de l'effort de quelques 100 kt éq-CO₂.

Au vu de ces résultats, on remarquera que le scénario avec Plan Air Climat et Plan Iris ne permet toujours pas d'atteindre les engagements pris par la Région bruxelloise dans le cadre du Protocole de Kyoto.

En effet, le déficit restant à combler serait d'environ 700kt éq-CO₂.

4.5.6.4. Conclusion : un Plan "Energie viable"

Compte tenu de l'évolution des contextes juridique et politique et de l'insuffisance du Plan Air-Climat, notamment quant aux objectifs Kyoto, il apparaît clairement que celui-ci doit être mis à jour et renforcé. Cette possibilité est d'ailleurs envisagée dans la prescription 81 où il est stipulé que le rapport (d'évaluation) pourra également contenir soit des adaptations au Plan, soit, en fonction de l'ampleur des remarques, une demande de révision complète du Plan.

¹⁴² Econotec Consultants (2004) « Analyse technico-économique des prescriptions techniques du Plan Air-Climat de la Région de Bruxelles-Capitale », pour le compte de l'IBGE. 271 p.

¹⁴³ PriceWaterhouseCoopers et Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable (2005) « Analyse des comportements »

Il est donc impératif que des mesures complémentaires soient prises via un Plan Energie viable dont l'objectif premier serait une stratégie qui tend vers une « Région sans émissions de carbone » (No Carbon Region). Le Plan Energie viable devra se concevoir sur le moyen et long terme : 2005 à 2025 ou 2050, tout en se fixant des objectifs intermédiaires chiffrés et ambitieux.

L'énergie devrait y être abordée depuis la production jusqu'à la consommation, en :

- en produisant mieux par le biais de l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la production électrique et de la décentralisation de la production énergétique (cogénération et énergies renouvelables sur les sites de consommation) stimulées par le système des certificats verts ;
- en distribuant et transportant mieux par le biais de la décentralisation de la production énergétique mais aussi par la réduction des pertes de réseaux et le choix de modes de transports sûrs et plus doux ;
- en consommant mieux par la sensibilisation des citoyens et la modification des comportements individuels, la généralisation des produits à faible contenu énergétique (équipements, véhicules, bâtiments), la non-consommation de certains produits, le soutien à la consommation durable et l'utilisation rationnelle (ou rationnée) de la voiture.

Les résultats de ces actions dépendent de l'efficacité et du dynamisme des instruments mis en œuvre (légaux, économiques) mais aussi de l'(in)formation et du soutien actif à la recherche et l'innovation technologique en matière d'énergie verte. La Région stimulerait par ailleurs le développement et la création d'entreprises et de sociétés de service lui permettant de créer de l'emploi, d'augmenter ses parts sur le marché de l'énergie, d'accroître son expertise et de promouvoir son image de marque tant au niveau régional que dans ses relations extérieures.

Le prix de l'énergie se doit d'incorporer les coûts externes sociaux et environnementaux de la consommation d'énergie. Ainsi, les prix avantageraient la non/ faible consommation plutôt que la sur-consommation, sans toutefois pénaliser le développement d'activités économiques. Respectant ainsi le principe de l'équité sociale, le financement de ce plan devrait se réaliser par la constitution d'un fond Energie via une taxe ou redevance à la distribution en partie ou en intégralité retournée à la Région.

Il faudra par ailleurs que la révision du Plan "Air Climat" renforce les mesures concernant certains polluants, tels que les COVNM et les NOx dont les plafonds d'émissions seront probablement dépassés, les NOx qui posent également des problèmes lors des pics de pollution et, finalement, les particules qui dépassent les objectifs de qualité de l'air et dont les émissions seront bientôt limitées.

5. Les pics de pollution en RBC : leviers d'actions

5.1. Description des problèmes

En été, on assiste à des pics de pollution à l'ozone (O₃). Plusieurs conditions doivent être remplies pour que des concentrations importantes apparaissent dans les basses couches de l'atmosphère :

- le temps doit être ensoleillé (beaucoup d'UV) ;
- la température doit être suffisamment élevée (au moins 25°C) ;
- le vent est faible et de direction S, S-E ou E ;
- les oxydes d'azote (NO_x) et de composés organiques volatils (COV) sont présents dans l'air en quantité suffisante et selon une proportion précise.

Les pics de pollution hivernaux sont caractérisés par une dégradation générale de la qualité de l'air. Il s'agit d'une augmentation des concentrations dans l'air de nombreux polluants tels les oxydes d'azotes (NOx), les particules (PM10), le dioxyde de soufre (SO₂), le monoxyde de carbone (CO), le benzène (C₆H₆)

L'origine des valeurs émergentes plus élevées lors des épisodes hivernaux est climatique : la température ambiante conditionnant un accroissement des besoins en chauffage domestique et tertiaire et des conditions de mauvaise dispersion des polluants induisant les concentrations plus élevées dans la basse atmosphère.

- Les émissions de NOx liés au chauffage des bâtiments des secteurs logement, tertiaire et industrie entre le 1/11/ et 31/03 (5 mois) représentent en moyenne 71% des émissions annuelles liées au chauffage des bâtiments de ces secteurs, 61% des émissions annuelles liées à la consommation énergétique de ces secteurs et 21% des émissions annuelles régionales.
- L'augmentation des concentrations de polluants dans l'air est liée à des conditions météorologiques défavorables, à savoir, la conjonction de faibles dispersions verticales et horizontales. En effet, la présence d'une inversion thermique (les couches d'air inférieures plus froides que les supérieures) ne

permet les mouvements d'air verticaux, alors que des vents faibles ne favorisent pas les mouvements d'air horizontaux.

5.2. Objectif de santé publique

A côté des effets toxiques chroniques des polluants en concentration moyenne, la présence de polluants en concentration plus élevée peut être responsable d'effets plus immédiats sur la santé particulièrement au niveau de certains groupes à risque. Il importe dès lors d'éviter au mieux ces impacts environnementaux et sanitaires.

Outre cet objectif de santé publique au moment des pics de pollution, l'élaboration d'une stratégie de remédiation se doit de répondre à trois grandes nécessités d'actions :

- anticiper les situations de crise provoquées par des dépassements de normes (obligations légales)
- (ré) amorcer un débat avec le politique, les opérateurs et les citoyens sur la réduction du trafic routier et ses nuisances environnementales (Objectifs régionaux : NEC, Kyoto..)
- donner l'image d'une ville durable (cfr. expériences étrangères)

5.2.1. Différenciation des actions en été et en hiver

Contrairement aux mesures à prendre lors de pollutions hivernales, des mesures à court terme en été, telles que les limitations de vitesse ou de circulation, n'ont d'autre effet que la sensibilisation des automobilistes à la pollution qu'ils engendrent. En pratique, ces mesures ne provoquent qu'une très faible réduction des émissions des précurseurs directs de l'ozone.

A cause de la non-linéarité des processus qui génèrent ce polluant, les limitations de vitesse ou de circulation conduisent - pendant un épisode de pic - à un effet inverse de celui qui est attendu à savoir, une augmentation des concentrations en ozone. L'effet "week-end" en est un bel exemple : dans les villes d'Europe de l'Ouest, on mesure en moyenne plus d'ozone durant les week-ends que pendant les jours ouvrables alors que les émissions dues au trafic sont moindres

La mise sur pied d'un plan d'action limitant la circulation automobile uniquement lors de pics de pollution estivaux est donc à éviter. Par contre, une information et une sensibilisation de la population lors de ces pics et des mesures permanentes (tels le Plan Air Climat et le Plan Iris) peuvent apporter une solution à cette problématique estivale.

5.3. Obligations légales de mises en oeuvre de plans d'actions

5.3.1. Obligations européennes

En attendant la nouvelle directive intégrée, des actions sont à mettre en oeuvre lorsque les concentrations dans l'air des polluants dépassent les seuils fixés par les quatre Directives-filles de la Directive-cadre européenne 1996/62/CE concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant.

En fonction du polluant et seuil dépassé, les actions sont de nature et de niveaux différents.

En Région de Bruxelles-Capitale, lors des pics de pollutions hivernaux, les polluants qui dépassent ponctuellement les seuils imposés sont le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules en suspension (PM₁₀). Les autres polluants sont plus rarement au-dessus de leurs seuils.

Il importe donc se référer à la première Directive-fille 1999/30/CE. Celle-ci fixe :

- des valeurs limites pour le dioxyde de soufre (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂), les oxydes d'azote (NO_x), les particules en suspension (PM₁₀) et le plomb (Pb) dans l'air. Les valeurs limites pour les polluants en question doivent être respectées au :
 - 1er janvier 2005 pour SO₂, PM₁₀, Pb;
 - 1er janvier 2010 pour NO₂ et des valeurs plus restrictives pour les PM₁₀.
- de seuil d'alerte pour le SO₂ et le NO₂.

5.3.2. Valeurs limites européennes

Une valeur limite est un niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Pour le NO₂, la directive impose deux valeurs limites. Ces deux valeurs devront être respectées à partir du 1er janvier 2010 :

- 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur horaire; ne peut être dépassée plus de 18 fois par an ;
- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur moyenne annuelle.

Durant une période de transition, entre 2001 et 2005 ou 2010 pour le NO₂, le dépassement de la valeur limite d'une valeur supérieure à la "marge de dépassement" autorisée (un pourcentage de la valeur limite) entraînera l'obligation d'élaborer des plans d'actions détaillés. Ces plans doivent être communiqués à la Commission et à la population. Cette marge de dépassement diminue linéairement d'année en année et doit atteindre 0% au 1er janvier 2010.

Pour les PM₁₀, la directive impose deux valeurs limites.

Les deux valeurs qui devront être respectées à partir du 1er janvier 2005 :

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur journalière; ne peut être dépassée plus de 35 fois par an ;
- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur moyenne annuelle.

Les deux valeurs qui devront être respectées à partir du 1er janvier 2010 :

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur journalière; ne peut être dépassée plus de 7 fois par an ;
- 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur moyenne annuelle.

5.3.2.1. En cas de dépassements des valeurs limites

a) Plan à court terme

En cas de dépassement des valeurs limites, l'article 7§3 de la directive cadre précise que "Les États membres établissent des plans d'action indiquant les mesures à prendre à court terme en cas de risque de dépassement des valeurs limites et/ou des seuils d'alerte, afin de réduire le risque de dépassement et d'en limiter la durée. Ces plans peuvent prévoir, selon le cas, des mesures de contrôle et, lorsque cela est nécessaire, de suspension des activités, y compris le trafic automobile qui concourent au dépassement des valeurs limites."

La Région devrait disposer de ce plan d'actions.

La directive ne précise pas qu'il faut transmettre ces plans à la Commission ou les rendre publics au contraire du comité d'implémentation.

b) Plan à long terme

L'article 8§3 précise quant à lui que " les États membres prennent des mesures pour assurer l'élaboration ou la mise en œuvre d'un plan ou programme permettant d'atteindre la valeur limite dans le délai fixé. Ledit plan ou programme, auquel la population doit avoir accès, contient au moins les informations énumérées à l'annexe IV."

L'article 8§4 précise que "Dans les zones où le niveau de plus d'un polluant est supérieur aux valeurs limites, les États membres fournissent un plan intégré englobant tous les polluants en cause."

L'article 11 précise que l'état membre signalent à la commission :

5. l'apparition de niveaux supérieurs à la valeur limite augmentée de la marge de dépassement, les dates ou périodes auxquelles ces niveaux ont été observés et les valeurs enregistrées dans les neuf mois qui suivent la fin de chaque année. Lorsqu'il n'a pas été fixé de marge de dépassement pour un polluant déterminé, les zones et les agglomérations où le niveau de ce polluant dépasse la valeur limite sont assimilées aux zones et agglomérations visées au premier alinéa;
6. les raisons de chaque cas enregistré, dans les neuf mois qui suivent la fin de chaque année;
7. lui transmettent les plans ou programmes visés à l'article 8 paragraphe 3 deux ans au plus tard après la fin de l'année au cours de laquelle les niveaux ont été observés;
8. l'informent tous les trois ans de l'état d'avancement du plan ou programme;

Ce plan structurel concernant les dépassements de 2005 doit être transmis à la Commission le 31.12.2007.

5.3.3. Seuil européen d'alerte pour le NO₂

Le seuil d'alerte doit être déclenché quand on prévoit des concentrations en NO₂ supérieures à 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant 3 heures consécutives (mesuré au moins en 2 stations de mesures à Bruxelles sauf la station à Arts-Loi car elle est située à moins de 25 m d'un carrefour).

Un seuil d'alerte est un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine et à partir duquel les États membres prennent immédiatement des mesures conformément à la Directive 96/62/CE article 10.

"Lorsque les seuils d'alerte sont dépassés, les États membres garantissent que les mesures nécessaires sont prises pour informer la population (au moyen, par exemple, de la radio, de la télévision et de la presse). Les États membres transmettent également, à titre provisoire, à la Commission les informations relatives aux niveaux enregistrés et à la durée du ou des épisodes de pollution, trois mois au plus tard après qu'ils ont eu lieu. Une liste des détails minimaux à fournir à la population est établie en même temps que les seuils d'alerte."

Les informations minimales à communiquer au public en cas de dépassement du seuil d'alerte pour le dioxyde d'azote comprennent au minimum les données suivantes:

- date, heure et lieu de l'incident et raison du dépassement (si connue) ;
- prévisions;
- évolution des concentrations (amélioration, stabilisation ou aggravation),
- cause de la modification prévue ;
- zone géographique concernée ;
- durée du dépassement ;
- type de population susceptible d'être affectée par le dépassement ;
- précautions à prendre par la population sensible concernée.

5.3.4. Seuils belges d'information et d'alerte

En Belgique, les informations minimales exigées ci-dessus sont déjà données à partir d'un niveau plus bas que le seuil d'alerte, appelé « seuil d'information ». Un indice BelATMO¹⁴⁴ a été développé afin de caractériser le niveau de concentration atteint par 4 polluants : PM10, SO₂, O₃ et NO₂. Le seuil d'information est déclenché pour les indices BelATMO 6 et 7, ce qui correspond à un niveau de NO₂ de 110 à 199 µg/m³ en moyenne horaire.

CELINE donne également un « seuil belge d'alerte ». Il est fixé pour des indices BelATMO de 8, 9 et 10, c'est-à-dire à partir de 200 µg/m³ de NO₂, soit un niveau deux fois moindre que le seuil d'alerte fixé par la directive 1999/30.

Lorsque le seuil d'information est dépassé, un document est envoyé par fax aux différentes autorités fédérales, régionales, communautaires et à la presse. Les comportements individuels à adopter pour limiter la pollution y sont décrits.

5.3.5. Ordonnance Air

Le 22 mars 1999, le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale a adopté l'Ordonnance relative à l'évaluation et l'amélioration de la qualité de l'air ambiant, dite Ordonnance Air.

Dans ses articles 14, 17 et 18, l'Ordonnance Air prévoit que soit mis en œuvre un plan d'action à court terme et un dispositif d'information complémentaire lors de dépassements de seuils. Ce plan d'actions à court terme n'existe pas actuellement. Certains éléments de ce plan pourraient être conditionnés par des règles plus définies dans un arrêté, précisant notamment en terme de démonstration à fréquence définie de la praticabilité de la mise en œuvre de ces mesures opérationnelles.

5.3.6. Arrêté Tunnels

L'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 22 décembre 1994 complété par la circulaire d'application du 9 janvier 1997 concerne la qualité de l'air dans les tunnels.

L'article 6 de cette circulaire d'application intitulé « Mesures à prendre en cas de dépassements des seuils de pollution » prévoit que « Les mesures à prendre en cas de dépassement des valeurs-limites des concentrations de CO et de NO₂ doivent être fixées dans le cadre d'un plan catastrophe ». Ce plan « catastrophe » d'actions à court terme n'existe pas actuellement.

Le Plan Air Climat traite également de la problématique de la qualité de l'air dans les tunnels, la prescription 17 y est consacrée "Réglementer : la gestion opérationnelle de la pollution de l'air dans les tunnels". Certains éléments du plan « catastrophe » d'action à court terme pourraient être conditionnés par des règles plus formellement définies notamment en terme de démonstration à fréquence définie de la praticabilité de la mise en œuvre de ces mesures opérationnelles.

¹⁴⁴ En Région de Bruxelles-Capitale, l'indice BelATMO correspond au Pollumètre de l'IBGE.

5.4. Leviers d'actions

5.4.1. Partenariat inter- régional

L'origine climatique des pics de pollution induit un effet qui dépasse les frontières institutionnelles de la RBC. En utilisant les mêmes indicateurs de déclenchement de plans d'actions à court terme, ceux ci devraient dès lors être appliqués simultanément par Bruxelles et au moins les deux autres régions belges.

5.4.2. Information- Sensibilisation

Les nombreuses actions d'information du public sur les niveaux de pollution, induisent une prise de conscience demanderesse d'actions publiques plus radicales en matière de pollution atmosphérique.

Les éco-comportements suggérés aux citoyens lors des nombreuses campagnes de sensibilisation récurrentes ou événementielles ne constituent qu'un élément d'un panel d'actions à mettre en œuvre à tous les niveaux (de la stratégie mondiale Kyoto, en passant par la stratégie CAFE et les actions Air/Climat de la RBC).

5.4.3. LEZ : aménagement, gestion et contrôle

Le développement de « Low Emission Zone » tel qu'envisagé dans la plupart des grandes villes européennes implique, comme pour l'organisation des « journée sans voiture », une gestion concertée avec les acteurs :

- des aménagements publics des voiries (région, communes, fédéral)
- de la gestion de la mobilité (contrôle de la vitesse) et du stationnement (région, communes, zones de polices)
- des priorités d'accès en matières de sécurité et d'environnement (véhicules propres, performants (transports en communs..))

5.4.4. LEZ : réglementation

Afin de garantir le respect des normes environnementales, il importerait de fixer légalement :

- une garantie de la praticabilité de ces mesures en terme de démonstration à fréquence définie de la praticabilité de la mise en œuvre de ces mesures opérationnelles les jours de semaines
- un phasage des actions en fonction des niveaux de pollution atteints ou prévisibles
- les indicateurs de déclenchement des plans d'actions à court terme respectant les seuils d'alerte européens et ceux de l'arrêté « tunnels » de la RBC.

6. Recommandations d'actions de l'OMS pour protéger les enfants¹⁴⁵

Les enfants sont vulnérables et leurs besoins doivent être prioritaires :

- Les enfants sont vulnérables d'un point de vue physiologique, psychologique et économique.
- En grandissant dans un environnement " sain ", l'enfant devenu adulte sera plus enclin à faire des choix vers un environnement sain.
- Les investissements visant à améliorer les conditions sanitaires et environnementales des enfants sont bénéfiques pour l'ensemble de la société en évitant des dépenses futures.
- La Convention des Nations unies sur les droits de l'enfant (1989) traite spécifiquement des droits de l'enfant à s'exprimer librement, ses opinions devant être prises en considération eu égard à son âge et à son degré de maturité (article 12).

On constate une dépendance accrue à la voiture qui aboutit, pour les enfants, à de graves limitations dans le choix du mode de déplacement et à une baisse de l'activité physique

- Ce constat est le résultat des investissements massifs dans les infrastructures routières, de la forte hausse du trafic et de l'augmentation du nombre de propriétaires de véhicules et de son utilisation par les familles.
- L'expansion urbaine tentaculaire est intimement liée à une mobilité qui repose essentiellement sur l'utilisation de la voiture, et à la baisse du nombre des petits déplacements effectués à pied ou à bicyclette.

¹⁴⁵ Les effets du transport sur la santé des enfants ; Vers une évaluation intégrée des coûts et de la prévention" ; Résumé et messages clefs ; du Programme paneuropéen Transport, Santé & Environnement

- Les enfants sont les grands perdants des schémas de mobilité où la voiture est dominante, car moins d'occasions leur sont offertes de pratiquer une activité physique ou de choisir leur mode de déplacement.
- Le comportement des consommateurs - qui souhaitent des véhicules plus spacieux et plus rapides - neutralise les progrès réalisés par les technologies propres.
- Le manque d'investissements et de modernisation des infrastructures et du matériel roulant a abouti à la stagnation, voire à la baisse marquée des transports publics et du rail, notamment dans les pays d'Europe orientale, du Caucase et d'Asie centrale (EOCAC).

Les schémas de transport actuels et les tendances qui se dessinent à l'horizon constituent une menace non négligeable pour la santé et le développement des enfants

- La santé des enfants est à risque pour plusieurs raisons : accidents de la route, pollution de l'air, émissions de gaz à effet de serre, bruit et limitation des possibilités de marcher, faire du vélo ou autre activité physique extérieure en toute sécurité.
- Les schémas de transport actuels jouent un rôle majeur dans la mauvaise santé des enfants - accidents de la route et maladies respiratoires - et dans l'épidémie d'obésité infantile et de maladies adultes, telles que problèmes cardiovasculaires et ostéoporose.

Une mobilité saine fait la différence

- Une activité physique modérée d'au moins 30 minutes par jour réduit les risques de maladies graves, telles que les maladies cardiovasculaires, l'hypertension, les diabètes de type II et certaines formes de cancer, et contribue aussi au bien-être psychologique.
- Ce sont les sédentaires qui tirent le plus grand profit d'une activité physique modérée.
- Il faut répondre aux inquiétudes d'ordre sécuritaire en créant des infrastructures adaptées pour que les options de marche et de bicyclette soient réalistes (et non une excuse à l'inaction).
- Remplacer les déplacements en voiture par des déplacements à pied, à vélo et autres formes de mobilité à propulsion humaine ou par le transport public contribue à réduire la circulation, les émissions de gaz d'échappement et le bruit.

Donner la priorité aux considérations d'ordre sanitaire et environnemental dans le processus de prise de décisions afférent aux transports. Les décideurs devraient axer leurs efforts sur la mise en oeuvre de mesures hautement bénéfiques pour les enfants, mais aussi pour le reste de la société. Cela augmenterait ainsi l'efficacité et la durabilité des systèmes de transport. Politiques intégrées visant à rendre le transport des enfants plus convivial :

- Intégrer le concept d'une " mobilité bonne pour la santé des enfants " dans les transports et les politiques de transport mais aussi dans le développement d'infrastructures et dans l'aménagement des territoires. À cette fin, on pourrait développer des objectifs environnementaux et sanitaires spécifiques pour les enfants (réduction des victimes d'accidents de la route ou augmentation de l'activité physique).
- Mettre en place dans les écoles, y compris maternelles, des plans pour une gestion durable de la mobilité. Ces plans seront élaborés et mis en oeuvre avec l'aide des élèves, enseignants, associations de parents, autorités locales et transporteurs dans l'optique de favoriser, comme mode de déplacement domicile - école - domicile, la marche, la bicyclette et les transports publics aux dépens de la voiture.
- Donner la priorité à la réduction et au contrôle de la vitesse en instaurant une limite maximale de 30 km/h dans les zones résidentielles urbaines et des mesures de ralentissement des véhicules, de réduction de la circulation et de restriction d'accès aux véhicules motorisés, notamment aux alentours des écoles et des aires de jeux.
- Développer des politiques qui facilitent la réduction du recours systématique à la voiture et qui encouragent l'aménagement de zones résidentielles, commerciales, de loisirs et de tourisme sans voitures.

Outils qui soutiennent l'intégration de la question sanitaire et des besoins des enfants dans l'élaboration de politiques de transport et dans le processus de prise de décisions

- Utiliser des outils d'aide à la prise de décisions, tels que les évaluations de l'impact environnemental, les évaluations de l'impact sanitaire et les évaluations stratégiques sur l'environnement, pour que l'aspect sanitaire et environnemental soit au cœur des décisions de planification des transports et de l'aménagement du territoire.
- Les évaluations des impacts sur les enfants doivent compter parmi les outils utilisés pour mesurer les effets des interventions planifiées à l'échelon national, régional et local afin d'identifier les secteurs à

risque pour les enfants. Cette approche peut servir de base pour estimer les impacts sanitaires, les coûts et les avantages, et pour recommander des plans d'action et mettre en oeuvre les outils nécessaires.

- Entreprendre des études et des évaluations économiques et s'appuyer sur celles-ci pour évaluer et classer par ordre de priorité les avantages sécuritaires et sanitaires de la marche et du vélo lors de l'élaboration de politiques de transport Stratégies de sensibilisation, d'information et de communication :
- Lancer des programmes nationaux de sensibilisation sur une mobilité des enfants sans dangers, en mettant en avant les avantages du transport actif.
- Utiliser des stratégies de communication pragmatiques adaptées en fonction des groupes ciblés.
- Promouvoir un comportement plus écologique et plus responsable chez les conducteurs au travers de mesures qui les incitent à adopter un style de conduite qui respecte les enfants.

Mesures d'amélioration des infrastructures et planification

- Étendre et améliorer les infrastructures destinées aux cyclistes et aux piétons pour les rendre plus sûres et plus attrayantes.
- Améliorer et étendre les infrastructures et services de transport public, accroître la qualité des services et l'utilisation des parcs de véhicules à plancher surbaissé, et placer les transports publics au premier rang dans les schémas de circulation routière.
- Réformer les directives en matière de normes de conception et de planification d'infrastructures, de codes des transports et de zonages en fonction des besoins des enfants.
- Mettre en place des plans et des mesures d'atténuation du bruit, imposer des critères de bruit plus stricts pour les secteurs sensibles, comme les zones scolaires ou résidentielles, afin de minimiser les effets psychologiques du bruit mais aussi l'impact qu'il a sur l'apprentissage chez les enfants.

Mesures et normes techniques

- Réduire sensiblement les émissions de particules en incitant à l'installation sur les véhicules de filtres à particules, ou autres technologies adaptées, et renforcer les normes d'émission pour les véhicules motorisés, notamment pour les voitures particulières.
- Instaurer des mesures de sécurité éprouvées qui sauvent la vie des enfants : sièges-autos pour enfants, ceintures de sécurité, amélioration de la visibilité et casques.

Les enfants doivent être au coeur des programmes de recherche

- Accorder une plus haute priorité et un plus haut crédit aux évaluations et aux programmes de surveillance des menaces que posent les transports à l'environnement et à la santé des enfants. Il s'agit notamment de travaux de recherche épidémiologique sur la pollution atmosphérique et sonore, de recherches sur les effets cumulatifs et sur les liens avec les aspects psychologiques et sociaux, ainsi que sur les bienfaits des schémas de mobilité basés sur le transport actif.

La santé des enfants peut aussi être favorisée par des politiques générales fondées sur des instruments économiques et des interventions normatives

- Instaurer une gestion de la mobilité avec des schémas incluant le stationnement payant, des restrictions à la circulation et la priorité aux piétons, cyclistes et transports publics.
- Instaurer des limites et des contrôles de la vitesse. Appliquer un niveau d'alcoolémie au volant qui ne dépasse pas 0,05 g/dl.
- Réduire les émissions de gaz polluants en réduisant la circulation et en améliorant les technologies appliquées aux véhicules afin de satisfaire aux critères fixés par l'Union européenne en matière de plafonds nationaux d'émission de polluants atmosphériques.
- Renforcer les normes relatives aux émissions de polluants atmosphériques et aux émissions sonores pour tous les véhicules motorisés.
- Améliorer la sécurité des passagers et de tous les autres usagers de la route (piétons, cyclistes).
- Instaurer des contrôles d'entretien périodiques et améliorer les systèmes de contrôle des émissions à distance.
- Utiliser des mesures incitatives et les taxes sur l'énergie/CO₂ pour introduire les technologies qui économisent l'énergie.
- Établir des mesures fiscales incitatives pour l'utilisation des transports publics et de la bicyclette.

- Prendre en compte le prix des infrastructures routières : péages, frais de stationnement, crédit-voiture et prix de revient de l'achat d'un véhicule.
- Proposer des mesures incitatives pour les véhicules peu ou pas polluants (polluants atmosphériques et émissions sonores).

Les coûts individuels de la mobilité ne reflètent pas le coût total subi par la société. Les besoins de mobilité propres aux enfants et les coûts y afférents ne sont pas encore comptabilisés. Il est indispensable d'améliorer les évaluations économiques, de corriger les signaux des prix et d'inclure les coûts spécifiques aux enfants dans les évaluations économiques en vue d'internaliser les coûts et les avantages.

- Promouvoir et améliorer l'évaluation économique des effets du transport sur la santé des enfants, en y incluant les effets sanitaires négatifs tels que les émissions de gaz d'échappement et le bruit, mais aussi les effets positifs de la marche et de la bicyclette.

Il existe un besoin évident de redessiner les zones d'habitations et les infrastructures pour offrir un plus vaste espace propice au développement physique, mental et social des enfants. L'intégration de leurs besoins dans les processus de planification et de prise de décisions contribuerait à surmonter les effets ségrégationnistes et les écarts sociaux.

- Tenir compte des besoins des enfants lors de la prise de décisions relatives aux transports, aux zones d'habitations, à l'aménagement du territoire et à la planification d'infrastructures.
- Lors de la création de zone d'habitations et dans la gestion de la mobilité, placer les besoins et aspirations des enfants en tête des points de référence et adopter une approche participative en les impliquant dans ce processus.
- Rassembler tous les partenaires concernés autour de la mise en oeuvre ; créer de nouveaux partenariats avec des groupes d'intérêts qui travaillent en faveur des enfants.

L'intégration des besoins des enfants sous-tend une responsabilité partagée entre diverses familles : l'éducation, la santé, l'environnement, les secteurs des transports et de l'urbanisme ainsi que le secteur privé, l'industrie et la société civile

- Assurer une meilleure intégration des besoins des enfants et des exigences s'y rapportant dans les politiques concernées, et ce à tous les niveaux politiques (international, national et local).
- Intensifier les coopérations paneuropéennes et utiliser les accords internationaux, tels que le plan d'action CEHAPE (Children's Environment and Health Action Plan for Europe) de l'OMS, l'OMS/UNECE (Commission économique européenne des Nations unies), THE PEP (Programme paneuropéen Transport, Santé & Environnement), la stratégie européenne en matière d'environnement et de santé, comme des éléments moteurs pour adapter les politiques existantes à l'enfant et pour formuler de nouvelles politiques et actions.
- Renforcer le rôle des secteurs de la santé et de l'éducation, par exemple en étendant le concept d'"écoles saines" pour y inclure les trajets scolaires.
- Promouvoir la notion de responsabilité vis-à-vis de la santé des enfants et de l'environnement auprès des industriels (constructeurs automobiles, entreprises de transport public), des fournisseurs de transport et des planificateurs d'infrastructures.

7. Evaluation socio-économique de bonnes pratiques à l'étranger et transférabilité potentielle en RBC

En mai 2004, une étude visant à une Stratégie Environnement Mobilité (StEM)¹⁴⁶ a été menée par le bureau d'étude TMLeuven pour le compte de l'IBGE.

Dans un premier temps, le bureau d'étude a recherché et inventorié les pratiques de réduction du trafic les plus efficaces mises en œuvre dans d'autres pays européens. Les pratiques qui ont été retenues analysées sont les suivantes :

Expériences	Ville ou Pays
<u>Stationnement</u>	
Politique du stationnement	Bern
Politique du stationnement	Gand
<u>Plan de déplacement d'entreprises</u>	
Politique du stationnement des entreprises	Utrecht
Plan de déplacements d'entreprises	Heerlen
Plan de déplacements par quartiers	SchipHol
<u>Transports en commun</u>	
Transport en commun gratuit	Hasselt
Car-sharing	Bologne
Bande de circulation pour véhicules à haute occupation	Leeds
<u>Limitation du trafic</u>	
Péage urbain	Londres
Zone à trafic limité	Rome
Limitation des entrées du trafic lourd	Prague
Taxation du trafic lourd en fonction de la distance parcourue	Suisse

Pour chacune de ses expériences, l'analyse a consisté en une description technique, une évaluation des coûts financiers pour sa mise en œuvre, une estimation de la réduction de trafic et une description des effets socio-économiques de ces pratiques.

Dans un second temps, le bureau a étudié les possibilités de transposition de ces expériences étrangères en Région bruxelloise et cela en tenant compte des caractéristiques institutionnelles, socio-économiques et techniques de notre Région.

Une estimation du niveau de réduction du trafic qui peut être espéré en cas de mise en œuvre en Région bruxelloise a été donnée pour chacune de ces pratiques.

Ci-dessous, ces pratiques sont décrites par ordre décroissant d'efficacité.

7.1. Péage urbain

Le principe est d'installer des caméras de détection des plaques d'immatriculation aux entrées d'une zone définie et de prélever une taxe sur les véhicules motorisés entrant dans cette zone. La taxe serait modulée en fonction du type de véhicule (voiture, camion, moto...) et du jour et de l'heure (semaine / week-end ; heures de pointes / nuit). Des dérogations seraient attribuées aux riverains, transports en commun, personnes handicapées,...

Dans le cas où cette zone serait le Pentagone, l'étude identifie un potentiel de réduction du trafic dans la zone de -15 à -18%.

7.2. Zone à trafic limité (low emission zone)

Dans ce type de zone, la circulation et le stationnement sont interdits aux véhicules ne disposant pas d'un abonnement d'accès. Cet abonnement est offert aux riverains, aux personnes handicapées et aux transports en commun et est payant pour les autres personnes : le montant étant fonction de leurs activités dans la zone (banques, commerçants, médecins,...).

¹⁴⁶ Transport & Mobility Leuven (2004) "Verkennde en vergelijkende studie voor een mobiliteitsstrategie in functie van het milieu in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest", pour le compte de l'IBGE. 83 pages.

La personne qui s'abonne reçoit une carte magnétique à intégrer dans son 'unité embarquée' (petit boîtier électronique) qu'il place dans son véhicule. Lors de l'entrée du véhicule dans la zone à trafic limité, l'unité embarquée est détectée par des sondes placées en rue. En cas d'absence d'unité, une caméra photographie la plaque d'immatriculation, le contrevenant s'exposant ainsi à de fortes amendes.

La mise en place de ce type de système aux entrées du Pentagone pourrait faire réduire le trafic de -7 à -15%.

7.3. Politique de stationnement

Un nouveau règlement de stationnement (taxes ou redevance) est déjà en cours en Région bruxelloise. Toutefois certaines villes européennes vont plus loin dans leur politique :

- la tarification est très élevée et le stationnement est fortement limité dans le temps et dans l'espace
- des zones « park & ride » sont réalisées pour compenser la diminution du stationnement de longue durée
- les administrations limitent leurs propres emplacements de parkings. Les parkings dans les entreprises sont également limités et parfois même complètement interdits dans les nouvelles constructions
- des tableaux dynamiques indiquent aux automobilistes les parkings libres...

Une politique très stricte du stationnement est l'un des outils les plus efficaces pour réduire le trafic en ville. Toutefois, la corrélation entre la réduction du stationnement et la réduction du trafic est très difficilement calculable. L'étude ne s'hasarde pas à donner une estimation de cette pratique à Bruxelles.

Par contre, une autre étude, menée par le bureau Econotec, a eu pour but d'évaluer les bénéfices environnementaux et les coûts financiers de la mise en œuvre de plusieurs prescriptions du Plan Air Climat¹⁴⁷. Parmi ces prescriptions, celles consacrées aux politiques de stationnement (1, 2 et 3) ont, selon l'étude, le potentiel de réduire les émissions de :

- 11.000 tonnes d'équivalent-CO₂ ;
- 11 tonnes de composés organiques volatils ;
- 23 tonnes d'oxydes d'azote.

Outre cet avantage environnemental, une politique de stationnement stricte permettrait un gain de 30 millions d'euro par an aux communes bruxelloises, via les taxes et redevances. Un coût de 200 mille euro par an est estimé pour l'investissement et l'exploitation.

7.4. Plan de déplacements d'entreprises :

Les plans de déplacements d'entreprises (PDE) sont devenus également obligatoires en Région de Bruxelles-Capitale pour les entreprises de plus de 200 employés. L'objectif de ce chapitre de l'étude StEM était d'évaluer l'effet des PDE à l'étranger (plutôt que de voir la possibilité de l'importer en RBC). La réduction de trafic est fonction du nombre d'entreprises et de leur volonté à mettre en œuvre un PDE.

Comme pour la politique de stationnement, l'étude du Bureau Econotec² a également évalué les bénéfices environnementaux et les coûts financiers de la mise en œuvre des PDE. La réduction des émissions a été estimée à :

- 21.000 tonnes d'équivalent-CO₂ ;
- 38 tonnes de composés organiques volatils ;
- 74 tonnes d'oxydes d'azote ;

pour un coût de 82 millions d'euros à charge des entreprises (investissement et exploitation).

7.5. Bande de circulation pour les véhicules à haute occupation :

Une bande de circulation est affectée aux véhicules occupés par deux personnes au moins. Toutefois, cette pratique est essentiellement possible aux entrées de l'agglomération et nécessite donc une collaboration avec les autres Régions. Une première bande de ce type a été réalisée sur la bande d'urgence de l'autoroute E411 mais uniquement pour les bus du RER.

Cette technique a un potentiel de réduction plus faible que les précédentes stratégies et est difficilement estimable.

¹⁴⁷ Econotec (2004) « Analyse technico-économique des prescriptions techniques du Plan Air Climat de la Région de Bruxelles-Capitale », pour le compte de l'IBGE. 41 pages + 56 fiches.

7.6. Car-sharing

L'expérience de voiture partagée existe déjà à Bruxelles (Cambio). L'étude avait donc pour but d'estimer l'efficacité d'une telle pratique plutôt que d'envisager sa mise en œuvre en RBC.

Ici encore, si la technique est mise en place à elle seule, elle aura un effet très faible sur le trafic. Elle servira plutôt d'accompagnement à une ou plusieurs mesures plus strictes (stationnement, péages, ...).

Cette mesure est également très pertinente en terme de sensibilisation car le citoyen paie au moment de l'utilisation de la voiture et se sensibilise ainsi à un prix plus "vrai".

7.7. Limitation du trafic lourd routier

Le trafic lourd fait à lui seul l'objet d'une prescription (n°16) du Plan Air Climat. C'est à ce titre que l'étude StEM a analysé deux pratiques de réduction de ce trafic qui ont été expérimentées à l'étranger :

7.7.1. Limitation des entrées dans certaines zones

La restriction des camions de marchandises peut se réaliser grâce à la délimitation en ville de « zones à basses émissions » (LEZ, low emission zone). Ces zones sont interdites aux véhicules à partir d'un certain tonnage (par exemple 6 tonnes), sauf sur demande de dérogation (construction, livraison). L'objectif étant essentiellement la réduction du trafic de transit à travers des quartiers résidentiels. Les villes qui ont mis en place des LEZ ont constaté jusqu'à 85% de réduction de trafic de camion.

Un étude menée par le CRR¹⁴⁸ préfère proposer des itinéraires spéciaux dans Bruxelles pour les camions dépassant 3,5 t plutôt que de définir de zones interdites à ceux-ci. Ces itinéraires seraient balisés par des panneaux indicateurs particuliers pour l'ensemble de la Belgique.

7.7.2. Taxation en fonction des kilomètres parcourus

La taxation des véhicules de manière générale, et celle des camions en fonction de la distance parcourue en particulier, est une compétence fédérale. La mise en place de péages sur les autoroutes demanderait un accord de coopération entre les Régions et l'autorité fédérale.

Cette pratique a été réalisée en Suisse à concurrence de 0,01 euro par tonne par kilomètre parcouru. Au niveau national, cette taxe a permis une réduction du trafic lourd routier de 3 à 4% par an.

7.8. Transport en commun gratuit

L'étude StEM a évalué les effets de la gratuité des transports en commun à Hasselt sur la réduction du trafic. Bien que le bilan soit positif en terme de diminution de circulation de voitures particulières (-16%), certains effets non désirés sont apparus, notamment :

- une diminution de nombre de cyclistes (-12%) et de piétons ;
- une augmentation du nombre de passagers qui doit être compensé par une augmentation des fréquences des bus. Ceci entraîne une augmentation des kilomètres parcourus par les bus et donc des émissions ;
- une diminution des investissements au niveau des infrastructures du réseau.

La gratuité de la STIB devrait donc être finement analysée au préalable afin d'estimer si son bilan environnemental est positif.

7.9. Conclusion

Certaines pratiques mise en œuvre dans d'autres villes européennes sont des pistes intéressantes et efficaces qui devraient faire l'objet d'une étude particulière plus approfondie sur l'incidences qu'elles auraient en Région bruxelloise. Il s'agit par exemple de la création de péages urbains, de zones à trafic limité, de zones à basses émissions ou les transport en commun gratuit.

Par contre, d'autres expériences étrangères existent depuis peu à Bruxelles et doivent être mise en œuvre sur le terrain, améliorées ou même renforcées. Ces actions existantes sont la politique de stationnement, les plans de déplacements d'entreprise, le car-sharing, la création d'itinéraires pour poids lourds.

¹⁴⁸ Centre de Recherche Routière (2003) « Mise en œuvre des itinéraires pour poids lourds en Région de Bruxelles-Capitale », pour le compte de l'Administration des Equipements et des Déplacements.

Il faut noter que parmi les stratégies citées dans l'étude StEM, certaines sont reprises dans l'Accord de Gouvernement 2004 - 2009. En effet, le chapitre 5 « Bouger en ville » propose plusieurs pistes pour une réduction du trafic et notamment :

- l'accès gratuit au réseau de la STIB ;
- un prélèvement relatif à la circulation et au stationnement ;
- l'implantation de parkings de dissuasion ;
- un télé-jalonnement des parkings ;
- un centre de distribution urbaine et de parkings pour poids lourds.

8. Les péages urbains en détail

8.1. quelques exemples aujourd'hui¹⁴⁹

Stockholm, Londres, Melbourne, Singapour et de nombreuses villes des Pays nordiques ont mis en place, ou envisagent, des péages urbains en vue de récolter des fonds pour investir dans les transports publics ou pour enrayer la congestion toujours plus envahissante de leur centre-ville.

8.1.1. Stockholm

Un test de péage urbain « grandeur nature » au centre-ville de Stockholm sera conduit sur 6 mois, de début janvier à fin juillet 2006, puis soumis à référendum le 17 septembre prochain auprès des seuls habitants de la commune de Stockholm.

Fin janvier, les résultats étaient spectaculaires : la circulation a diminué de 25 à 30% en moyenne et plus aucun embouteillage n'a été observé. Selon les premières estimations, les automobilistes qui ont renoncé à passer dans le centre aux heures payantes se seraient convertis aux transports en commun à 60%, tandis que 20% auraient choisi d'autres routes, et que 20% auraient renoncé à leur déplacement (notamment télétravail), l'auraient différés ou se seraient déplacés autrement (notamment covoiturage).

Du côté des transports en commun qui assuraient déjà 73% des transports vers la zone centrale aux heures de pointe du matin, une hausse de 14% de la fréquentation a été notée. Faute de réserve de capacité du côté du métro, l'accent a été mis sur les bus : 197 nouveaux véhicules ont été achetés et 14 nouvelles liaisons radiales vers le centre depuis les banlieues.

8.1.1.1. Caractéristiques du centre-ville :

Le centre-ville correspond à quelques 34,5 km², soit 18% de la ville et 0,5% du département. Comme le cœur de Stockholm est pratiquement entouré d'eau, le nombre de portiques de péage à installer s'est limité à 18, sans devoir couper de routes d'accès au centre.

Le centre-ville concentre 60% des emplois de la ville et 33% de ceux du département. Parmi les 318.000 personnes qui y travaillent, 91.000 (29%) y habitent, et 227.000 (72%) s'y rendent tous les jours.

Le système de télépéage est un système de détection automatique des véhicules dotés d'un transpondeur à bord couplé à un système vidéo. Ce péage urbain s'applique à tous les véhicules (exception des véhicules de secours, des étrangers, des taxis, des véhicules d'handicapés, des véhicules écologiques) uniquement la journée dans la semaine (pas les week-ends ni jours fériés) et les tarifs varient selon l'heure (plus chers aux heures de pointe).

8.1.1.2. Coût de l'opération :

le coût total de l'opération se monterait à 410 millions d'euros, principalement pour la conception et l'exploitation du système de reconnaissance des véhicules (173 millions), l'amélioration de l'offre en transport en commun (76 millions) et pour l'infrastructure et la conduite du projet par la direction suédoise des routes (32 millions).

Le produit des péages pourrait se monter à 54 millions d'euros sur les 6 mois d'essai pour autant que la baisse de fréquentation ne soit pas trop forte. Ces recettes seront investies dans les infrastructures de la Région.

8.1.2. Londres

Le péage urbain mis en place à Londres en 2003 a atteint son premier objectif de réduction de la congestion dans l'hypercentre : le trafic entrant dans la zone a baissé de 18% en moyenne. Grâce à la diminution du trafic, la vitesse des bus a augmenté et le temps d'attente des passagers a été réduit d'un tiers. Si le principal but du péage était de réduire la congestion, les recettes devaient permettre de renforcer la desserte en transports publics. Mais les recettes n'étant pas à hauteur des espérances, plusieurs projets d'infrastructures ont été postposés. Si des places supplémentaires ont bien été proposées dans les bus pour faire face à l'augmentation de la demande, le métro qui accueille la majorité des nouveaux utilisateurs n'a pas fait l'objet d'efforts supplémentaires.

Quoiqu'il en soit, la décision a été prise de doubler l'étendue de la zone soumise à péage dès février 2007.

8.1.2.1. Caractéristiques de la zone à péage :

l'hypercentre, où sont installés les grandes entreprises et les bureaux gouvernementaux, correspond à près de 21 km², soit à peine 1,3% du Grand-Londres ; on dénombre 174 entrées.

¹⁴⁹ Les péages urbains gagnent du terrain ; Ville et transport magazine ; 1/02/2006

seulement 183.000 personnes vivent à l'intérieur de la zone mais 1 million de personnes viennent y travailler chaque jour

le système de télépéage est un système de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation basé sur la vidéo (688 caméras fixes ou mobiles). La taxe s'élève à 8 livres par jour pour entrer dans la zone, y circuler et la quitter autant de fois qu'on le souhaite. Les résidents habitant la zone ont droit à une réduction de 90% et plusieurs catégories de véhicules sont exemptés de péage (2 roues, taxis, véhicules de plus de 9 places, voitures propres, véhicules d'urgence, handicapés...).

8.1.2.2. Coût de l'opération :

le coût total de fonctionnement du système représentent plus de 60% des recettes.

Les Transport for London tablaient sur 130 millions de livres par an, or le péage n'en rapporte que 79 millions.

8.1.3. Melbourne

Le Melbourne City link est une des premières applications de télépéage multivoie DSRC en milieu péri-urbain. Mis en place en 200 pour financer 22 km de travaux permettant de connecter 3 des 4 artères majeures en périphérie de Melbourne. Aujourd'hui, plus de 500.000 comptes clients sont ouverts et chaque jour, le système (portique + badge détecteur à bord des véhicules) traite plus de 75.000 transactions. Par contre, le traitement des utilisateurs occasionnels par vidéo coûte cher.

8.1.4. Singapour

Depuis 1975, Singapour fait payer un droit d'accès pour pénétrer dans le centre des affaires. Le résultat du péage par vignette est une diminution de 45% de la circulation dans la zone entre 1975 et 1991 et un doublement de la vitesse moyenne aux heures de pointe (36 km/h). Le passage en 1998 au péage électronique a permis l'instauration d'une tarification modulée en fonction de l'heure et par passage. Ce nouveau péage électronique a permis de diminuer la circulation de 10 à 15% supplémentaires. La visée du péage est avant tout d'appliquer le principe du pollueur-payeur et non de prélever des fonds ; le nouveau système électronique ne génère d'ailleurs que 60% des recettes de l'ancien système de vignettes.

8.2. Le péage urbain en RBC : qui est compétent ¹⁵⁰ ?

Les politiciens et les médias ont souvent évoqué ces derniers temps la possibilité d'instaurer un système de péage aux portes de Bruxelles dans le but de financer le futur RER.

Quelle pourrait être la qualification juridique de ce type de péage: impôt ou redevance ?

8.2.1. Péage = redevance?

Le droit payé à l'occasion du passage de l'éventuelle barrière de péage (physique ou électronique) pourra être considéré comme une redevance si le montant payé correspond raisonnablement au prix de l'utilisation du réseau routier qui est ainsi ouvert à la circulation. Mais comment estimer de manière objective et définitive le coût de l'utilisation d'une parcelle du réseau routier ? Même si un calcul approfondi est effectué par des économistes en prenant en compte la plupart des coûts externes provoqués par la circulation automobile, en ce compris la pollution atmosphérique, il nous semble que le prix qui sera ainsi déterminé pourra toujours être contesté devant les cours et tribunaux.

Nous constatons donc, par ce cas d'espèce, que la distinction faite par la jurisprudence entre les notions d'impôt et de redevance, basée sur la notion de rétribution d'un service rendu à un particulier, est assez fragile et peut être confrontée à de sérieuses difficultés d'ordre pratique.

Quoiqu'il en soit, si le droit payé correspond au prix théorique et "raisonnable" de l'utilisation du réseau par chaque automobiliste pris individuellement, l'on pourra parler de redevance.

Quelles seront les autorités compétentes pour prélever ce type de redevances?

Dans quelle sphère de compétence matérielle tombe la notion de péage routier?

Les critères déterminants pour résoudre la question sont:

- s'agit-il d'une voirie régionale, provinciale ou communale?;
- le péage est-il situé en région de Bruxelles-Capitale?

¹⁵⁰ Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034)

Si la voirie sur laquelle se trouve le péage est une voirie régionale, l'autorité compétente pour établir la redevance est sans conteste la région. S'il s'agit d'une voirie provinciale, ce sera la province concernée. Mais s'il s'agit d'une voirie communale, la commune ne pourra intervenir vu qu'il s'agirait d'un exemple-type de prélèvement d'octroi, interdit par la loi.

Il est en réalité assez vraisemblable que le péage envisagé soit installé sur les grands axes rentrant dans la capitale, axes relevant de la catégorie des voiries régionales.

Le péage sera-t-il situé exclusivement en région de Bruxelles-Capitale? Ou sera-t-il situé aux portes de la région? Dans le premier cas, ce sera bien sûr l'autorité régionale bruxelloise qui sera théoriquement la première compétente pour régler la matière et, dans le second cas, les régions concernées, qu'elles soient deux ou trois, devront agir de concert.

Mais de toute façon, en réalité, quelle que soit l'hypothèse envisagée, la conclusion d'un accord de coopération entre les trois régions nous paraît nécessaire pour consacrer le principe de l'établissement de la redevance, afin:

- de garantir la cohérence et l'unicité du système mis en place (tarif unique, technique identique);
- de ne pas aller à l'encontre des divers principes fondamentaux que sont la libre circulation des marchandises, l'union économique, etc...(même et surtout si les éventuelles "barrières" de péages sont uniquement installées sur le territoire bruxellois);
- de veiller à la rémunération équitable des services rendus (usage de la voirie, accès à la ville).

L'État fédéral devrait idéalement être également associé à ce type d'accord vu sa compétence générale en matière de circulation routière.

Quelles seront les implications de cette qualification en tant que redevance?

- Le principe de l'établissement de la redevance devra être entériné par les diverses chambres législatives concernées mais l'appréciation des diverses modalités pratiques (technique utilisée, montant, variabilisation du montant en fonction du type de véhicule, de l'heure, etc...) relèvera des Exécutifs, moyennant habilitation préalable à ce propos de la part du législateur;
- Sa base légale sera notamment l'article 173 de la Constitution;
- La redevance ne doit pas être inscrite au budget de l'État et ne doit pas être votée chaque année.

8.2.2. Péage = impôt?

Si le but du péage est de financer d'autres politiques publiques que l'usage d'un réseau routier et si le montant prélevé semble plus élevé que le "service" rendu à l'automobiliste par l'ouverture de la route qui lui est ainsi barrée (barrière physique en cas de "péages à la française" ou symbolique en cas de péage automatique via un système d'enregistrement électronique installé par exemple sur les véhicules eux-mêmes), la taxe considérée rentrera dans la catégorie des impôts plutôt que dans celle des redevances.

Selon les déclarations politiques récentes, il semble en effet que l'un des objectifs de l'éventuel péage qui serait installé aux portes de Bruxelles serait de financer la construction et l'exploitation du futur RER.

Le but de la taxe ainsi prélevée serait également de décourager l'usage du réseau routier et de stimuler la reconversion des automobilistes navetteurs en fidèles usagers des transports en commun.

Si telle est bien la motivation des décideurs, et puisque la taxe ne correspondra plus au prix théorique d'un service rendu à un particulier mais bien à une nécessité d'ordre collective, le péage dans ce cas devra être qualifié d'impôt.

De quelles autorités relèvera-t-il ?

Ce genre d'impôt peut être soit fédéral ou régional.

Nous avons vu en effet que l'intervention des autorités en matière fiscale n'est pas gouvernée par l'exercice de leurs compétences matérielles mais plutôt sur base d'un principe "premier venu, premier servi". En effet, sauf si l'intervention de l'autorité vise à porter une pression trop importante sur l'exercice des compétences matérielles attribuées à une autre autorité, chacun des pouvoirs, fédéral ou régionaux, peut adopter une politique en matière fiscale là où un vide juridique existe pour le moment, ce qui est le cas en matière de péage.

Toutefois, il semble que ce soit l'État fédéral qui soit l'autorité la plus pertinente pour adopter ce genre de taxe, vu que l'argent collecté ne devrait pas bénéficier à une seule région, soit la région bruxelloise, mais bien à l'ensemble des régions et à l'État fédéral lui-même, s'il s'agit de financer par ce biais une nouvelle politique en matière de mobilité qui dépasse les frontières de notre capitale.

L'État fédéral pourrait en effet prélever l'impôt mais le redistribuer aux régions, en fonction des besoins à couvrir en matière de mobilité.

Si par contre, l'objectif du péage n'est pas de financer le RER mais simplement d'inciter les actuels automobilistes utilisateurs du réseau routier à se tourner vers les transports en commun existants, dans ce cas la Région bruxelloise pourrait agir seule, ou en concertation avec les autres régions.

Selon nous toutefois, le modèle idéal devrait être construit sur une concertation entre les régions et l'État fédéral car l'ensemble des parties a bien sûr intérêt à voir résoudre de manière cohérente les problèmes de mobilité auxquels la Région de Bruxelles et ses alentours sont aujourd'hui confrontés.

De plus, une intervention régionale sans concertation avec l'État fédéral risquerait de se voir pénaliser par la suite, vu que l'État fédéral peut toujours intervenir, quant à lui, dans une matière qui fait déjà l'objet d'une intervention fiscale de la part du pouvoir régional, s'il l'estime nécessaire.

Les communes ne nous semblent à nouveau pas habilitées à agir, vu l'interdiction légale qui leur est faite de prélever des octrois.

Quelles seront les implications de cette qualification en tant qu'impôt ?

- L'impôt nouveau devra être voté par les assemblées législatives concernées, tant en ce qui concerne le principe de son établissement qu'en ce qui concerne tous ses éléments constitutifs (taux, assiette...);
- Sa base légale sera notamment l'article 170 de la Constitution; - Ce vote devra avoir lieu chaque année;
- Un éventuel prorata de distribution des recettes récoltées devra être fixé par le législateurs pour répondre aux attentes des autorités concernées, prorata qui n'aura pas de lien nécessaire avec l'utilisation des routes mais qui pourrait être déterminé par les nouveaux besoins relatifs à la réorganisation des transports en commun.

8.2.3. Conclusions

Quoiqu'à priori nous pensions que le péage était une redevance puisqu'il semblait correspondre à la notion de rétribution d'un service rendu, soit la mise à disposition d'une parcelle du réseau routier, il nous semble, après réflexion plus approfondie, qu'il s'apparente en réalité à un impôt.

Ceci pour deux raisons:

- d'une part il semble très difficile de chiffrer le prix exact de l'utilisation d'un réseau routier et la notion de redevance nous semble perdre de sa pertinence dans le cas d'espèce, ou du moins témoigner de sa fragilité;
- d'autre part et surtout, l'instauration du péage répondra probablement à d'autres objectifs politiques que le simple financement de l'usage d'une voirie par des particuliers. L'objectif du nouvel impôt sans doute probablement la modification du comportement des navetteurs, en faveur d'une plus intense utilisation des transports en commun (moyennant adaptation de ceux-ci en conséquence) et une contribution à la récolte de fonds publics pour le financement du futur RER (contribution qui ne peut cependant, selon nous, être l'objectif prioritaire du péage, faute de quoi les autorités publiques verraient d'un mauvais oeil les diminutions de recettes dus à une moindre fréquentation des voiries concernées).

8.2.4. Dans tous les cas : non déductibilité fiscale

L'instauration de droits d'usage du réseau routier (péages), dans et/ou autour de Bruxelles pourraient utilement contribuer à stimuler les navetteurs à utiliser les transports en commun ou à ne pas choisir d'habiter loin de la ville.

Si l'on souhaite que le coût du péage se répercute sur le comportement du navetteur, il faut veiller à ce que celui-ci ne puisse déduire fiscalement ces frais supplémentaires ou se les voir rembourser par son employeur.

Il conviendrait dès lors:

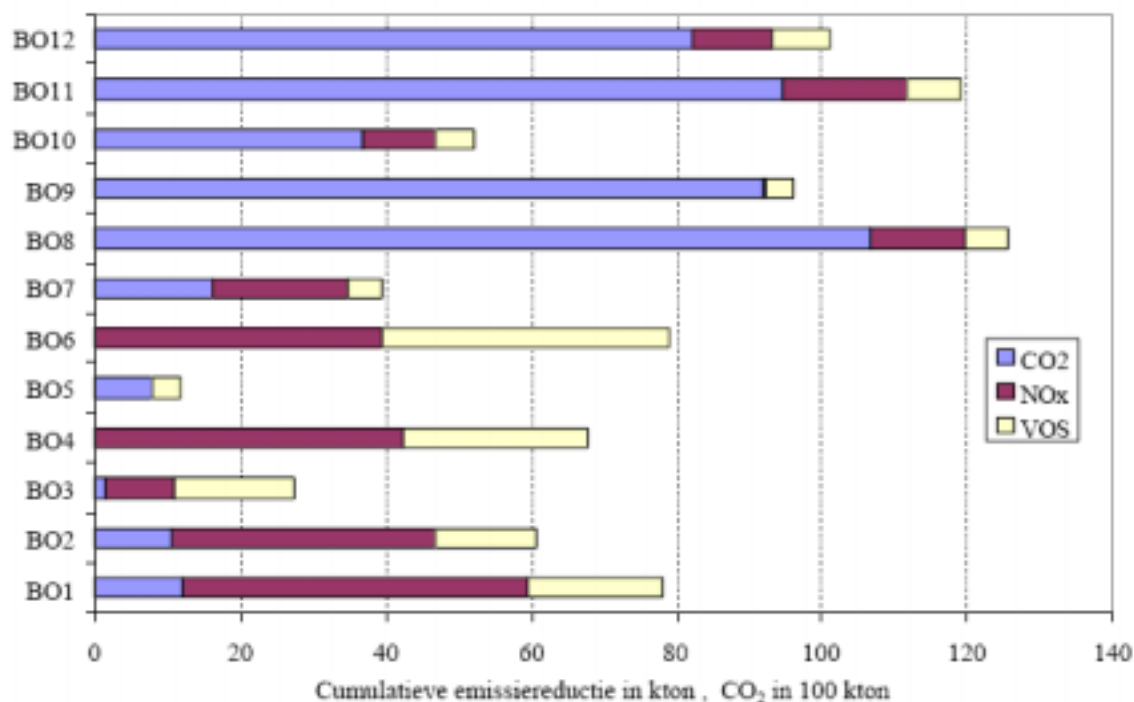
- de ne pas augmenter le forfait des 6 F/km pour les trajets effectués entre le domicile et le lieu de travail (art.50 CIR) : ne pas prévoir une augmentation spéciale pour les "victimes" du péage;
- de ne pas permettre la déduction de ce coût à titre de frais professionnels, pour les trajets effectués dans l'intérêt de la profession (art.66 CIR);
- de ne pas inclure dans les exonérations fiscales les éventuels remboursements de ces frais de péage par les employeurs (art.38 CIR).

9. Evaluation de certaines mesures en termes environnementaux, économiques, d'acceptabilité sociale et politique¹⁵¹

L'étude en question a analysé les impacts environnementaux, économique ainsi que l'acceptabilité sociale et politique de certaines mesures vers une mobilité durable :

- Beleidsoptie 1: versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen
- Beleidsoptie 2: versnelde introductie van milieuvriendelijke alternatieven
- Beleidsoptie 3: versnelde vervanging van oude personenwagens
- Beleidsoptie 4: conversie van bestaande voertuigen naar milieuvriendelijke alternatieven -retrofit
- Beleidsoptie 5: introductie van elektrische personenwagens
- Beleidsoptie 6: verbeteren van inspectie en onderhoud
- Beleidsoptie 7: meer milieuvriendelijke rijstijl
- Beleidsoptie 8: terugdringen van het autogebruik door meer carpooling en telewerken
- Beleidsoptie 9: terugdringen van het autogebruik door promoten van openbaar vervoer
- Beleidsoptie 10: terugdringen van het autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan
- Beleidsoptie 11: terugdringen van vrachtvervoer over de weg door spoortransport
- Beleidsoptie 12: terugdringen van vrachtvervoer over de weg door binnenvaart

9.1. Evaluation environnementale



De meest aangewezen beleidsopties om een CO₂-reductie van het verkeer te bekomen zijn:

- - een combinatie van telewerken samen met car pooling;
- - verschuiving van auto naar openbaar vervoer;
- - verschuiving van vrachtverkeer langs de weg naar spoor of binnenvaart.

De substitutie van korte autoritten door te voet en per fiets, doet het ook nog redelijk goed.

Met uitzondering van versnelde vervanging van oude personenwagens en de introductie van elektrische voertuigen, blijken technische maatregelen het best (realistische inschatting) om de NO_x-emissies van het verkeer verder te reduceren

¹⁵¹ Maatregelen in de transportsector voor de vermindering van CO₂ en troposferische ozon ; Eindrapport ; Août 2001 ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contract MD/67/030

Met uitzondering van de introductie van elektrische voertuigen, blijken technische maatregelen eveneens het meest geschikt om VOS-reducties in het verkeer te realiseren.

9.2. Evaluation économique

Tabel 16: Kosten (in miljoen euro) en kosteneffectiviteitsramingen van diverse maatregelen.

	Maatschappelijke kost			Private kost			Brandstof- besparing in kton	Eenhedsreductiekost - Euro/ton		
	Investering	Brandstof	Kost	Investering	Brandstof	Kost		CO ₂	NO _x	VOS
Beleidsoptie 1:										
Personenwagens	197	80	117	239	191	48	277	174	9788	24163
Minibussen	4	2,2	1,8	4,8	4,5	0,3	7,2	92	4258	27953
Bussen	11	3,3	7,7	13,4	6,8	6,6	11,8	246	2218	8101
Licht vrachtovervoer	23	13,2	9,8	27,8	26,7	1,1	43	86	3949	28244
Zwaar vrachtovervoer	169,4	38,8	130,6	205	78,5	126,5	137	359	4502	10581
Beleidsoptie 2:										
Personenwagens	950	34	916	1149	218	931	110	3426	167904	411213
Minibussen	11,4	1	10,4	13,8	2	11,8	3	1532	56460	367351
Bussen	23	3	20	28	6	22	11	661	5860	21742
Licht vrachtovervoer	77	5	72	93	11	82	17	1539	62469	453441
Zwaar vrachtovervoer	243	32	211	294	65	229	114	692	8208	20098
Beleidsoptie 3	629	24	605	762	58	704	63	3941	64790	36352
Beleidsoptie 4:										
Personenwagens	172		172	208		208	0 Nvt		6763	7791
Minibussen	4		4	4,8		4,8	0 Nvt		4258	27953
Bussen	11		11	13,4		13,4	0 Nvt		2218	8101
Licht vrachtovervoer	23		23	27,8		27,8	0 Nvt		3949	28244
Zwaar vrachtovervoer	126		126	153		153	0 Nvt		7508	42976
Beleidsoptie 5	1217	21	1196	1472	143	1329		1494 Nvt		310532
Beleidsoptie 6	1788		1788	2163		2163	0 Nvt		33463	25961
Beleidsoptie 7:										
1. Rijopleiding	102	195	-93	124	467	-343	663	no-regret	no-regret	no-regret
2. In car apparatuur	335	195	140	405	467	-62	663	86	7483	30013
Beleidsoptie 8	-6188	1145	-7333	-7487	2741	-10228	4375	no-regret	no-regret	no-regret
Beleidsoptie 9			-2961			-10049		no-regret	no-regret	no-regret
Beleidsoptie 10			nvt					no-regret	no-regret	no-regret
Beleidsoptie 11			-869					no-regret	no-regret	no-regret
Beleidsoptie 12			-1228					no-regret	no-regret	no-regret

opm.: nvt= niet van toepassing; no-regret: eenheidsreductiekost is negatief, zie § 2.7

Tabel 16 vat de maatschappelijke- en private kosten van alle beleidsopties samen. De meeste maatregelen impliceren een brandstofbesparing zodat de kosten kleiner zijn dan de investeringskost.

Globaal genomen scoren modal-shift maatregelen (beleidsopties 8 tot 12) veel beter dan de zuiver technologische maatregelen, ook wanneer deze maatregelen aanzienlijke investeringen vereisen.

Hierbij moeten we wel opmerken dat investeringskosten en brandstofbesparingen werden in rekening genomen, maar bijvoorbeeld niet de meertijd die nodig is om een versplaatsing te voet, met de fiets of met het openbaar vervoer te doen. Evenmin werd rekening gehouden met het consumentenverlies. Het consumentensurplus is het verschil in prijs tussen wat de consument bereid is te betalen voor een product (of dienst) en de prijs van het product (of dienst). Als het product (of dienst) duurder wordt, zal dit verschil verkleinen.

Van de technologische oplossingen scoren beleidsoptie 1 (Versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen), beleidsoptie 4 (Conversie van bestaande voertuigen naar milieuvriendelijke alternatieven), en beleidsoptie 7.2 (rijstijl via In-car apparatuur) redelijk.

De bekomen emissiereducties voor beleidsoptie 1 en 4 zijn echter niet duurzaam. Beleidsopties 2, 3, 5 en 6 kunnen als onredelijk duur worden beschouwd.

9.3. Acceptabilité sociale et politique

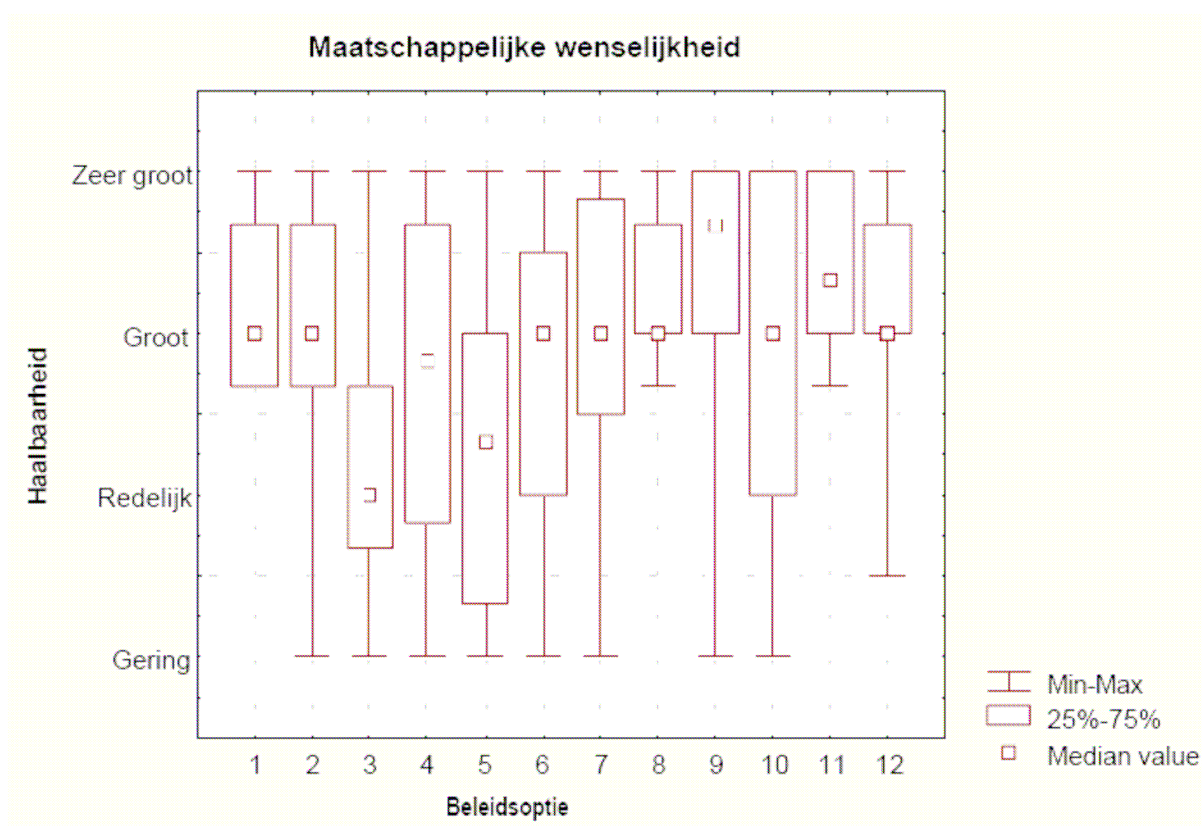
Geen enkele beleidsoptie valt op door zijn uitgesproken resultaat of dit nu in positieve of negatieve zin is. Er kan wel vastgesteld worden dat beleidsoptie 9 (Terugdringen van het autogebruik door promoten van het openbaar vervoer) zowel de meest maatschappelijk wenselijke als de meest politiek haalbare maatregel is in het hele pakket. In de Nederlandse studie van Veling en van 't Hoff [66] kwam men tot dezelfde conclusie. Ook hier vonden de respondenten het verbeteren van openbaar vervoer een van de belangrijke oplossingen voor de vermelde mobiliteitsproblemen.

Beleidsoptie 3 (Versnelde vervanging van oude voertuigen) en beleidsoptie 5 (Introductie van elektrische voertuigen) daarentegen, blijken het minst maatschappelijk wenselijk en politiek haalbaar.

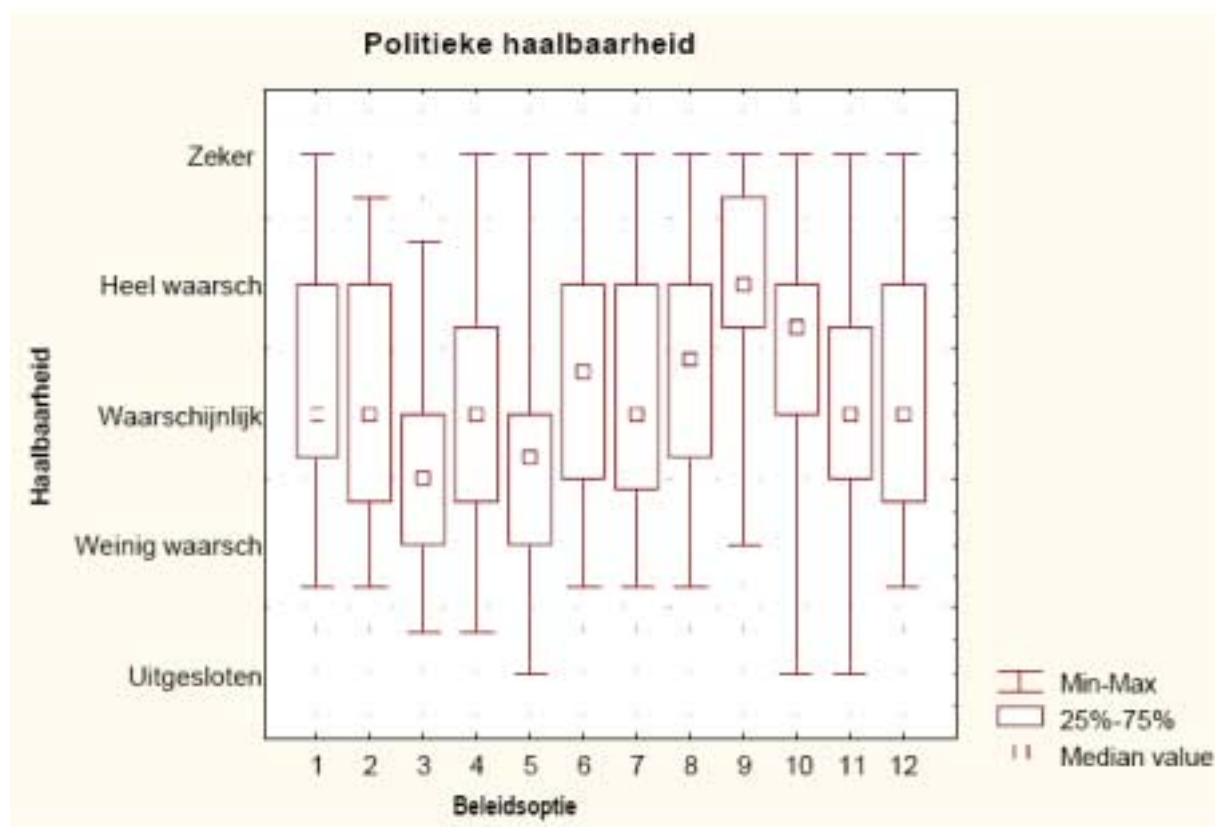
De andere beleidsopties hebben allemaal ongeveer dezelfde maatschappelijke wenselijkheid en politieke haalbaarheid.

Met uitzondering van beleidsopties 3 en 5, blijkt dat de maatschappelijke wenselijkheid en de politieke haalbaarheid in grote mate samen te lopen. In het perspectief van de implementeerbaarheid van de voorgestelde beleidsopties is dit een belangrijk gegeven omdat dit impliceert dat het maatschappelijke draagvlak aanzienlijk blijkt te zijn. M.a.w. de maatschappelijke aanvaardbaarheid van de beleidsopties blijkt geen probleem te vormen bij de politieke uitvoering.

Er dient beklemtoond dat deze resultaten niets zeggen over de effectieve implementeerbaarheid ten velde van de voorgestelde beleidsopties. Het ging bij deze bevraging slechts over een momentopname bij een aantal geselecteerde actoren. Het uiteindelijke succes van de beleidsopties en maatregelen in termen van reductie van de milieupact (CO₂ en ozon) van de transportsector, zal afhangen van een veelvoud van factoren die in deze bevraging vanzelfsprekend niet aan bod kwamen. Niettegenstaande dit blijkt uit deze enquête wel overduidelijk dat de beleidsopties die voorgesteld worden zowel maatschappelijk wenselijk als politieke haalbaar worden ervaren.



Figuur 10: Overzicht van de maatschappelijke wenselijkheid van de 12 beleidsopties.



Figuur 11: Overzicht van de politieke haalbaarheid van de 12 beleidsopties.

9.4. Conclusion : geïntegreerde evaluatie van de beleidsopties in de volgende rangschikking

+ Beleidsopties die goed scoorden:

- - Versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen;
- - Verbeterde inspectie en onderhoud;
- - Terugdringen van autoverkeer (woon-werk) door meer carpooling en telewerk.

+ Beleidsopties die matig tot goed scoorden:

- - Terugdringen autogebruik door meer openbaar vervoer;
- - Terugdringen vrachtvervoer over de weg door spoortransport;
- - Terugdringen vrachtvervoer over de weg door binnenvaart.

+ Beleidsopties die heel matig tot matig scoorden:

- - Conversie van bestaande voertuigen (retrofitting);
- - Meer milieuvriendelijke rijstijl
- - Terugdringen van autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan;
- - Versnelde introductie van milieuvriendelijke alternatieven.

+ De twee slechts scorende beleidsopties, waren:

- - Versnelde vervanging van oude personenwagens;
- - Introductie van elektrische auto's in stedelijke omgeving.

De lage rangorde van de optie 'retrofitting' ligt vooral in het feit dat dit maatregelen inhoudt die de CO₂-uitstoot niet of weinig beïnvloeden. Let wel, dat in de evaluatie de effectiviteit naar de reductie van deeltjes niet werd opgenomen. Deeltjes blijken evenwel de belangrijkste impactfactor te zijn van het verkeer op de volksgezondheid [3]. Retrofitting van dieselveertuigen mag dus niet uitgesloten worden.

Hoewel een aangepaste rijstijl een hoog emissiereductie potentieel bezit, scoorde de optie 'Meer milieuvriendelijke rijstijl' maar heel matig. Een gedragsverandering is immers niet evident. Bovendien werd deze

maatregel enkel voor personenwagens doorgerekend, een uitbreiding naar de overige voertuigcategorieën zou resulteren in hogere emissiereducties. Wenst men iets te doen aan het rijgedrag, dan zal dat hoogstwaarschijnlijk indirect moeten gebeuren via technologische hulpmiddelen, bv. in-car apparatuur, ISA (Intelligent Speed Adaptation), enz. Het kostenplaatje voor deze technologische oplossingen, is evenwel hoger dan voor een rijopleiding. De opvolging van de tips voor een aangepaste rijstijl kan evenwel laag liggen, vooral enkele jaren na de opleiding.

De matige score van de optie 'Verminderen van autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan', wordt verklaard door het beperkt aantal substitueerbare autokilometers (max. 5 %). De optie 'Versnelde vervanging van oude personenwagens' is niet interessant. Deze optie scoorde slecht en geeft enkel voor een korte periode effect. Ook bleek de economische en sociale haalbaarheid van deze optie heel laag.

Verder leert de studie dat in een globaal beleid (op internationaal, federaal en gewestelijk niveau) inzake vermindering van CO₂ en troposferische ozon door transport, de introductie van elektrische auto's geen geschikte optie is voor een tijdschhorizon tot 2010 à 2012. In hoeverre dat elektrische voertuigen op lokaal niveau kunnen bijdragen tot andere specifieke doelstellingen aldaar (reductie geluid, deeltjesuitstoot, ...) werd hier niet onderzocht, er worden hierover dan ook geen uitspraken gedaan.

9.4.1. Niet-technische maatregelen

Uit de voorliggende studie bleek dat maatregelen ter bevordering van modal-shift het best geplaatst zijn om het optimale beheer van de mobiliteitsvraag in te vullen.

De verschuiving van autogebruik naar openbaar vervoer bleek het meest sociaal haalbaar. Er moet dus dringend en continu werk gemaakt worden van een verbetering in aanbod, kwaliteit en betrouwbaarheid van het openbaar vervoer.

Carpooling en telewerken scoorde over de ganse lijn goed. Om carpooling aantrekkelijker te maken moeten in eerste instantie fiscale stimuli uitgewerkt worden. Hierbij kan gedacht worden om de meerrijders ook (gedeeltelijk) te vergoeden.

Het terugdringen van het fiscaal voordeel voor autosolisten is zeker een bijkomende stimuli. Verder moeten er meer carpoolparkings worden aangelegd, deze doen trouwens ook dienst als publiciteitstrekker. Daarnaast moeten bedrijven aangezet worden om carpoolen onder de werknemers te stimuleren. Dit onder meer door carpoolen een specifiek onderdeel van een bedrijfsvervoerplan te maken.

Voor het promoten van telewerken moet de overheid in eerste instantie de werkgevers aanmoedigen om open te staan voor deze nieuwe vorm van flexibiliteit voor de werknemers. Verder kan de overheid ondersteunende maatregelen uitwerken voor het stimuleren van satellietkantoren. Hierbij dient opgemerkt dat een Amerikaanse studie wijst op een gedeeltelijke opvulling van de vermeden kilometers door telewerk, door andere pendelaars die aangetrokken worden door de kortere reistijden en door een grotere spreiding van de bewoning wat resulteert in meer kilometers voor verplaatsing in de vrije tijd [69]. Er moeten dus maatregelen uitgewerkt worden om deze opvulling te minimaliseren. Dit geldt trouwens voor alle maatregelen die het wegverkeer afremmen

Om het fietsen en het te voet gaan te promoten moet het beleid onder meer volgende actiepunten bevatten:

- de aanleg van meer en veilige fietsstallingen, en mooie, veilige fiets- en voetpaden;
- het voorzien van goed uitgebouwde fietsherstellingsdiensten; - gratis of goedkoop vervoer van fiets op de trein;
- eventueel op bepaalde tijdstippen rijstroken vrijmaken enkel en alleen voor fietsers;
- het uitwerken van fiscale stimuli voor 'groene woon-werk' verplaatsingen.

Bij het promoten van het vrachtvervoer per spoor en binnenvaart, moet in de eerste plaats aandacht gaan naar de verdere uitbouw van gecombineerd vervoer voor goederenvervoer (gebruik van containers die deels per trein of schip en deels per vrachtwagen vervoerd worden).

Infrastructurele voorzieningen zijn hier belangrijk, evenals het uitwerken van onder meer fiscale stimuli voor bedrijven die een andere modi dan wegtransport stimuleren.

9.4.2. Technische maatregelen

Naast de bevordering van modal-shift zijn tevens technische maatregelen mogelijk.

Zo kan men op korte termijn fiscale maatregelen uitwerken voor voertuigen die reeds aan toekomstige (dus nog niet van kracht zijnde) wetgeving voldoen.

Een eerste maatregel die hieraan tegemoet komt, werd recent van kracht (augustus 2001).

Parallel moet een actieplan uitgewerkt worden voor alternatieve motorbrandstoffen en -aandrijvingen, die pas op langere termijn vruchten naar emissiereducties (incl. CO₂) zal afwerpen. In dit plan moet in eerste instantie de nadruk gelegd worden op onderzoek, ontwikkeling en demonstratie. Maatregelen die resulteren in een verbeterde inspectie en onderhoud van voertuigen zijn tevens zinvol in de strijd tegen de vervuiling door verkeer, maar deze blijken duur te zijn.

Op korte termijn kan men voor personenwagens denken aan een soort bonus-systeem zoals met het KB van 1998 werd ingevoerd voor bedrijfsvoertuigen.

Meer fundamentele maatregelen kunnen doorgevoerd worden om meer effect te hebben. Hier is een snel resultaat niet mogelijk, maar het zal wel resulteren in grote effectiviteit op langere termijn.

Een verbetering van de inspectie kan voornamelijk via de introductie van een nieuwe testmethode waarbij de huidige stationaire testen vervangen worden door een korte dynamische test. Hiervoor dienen investeringen in de respectievelijke inspectiestations te gebeuren. Tevens is er in Europa weinig of geen ervaring met het gebruik van deze testen binnen het inspectiegebied. Het opbouwen van deze ervaring in België in een proefproject is dan ook nodig om tot een functioneel gegeven te komen. De problemen bij de introductie van de roetmeting voor diesels enkele jaren terug toont deze noodzaak aan. Deze strengere keuring kan dan aanleiding geven tot een stimulans naar een bijkomend onderhoud, de aankoop van een nieuwe wagen (met lagere emissies) of naar het plaatsen van een nieuwe katalysator of roetfilter of conversie met lagere emissies.

Parallel dient de inspectie met behulp van het OBD (On Board Diagnostic)-systeem in het voertuig onderzocht en uitgewerkt te worden. Deze nieuwe technologie, die nu op nieuwe voertuigen wordt ingebouwd, biedt de mogelijkheid om zonder metingen continue de toestand van het voertuig op te volgen en onderhoud te laten uitvoeren op de momenten dat er iets fout gaat met de werking van het voertuig. Hierdoor ontstaat een instrument waardoor niet moet gewacht worden tot de eerste technische controle. De praktische haalbaarheid van het gebruik van OBD in dit kader en hoe het kan geïmplementeerd worden of hoe OBD moet evolueren, moet evenwel onderzocht worden. Over enkele jaren kan dit gegeven dan geïntegreerd worden in de wetgeving met betrekking tot de periodieke inspectie.

Hoewel de conversie van bestaande voertuigen naar meer milieuvriendelijke voertuigen (retrofitting) geen of weinig antwoord biedt op de CO₂- en ozonproblematiek, biedt dit alternatief goede perspectieven voor de beperking van deeltjes door het verkeer. Deze deeltjes zijn tevens van belang bij de mobiliteitsproblematiek, daar zij een belangrijke impact hebben op de volksgezondheid. Men moet weten dat in België al jaren een verdieselijking van het voertuigenpark plaatsgrijpt (bij aankoop gaat de voorkeur steeds meer naar diesel- dan naar benzinevoertuigen). Het uitrusten van dieselveertuigen met een roetfilter is dus positief voor de volksgezondheid. Op korte termijn is het haalbaar om conversie bij specifieke vloten en technologieën actief te ondersteunen. Hierbij moet in eerste instantie gedacht worden aan bussen en vrachtwagens.

Een versnelde vervanging van oude personenwagens is niet interessant. Deze optie heeft slechts over een korte periode effect. Ook blijkt de economische en sociale haalbaarheid van deze optie heel laag. Verder is het zo dat deze optie vooral bedoeld was om niet-katalysator voertuigen uit het verkeer te halen. Een 5-tal jaar geleden was deze maatregel misschien nuttig geweest. Nu is het te laat, want tegen 2008 rijden er geen (oude) wagens meer zonder katalysator.

Verder moet België het uitwerken van emissienormen voor treinen en schepen op de Europese agenda plaatsen.

9.4.3. Verandering van gedragspatronen

Het succes van bovenvermelde beleidsopties en maatregelen hangt in belangrijke samen met het gedrag van de burger.

Deze moet bewust gemaakt worden van het belang van een duurzame mobiliteit en samenleving, en van de rol die hij/zij daarin speelt.

Het stimuleren van alternatieven voor de auto en het vrachtvervoer over de weg moet hier zoals hoger reeds vermeld hoog in het vaandel worden gedragen.

De huidige acties inzake het sensibiliseren voor en het stimuleren van de aankoop van zuinigere en meer milieuvriendelijke voertuigen moeten uitgebreid worden.

Zeker als we weten dat er bij de aankoop van een voertuig nog steeds een trend is naar meer zware wagens en 4x4-voertuigen.

Een aangepaste rijstijl bezit een belangrijk potentieel voor de reductie van brandstofverbruik en emissies, daarom moeten er actiesplannen worden opgesteld die een aangepaste rijstijl stimuleren. Er kan hier gedacht worden aan specifieke rijopleidingen voor beroepschauffeurs en het inlassen van een gedeelte zuinig en ecologisch rijden in de huidige rijopleiding voor kandidaat automobilisten.

Zeker niet minder belangrijk is het sturen van de rijstijl via technologische middelen, zoals in-car apparatuur (snelheidsbegrenzers, cruise-control, on-board computers, black boxes) en ISA (Intelligent Speed Adaptation). Momenteel zijn verscheidende technologische ontwikkelingen aan de gang die onmiddellijk of op korte termijn hun marktintrede zouden kunnen doen. De interesse van bedrijven om zulke systemen te commercialiseren moet gestimuleerd worden.

In een volgende stap moet de burger gesensibiliseerd en gestimuleerd worden om deze technieken te gebruiken.

Parallel kan België op Europese fora pleiten voor Europese acties inzake het sturen naar een energiezuinige en ecologische rijstijl, dit kan gekoppeld worden aan acties veiliger verkeer.

Vanwege het toenemende comfort in voertuigen, is het nuttig om bestuurders te sensibiliseren voor een verantwoord gebruik van luxe accessoires.

Een verantwoord gebruik van airco's in voertuigen vormt hier een belangrijk actieterrein. Airco's kennen trouwens een grote opmars in voertuigen en het gebruik ervan kan resulteren in een aanzienlijk meerverbruik en verhoging van de emissies.

10. Analyse des coûts de scénarios de réduction des émissions du trafic routier en RBC¹⁵²

D'une façon générale, les mesures en faveur de transports soutenables peuvent être classées en trois catégories principales:

- Mesures «technologiques» visant à l'amélioration des paramètres d'émission du parc de véhicules circulant en introduisant de nouvelles technologies de véhicules (GPL ou électriques, par exemple), en encourageant le remplacement des véhicules les plus anciens ou en introduisant des carburants plus propres;
- Mesures encourageant le transfert modal vers des modes plus propres (transport en commun, vélo ou marche à pied);
- Mesures réduisant la demande de transport en agissant à long terme sur les options en matière d'aménagement du territoire, en développant le télétravail ou en limitant le trafic de certaines catégories de véhicules (transport de marchandises par exemple).

L'analyse des scénarios de réduction des émissions a été menée en référence à ces trois familles de mesures. Des mesures appartenant à chacune des catégories ont été évaluées du point de vue de leurs impacts sur les niveaux d'émissions.

L'ensemble des scénarios considérés et leurs effets sont résumés au Tableau II.9 pour les mesures techniques et au Tableau II.10 pour mesures relatives au transfert modal et à la réduction de la demande.

Dans ces tableaux, les émissions des principaux polluants pour la situation en 1998 sont repris comme situation de référence. Il s'agit des émissions calculées sur base de la méthodologie COPERT III qui propose également des facteurs d'émission pour les normes Euro III et IV. Ces émissions sont regroupées par type d'effet.

Sont distingués : les effets locaux (particules, SO₂ et CO) ; la pollution photochimique (NO_x et COV) ; l'acidification (SO₂ et NO_x) et le réchauffement global (CO₂, CH₄ et N₂O).

Pour les effets locaux et le réchauffement global, les émissions sont complétées par des estimations des coûts externes associés. Par rapport à cette situation de référence, les effets des différents scénarios considérés sont exprimés en % de différence.

Les principales remarques qui peuvent être formulées au terme de l'analyse menée sont reprises ci-dessous.

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 - et donc des effets observés aux niveaux local et régional - que le rajeunissement du parc automobile permet en théorie de réaliser. Dans ce cadre, l'élimination des véhicules pré-Euro (antérieurs à 1990) qui ne représentent que 37% du parc de véhicules légers mais qui sont responsables pour plus de 65% des émissions de ces véhicules s'avère être une mesure efficace pour l'amélioration de la qualité de l'air locale et régionale.

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 de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, nous avons en effet pu mettre en évidence que les technologies traditionnelles de véhicules (essence et diesel) même respectueuses des nouvelles 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.

¹⁵² Mobilité durable en région bruxelloise, SSTC - Programme "Mobilité durable" ; contrats de recherche MD/DD/012

Tableau II.9 : Evaluation des mesures techniques en terme de réduction de la pollution atmosphérique.

Actions sur la technologie des véhicules												
Cas de référence 1998	Parc total		Trafic léger (voitures particulières et camionnettes)						Autobus		Camions	
	Euro IV	Rempl. Pré-Euro	Thermiques Diesel Euro III	LPG 10%	Electriques 10%	50-20-5	Hybrides 10%	PAC* 10%	GNC 10%	PAC* 10%	GNC 10%	
Effets locaux												
Emissions [tonnes]												
Particules	288	-83,6%	-29,1%	-37,1%	-4,7%	-6,3%	-8,6%	-6,3%	-6,3%	-0,4%	-0,4%	-2,1%
SO ₂	183	1,6%	1,6%	-1,4%	-6,1%	-7,4%	-10,0%	-7,4%	-7,4%	-0,3%	-0,3%	0,0%
CO	18.286	-86,9%	-55,7%	-0,8%	-5,2%	-9,6%	-14,0%	-9,6%	-9,6%	0,0%	0,0%	-0,1%
Coûts externes [M€]	882	-83,4%	-29,0%	-37,0%	-4,7%	-6,3%	-8,6%	-6,3%	-6,3%	-0,4%	-0,4%	-2,1%
Pollution photochimique												
Emissions [tonnes]												
NOx	4.167	-76,9%	-31,5%	-4,8%	-5,0%	-5,7%	-7,3%	-6,2%	-6,3%	-0,5%	-0,6%	-1,3%
COV	2.200	-90,9%	-65,4%	-2,4%	-7,5%	-8,5%	-13,4%	-16,3%	-16,4%	-0,1%	-0,1%	-0,3%
Total précurseurs	6.367	-81,7%	-43,2%	-4,0%	-5,8%	-6,7%	-9,4%	-9,7%	-9,8%	-0,4%	-0,4%	-1,0%
Acidification												
SO ₂	183	1,6%	1,6%	-1,4%	-6,1%	5,6%	7,9%	-7,4%	-7,4%	-0,3%	-0,3%	0,0%
NOx	4.167	-76,9%	-31,5%	-4,8%	-5,0%	-5,7%	-7,3%	-6,2%	-6,3%	-0,5%	-0,6%	-1,3%
Réchauffement global												
Emissions [tonnes]												
CO ₂	719.619	2,9%	2,9%	-1,1%	-6,7%	-5,8%	-7,9%	-3,5%	-3,4%	0,0%	-0,1%	0,0%
CH ₄	172	-58,6%	-23,9%	0,0%	-0,2%	-9,2%	-13,7%	-9,0%	-9,0%	0,0%	-0,1%	0,0%
N ₂ O	68	23,7%	23,7%	0,0%	-2,8%	-9,0%	-11,7%	-8,6%	-8,6%	0,0%	0,0%	-12,1%
Total [CO ₂ -eq]	744.208	3,2%	3,4%	-1,1%	-6,5%	-5,9%	-8,0%	-3,6%	-3,6%	0,0%	-0,1%	0,0%
Coûts externes	1,8	3,2%	3,4%	-1,1%	-6,5%	-5,9%	-8,0%	-3,6%	-3,6%	0,0%	-0,1%	0,0%

*PAC : Pile à combustible.

En ce qui concerne spécifiquement le trafic léger, l'analyse a pu mettre en évidence que l'introduction de véhicules électriques, hybrides ou à pile à combustible avait des effets potentiels importants en terme de réduction des dommages au niveau local, régional et global.

Si au niveau local, les trois technologies offrent des avantages comparables, les véhicules hybrides et à pile à combustible s'avèrent plus intéressants en terme de réduction des émissions de gaz précurseurs d'ozone et responsables de la pollution acide alors que les véhicules électriques ont, dans l'état actuel du développement des technologies, un bilan plus favorable en terme de réchauffement climatique.

Une introduction plus importante des véhicules purement électriques - notamment dans le centre-ville - grâce à une politique d'accompagnement efficace permettrait de réaliser des bénéfices environnement encore plus importants comme le montre les résultats du scénario « 50-20-5 » au Tableau II.9.

Tableau II.10 : Evaluation des mesures non-techniques en terme de réduction de la pollution atmosphérique.

	Cas de Référence 1998	Transfert modal		Action sur la demande	
		VP vers Bus 10%	Vélo +1%	Personnes -10%	Marchandises -10%
Effets locaux					
Emissions [tonnes]					
Particules	288	-2,4%	-0,6%	-5,6%	-31,4%
SO ₂	183	-4,3%	-0,7%	-7,0%	-19,5%
CO	18.286	-8,9%	-0,9%	-9,2%	-5,9%
Coûts externes [M€]	882	-2,4%	-0,6%	-5,6%	-31,4%
Pollution photochimique					
Emissions [tonnes]					
NOx	4.167	-1,6%	-0,8%	-8,2%	-28,6%
COV	2.200	-7,3%	-0,8%	-8,4%	-12,2%
Total précurseurs	6.367	-3,5%	-0,7%	-7,0%	-21,6%
Acidification					
Emissions [tonnes]					
SO ₂	183	-4,3%	-0,7%	-7,0%	-19,5%
NOx	4.167	-1,6%	-0,8%	-8,2%	-28,6%
Réchauffement global					
Emissions [tonnes]					
CO ₂	719.619	-5,4%	-0,8%	-7,6%	-16,0%
CH ₄	172	-8,1%	-0,9%	-9,2%	-8,5%
N ₂ O	68	-8,5%	-0,9%	-8,8%	-7,4%
Total [CO ₂ -eq]	744.208	-5,5%	-0,8%	-7,6%	-15,7%
Coûts externes [M€]	1,8	-5,5%	-0,8%	-7,6%	-15,7%

RÔLE POTENTIEL DES TECHNOLOGIES ET DES CARBURANTS COMME « OUTILS DE PROGRÈS » DE LA MOBILITÉ DURABLE

1. Contexte

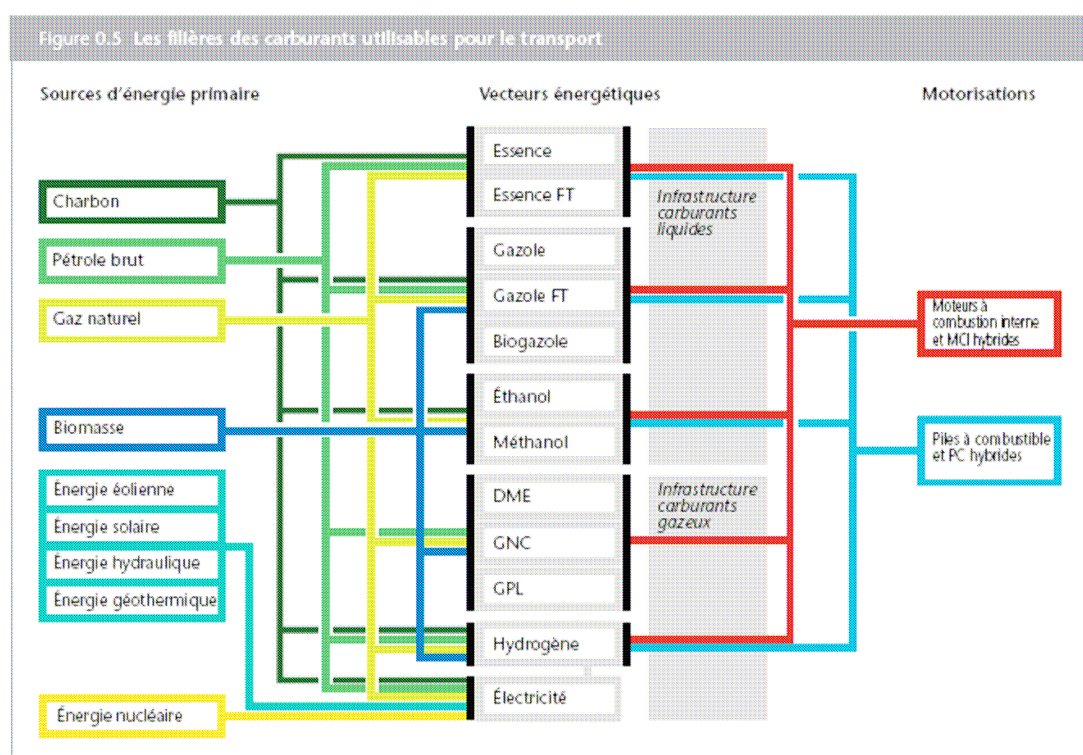
Le transport est un des acteurs responsables de la pollution atmosphérique. Une voiture peut-elle cependant être considérée comme propre ? Consommatrice d'énergie et de matériaux, elle ne peut se faire propre au sens intégral du terme à moins de ne plus exister. Le terme "propre", appliqué à l'automobile respectueuse de l'environnement, doit donc être compris comme une notion relative par rapport aux autres véhicules, à des normes fixées et par rapport à un objectif de minimisation de l'impact et des rejets¹⁵³.

Les transports, et particulièrement l'automobile, sont actuellement entièrement dépendants des combustibles liquides fossiles. Leur caractère stratégique nécessite de mener une politique de diversification des approvisionnements, d'économie d'énergie et de substitution. Plusieurs filières sont ainsi directement concernées soit comme complément (gaz de pétrole liquéfié, gaz naturel pour les véhicules, électricité, biocarburants agricoles) soit comme solution globale d'avenir (pile à combustible, biomasse...).

L'impact des rejets de l'automobile sur le climat, quant à lui, dépend pour l'essentiel des émissions de gaz à effet de serre, soit dans le cas de l'automobile celles de CO₂. Pour diversifier le bouquet énergétique, plusieurs possibilités peuvent être envisagées :

- augmenter la part des sources d'énergies renouvelables ;
- développer des biocarburants et encourager la compétitivité de la filière ;
- appuyer l'utilisation des véhicules hybrides et électriques et la recherche sur les piles à combustible et l'hydrogène.

La figure ci-dessous illustre la variété des sources d'énergie primaires, des vecteurs énergétiques et des motorisations utilisés de nos jours dans les véhicules routiers ou objets de recherches pour une éventuelle utilisation future.



¹⁵³ MM. Christian CABAL et Claude GATIGNOL - OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES - RAPPORT sur « Définition et implications du concept de voiture propre » - décembre 2005

2. Normes de produits et techniques de dépollution

2.1. Normes de produits à l'émission des véhicules

2.1.1. Véhicules légers

Les émissions des gaz d'échappement des voitures et des véhicules utilitaires légers sont réglementées par la directive 70/220/CEE et ses modifications successives (74/290CEE, 77102/CEE, 78/665/CEE, 53/351/CEE, 88/76/CEE, 88/436/CEE, 89/458/CEE, 89/491/CEE, 91/441/CEE- EURO I, 93/59/CEE, 94/12/CEE - EURO II, 96/69CEE et 98/69/CE - EURO III et IV)

La dernière modification de la directive 70/220/CEE réduit en deux étapes (2000 et 2005) les valeurs limites de certains polluants pour les nouveaux modèles de véhicules légers.

Les tableaux qui suivent présentent les valeurs des normes Euro pour les voitures personnelles, les véhicules utilitaires légers, les véhicules utilitaires lourds ainsi que pour les deux-roues.

Tableau : Limites d'émissions des véhicules légers essence - Normes EURO en g polluant / km

	EURO I - 1992	EURO II - 1996	EURO III - 2000	EURO IV - 2005
HC	0,66*	0,34*	0,2	0,1
NOx	0,49*	0,25*	0,15	0,08
NOx + HC	1,13	0,7	0,56	0,3
CO	3,16	2,3	2,2	0,5

**ces valeurs n'étaient pas imposées par les normes mais peuvent être considérées comme valeurs d'émissions de ces années-là*

Tableau : Limites d'émissions des véhicules légers essence - Taux de réduction à atteindre par rapport à la norme Euro I

	EURO I - 1992	EURO II - 1996	EURO III - 2000	EURO IV - 2005
HC	100%	48%	70%	85%
NOx	100%	49%	69%	84%
NOx + HC	100%	38%	50%	73%
CO	100%	27%	30%	84%

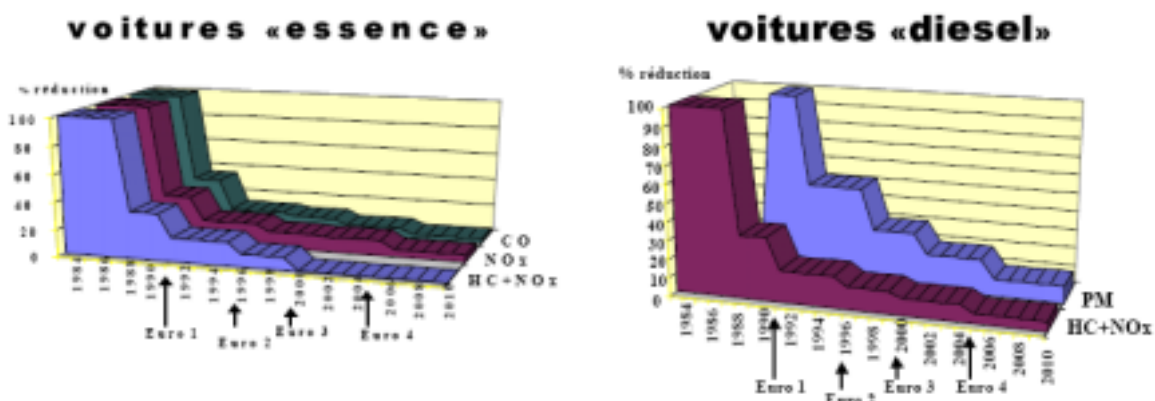
Tableau : Limites d'émissions des véhicules légers diesel - Normes EURO en g polluant / km

	EURO I - 1992	EURO II - 1996	EURO III - 2000	EURO IV - 2005
NOx	78*	73*	0,50	0,25
NOx + HC	1,13	0,50	0,50	0,50
Particules	0,18	0,08	0,05	0,03
CO	3,16	1,00	0,64	0,50

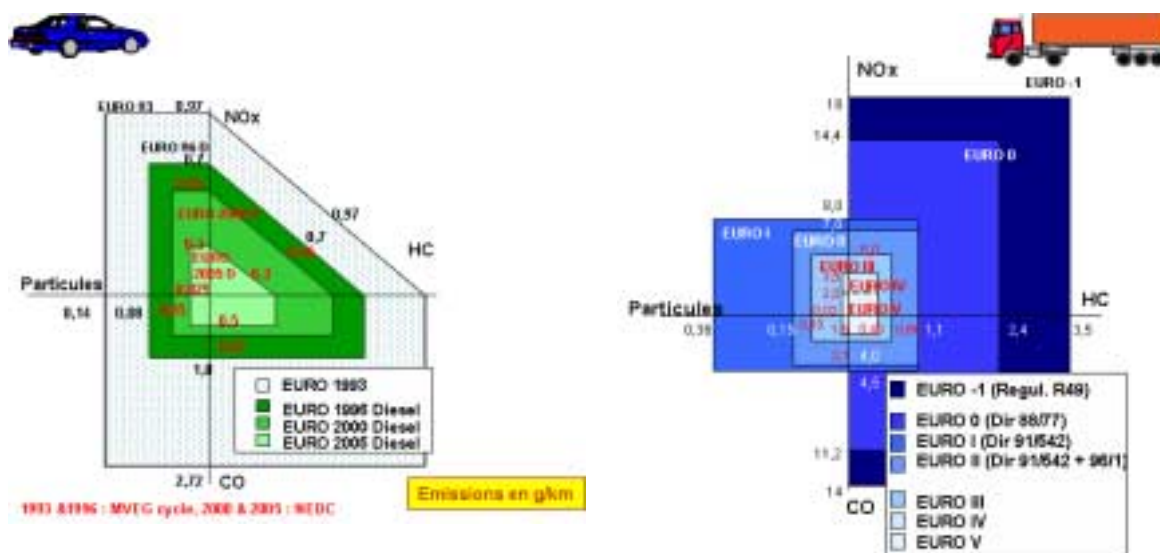
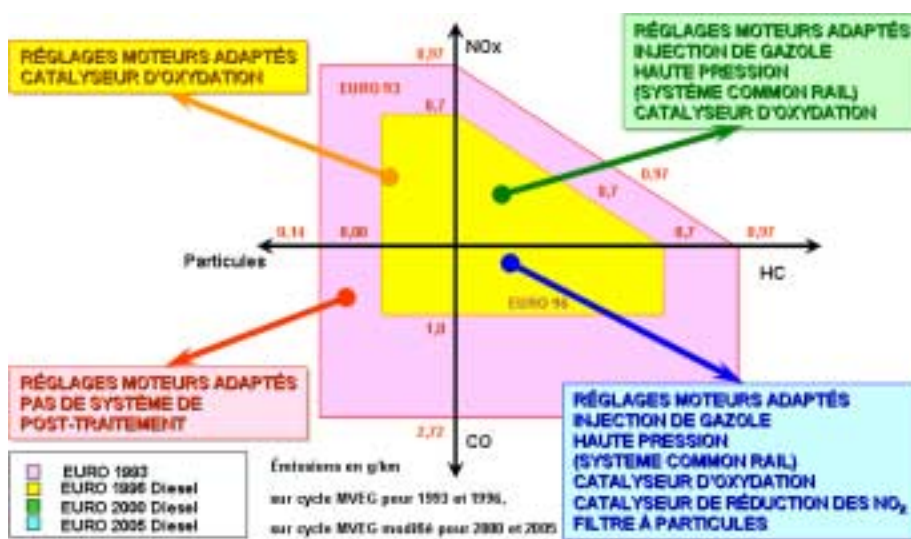
**ces valeurs n'étaient pas imposées par les normes mais peuvent être considérées comme valeurs d'émissions de ces années-là*

Tableau : Limites d'émissions des véhicules légers diesel - Taux de réduction à atteindre par rapport à la norme Euro I

	EURO I - 1992	EURO II - 1996	EURO III - 2000	EURO IV - 2005
NOx	100%	6%	36%	68%
NOx + HC	100%	56%	56%	56%
Particules	100%	56%	72%	86%
CO	100%	68%	80%	84%



Les normes diesel sont détaillées ci-dessous :



2.1.2. Véhicules lourds

Les émissions des poids lourds sont réglementées par la directive 88/77/CEE et ses modifications successives : La directive 91/542/CEE introduit de nouvelles valeurs pour les émissions de CO, HC, NOx et particules. Les normes sont introduites en deux étapes

- 91/542/CEE stage 1 (01/07/1992)

- 91/542/CEE stage 2 (01/10/1995)

La directive 1999/96/CE (EURO III) fixe des valeurs limites d'émissions devant entrer en vigueur en 2000 et 2005, ainsi que des limites plus strictes pour les émissions de NO_x devant entrer en vigueur en 2008.

Tableau : Normes EURO pour véhicules utilitaires lourds

Normes (année)	Type de test	Masse de CO g/kWh	Masse d'HC g/kWh	Masse de NMHC g/kWh	Masse de CH ₄ g/kWh	Masse de NO _x g/kWh	Masse de PM g/kWh	Fumées m ⁻¹
A (2000)	ESC + ELR	2,1	0,66			5,0	0,10 0,13	0,8
	ETC	5,45		0,78	1,6	5,0	0,16 0,21	
B1 (2005)	ESC + ELR	1,5	0,46			3,5	0,02	0,5
	ETC	4,0		0,55	1,1	3,5	0,03	
B2 (2008)	ESC + ELR	1,5	0,46			2,0	0,02	0,5
	ETC	4,0		0,55	1,1	2,0	0,03	
C EEV	ESC + ELR	1,5	0,25			2,0	0,02	0,15
	ETC	3,0		0,40	0,65	2,0	0,02	

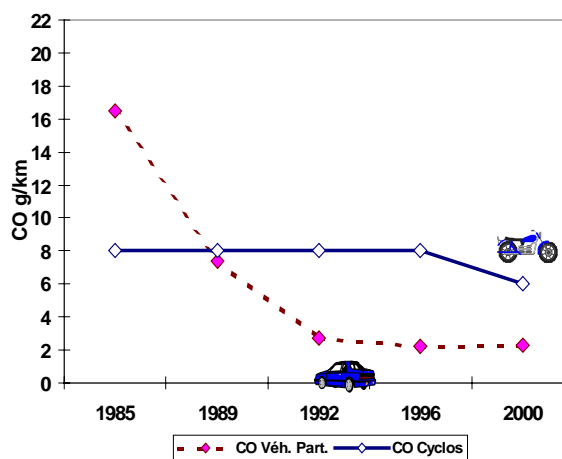
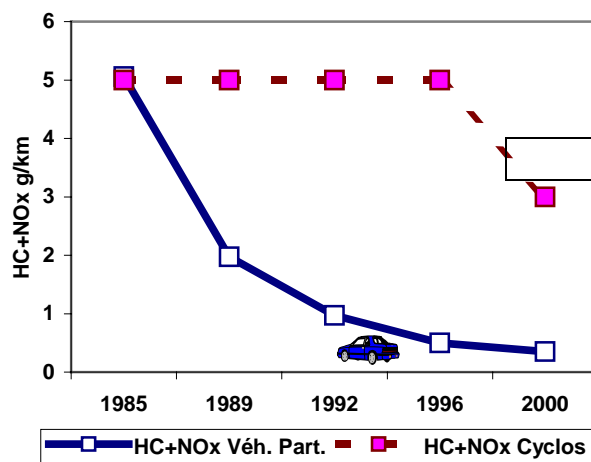
ESC : test en situation statique

ETC et ELR : test en situation changeante

Source : Directive 99/96/CE modifiant la Directive 88/77/CEE

2.1.3. Deux roues

La réglementation des émissions des deux roues n'est pas aussi contraignante que celles des voitures légères.



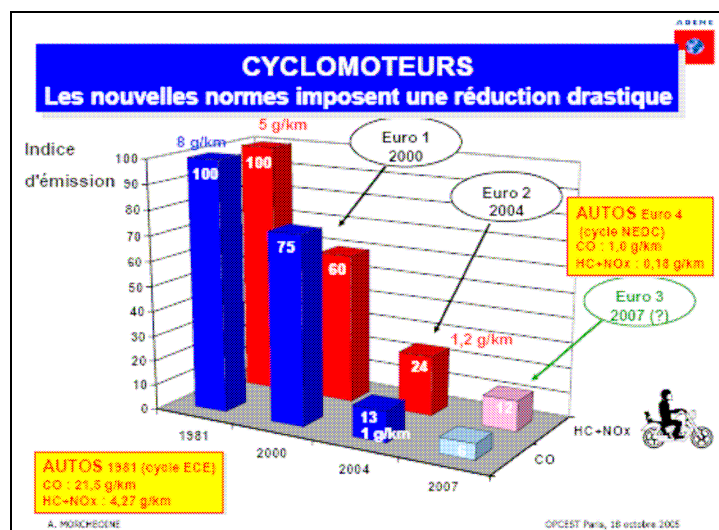


Tableau : Normes EURO pour véhicules à deux ou trois roues en g/km

Catégorie		Masse de CO	Masse de HC	Masse de NO _x
Valeurs limites applicables aux motocycles (deux roues) pour la réception et la conformité de la production				
A	I (< 150 cc)	5,5	1,2	0,3
(2003)	II (≥ 150 cc)	5,5	1,0	0,3
B	I (< 150 cc) (UDC, à froid) ¹	2,0	0,8	0,15
(2006)	II (≥ 150 cc) (UDC+EUDC à froid) ²	2,0	0,3	0,15
Valeurs limites applicables aux tricyles et quadricycles pour la réception et la conformité de la production (allumage commandé)				
A (2003)	Tous	7,0	1,5	0,4
Valeurs limites applicables aux tricyles et quadricycles pour la réception et la conformité de la production (allumage par compression)				
A (2003)	Tous	2,0	1,0	0,65

1 : Cycle d'essai ECE R40 avec mesure des émissions dans les six modes (début d'échantillonnage à T=0)

2 : Cycle d'essai ECE R40+EUDC (mesure des émissions dans tous les modes et début de l'échantillonnage à T=0) à la vitesse maximale de 120 km/h ; Sources : Directive 2002/51/CE modifiant la Directive 97/24/CE

2.1.4. Les futures des normes Euro V

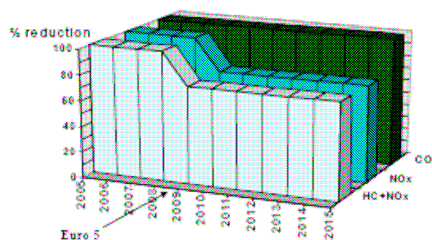
D'ici à 2008 les évolutions technologiques permettront une réduction très importante des émissions de particules de moteurs diesel par la généralisation des filtres à particules (FAP).

En revanche, la technologie de post-traitement, dite « pièges à NO_x », des oxydes d'azote ne sera pas suffisamment aboutie ou fiable pour permettre une réduction des NO_x aussi spectaculaire que sur les particules.

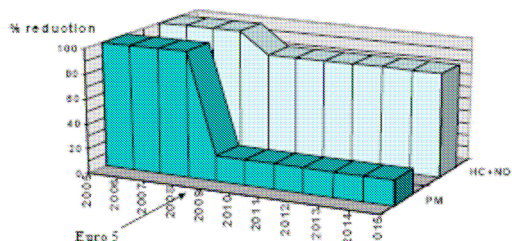
Les objectifs de la norme viseront deux domaines principaux :

- les oxydes d'azote (NO_x) pour les véhicules essence :
réduction de 25 % des émissions d'oxydes d'azote portant la limite à 60 mg/km au lieu de 80 et de 25 % celle des hydrocarbures (HC) en fixant la norme à 75 mg/km au lieu de 100.
- les particules (PM) et les oxydes d'azote (NO_x) pour les véhicules diesel :
 - Réduction de 80 % de la masse maximale de particules émises par les moteurs diesel, faisant passer la limite de 25 à 5 mg/km. Cette nouvelle norme conduira à la généralisation rapide des filtres à particules « fermés » - technologie PSA -, c'est-à-dire permettant de réduire les émissions de toutes les tailles de particules.
 - Réduction de 20 % des émissions de NO_x, portant la limite à 200 mg/km au lieu de 250. Cette évolution devrait pouvoir être atteinte par des évolutions internes des moteurs.

Euro 4 → Euro 5 – Voitures “essence”



Euro 4 → Euro 5 – Voitures “diesel”



2.2. Normes de produits sur la qualité des carburants

Afin de réduire les émissions atmosphériques polluantes, la législation européenne concernant la composition des carburants essence et diesel limite les teneurs en soufre, plomb, benzène et hydrocarbures.

Tableau : Normes EURO pour les carburants

	Soufre mg/kg		HC oléfines % v/v		HC aromatiques % v/v		HAP % m/m		HC benzène %
	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
Euro I	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Euro II	165	400	10	/	39	/	/	/	2,1
Euro III	150	350	18	/	42	/	/	/	1
Euro IV	50	50	18	/	35	/	/	/	1
Euro V	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Source : Directive 98/70/CE

Autrement dit, la directive 98/70/CE impose depuis 2005 :

- une teneur en soufre dans l'essence de 0.005% en poids de carburant
- une teneur en soufre dans le diesel de 0.005% en poids de carburant
- une teneur en benzène dans l'essence < 1% en volume de carburant (à définir)
- une teneur en COV dans l'essence de 35% en volume de carburant
- une teneur en HAP dans le diesel < 11% en poids de carburant (à définir)

La directive 96/62/CEE quant à elle interdit l'essence avec plomb à la vente depuis le 01.01.2000.

2.3. Normes sur la limitation des fluides frigorigènes et climatisation

Une directive européenne devait être adoptée avant fin 2005 (approuvée par le Conseil en octobre 2004). Elle imposera la limitation des fuites de fluide frigorigènes et l'abandon progressif du R134a et son remplacement par deux gaz : le CO₂ et le R152a. Elle s'appliquera aux véhicules particuliers et aux utilitaires légers (masse inférieure à 1 205 kg).

Ainsi, à partir du 1er janvier 2007 pour les nouveaux types de véhicules et du 1er janvier 2008 pour tous les véhicules neufs, le fluide frigorigène utilisé devra avoir un PRG¹⁵⁴ inférieur à 150 ou un taux de fuite inférieur à 40 g/an ou 60 g/an pour les doubles évaporateurs.

A partir du 1er janvier 2011, la climatisation de tous les nouveaux types de véhicules et du 1er janvier 2017, de tous les véhicules neufs, devra utiliser un fluide frigorigène dont le PRG est inférieur à 150.

2.4. Techniques de post-traitement¹⁵⁵

Contrairement aux technologies agissant directement sur le moteur, et qui cherchent à empêcher la formation de polluants à la source, les techniques de post-traitement agissent sur les polluants au niveau de l'échappement, c'est-à-dire entre le moment où ils quittent le moteur et celui où ils sont rejetés dans l'atmosphère. Les systèmes de post-traitement peuvent prendre diverses formes: convertisseurs catalytiques, filtres à particules et autres systèmes permettant de réduire les NO_x, c'est-à-dire de les convertir en oxygène et azote.

¹⁵⁴ Potentiel de réchauffement du globe.

¹⁵⁵ Etude VUB, CEESF pour le compte de l'IBGE, Schone voertuigen, VERSLAG WP1, "Definitie van het begrip Schone Voertuigen"

2.4.1. Les convertisseurs catalytiques

Ils assurent une fonction de dépollution des gaz d'échappement en diminuant les composants polluants présents dans les gaz d'échappement.

Ils consistent en une boîte métallique placée sur le dispositif d'échappement d'un véhicule. A l'intérieur de celle-ci se trouve l'auto-catalyseur, un substrat céramique ou métallique avec un enrobage actif contenant de l'alumine, du cerium ainsi que d'autres oxydes et combinaisons de métaux précieux - platine, palladium et rhodium. Le substrat peut être protégé des vibrations et des chocs par une céramique résiliente ou un « manteau » métallique.

On peut distinguer principalement les catalyseurs d'oxydation et trois voies.

Le catalyseur à trois voies permet de traiter simultanément les émissions de HC, de CO et de NOx. Ce type de catalyseur ne peut fonctionner efficacement que si le dosage du mélange air/combustible est piloté de manière extrêmement précise, et en tout cas beaucoup plus précise que ce n'est le cas pour le catalyseur d'oxydation. Le catalyseur trois voies fonctionne dans un système en boucle fermée (closed loop) comprenant une sonde lambda, ou oxygène, pour réguler le rapport air/carburant sur les moteurs à essence. Le catalyseur peut alors oxyder simultanément CO et HC en CO₂ et en eau tout réduisant les NOx en azote. Il se trouve, indirectement, à l'origine du développement de dispositifs sophistiqués, tels les systèmes de carburation perfectionnés, les systèmes d'injection monopoint ou encore les centrales de commande électroniques. Malheureusement, les conditions qui doivent être réunies pour que les catalyseurs à trois voies fonctionnent efficacement font qu'ils ne peuvent être utilisés sur les véhicules diesel.

Les catalyseurs trois voies sont également sensibles au plomb. Un plein accidentel avec de l'essence plombée affectera légèrement, mais durablement, l'efficacité du système.

Pour pouvoir respecter les normes, la plupart des véhicules à essence actuels sont équipés d'un catalyseur trois voies. Toutefois, dans la mesure où les catalyseurs classiques n'atteignent leur rendement optimal qu'à chaud (c'est-à-dire après avoir été réchauffés pendant plusieurs minutes par les gaz d'échappement brûlants), les véhicules catalysés peuvent encore émettre en début de parcours (moteur froid) de grandes quantités de polluants. Comme la plupart des déplacements motorisés sont relativement brefs, les émissions totales produites « à froid » peuvent donc atteindre des niveaux élevés. Pour remédier à ces imperfections, on a commencé à mettre au point des modèles perfectionnés, tels les catalyseurs à double lit et réchauffés, permettant de réduire de 50% supplémentaires les émissions de NOx et de CO et de 85% supplémentaires celles de HC.

Les catalyseurs d'oxydation convertissent le monoxyde de carbone (CO) et les hydrocarbures imbrûlés (HC) en dioxyde de carbone (CO₂) et en eau ; et diminuent la masse des émissions de particules diesel, mais ont peu d'effet sur les oxydes d'azote et le nombre de particules.

Si le véhicule est correctement entretenu et le moteur alimenté par de l'essence sans plomb pour éviter « l'empoisonnement » du catalyseur, ces réductions peuvent être considérables. Pour des moteurs diesel, l'installation d'un catalyseur d'oxydation peut fournir une réduction de 60 à 90% respectivement. Les suies également peuvent être réduite de 50%. L'un des principaux atouts du catalyseur d'oxydation est sa capacité à éliminer, de manière sélective, certains des composés les plus nocifs rejetés par le moteur, tels que les aldéhydes, les hydrocarbures réactifs et les hydrocarbures polycycliques.

2.4.2. Les pièges à NOx

Le filtrage généralisé des émissions de NOx est un progrès indispensable pour les moteurs diesel. Les pièges à NOx adsorbent et stockent les NOx dans des conditions pauvres. Une approche typique est d'accélérer la conversion de NO en NO₂ en utilisant un catalyseur d'oxydation de telle sorte que le NO₂ peut rapidement être stocké sous forme de nitrate sur des oxydes minéraux alcalins. Un bref retour à un fonctionnement stoichiométrique ou riche pour une ou deux secondes est suffisant pour désorber les NOx stocké et fournir les conditions pour qu'un convertisseur trois voies conventionnel placé en aval détruise les NOx.

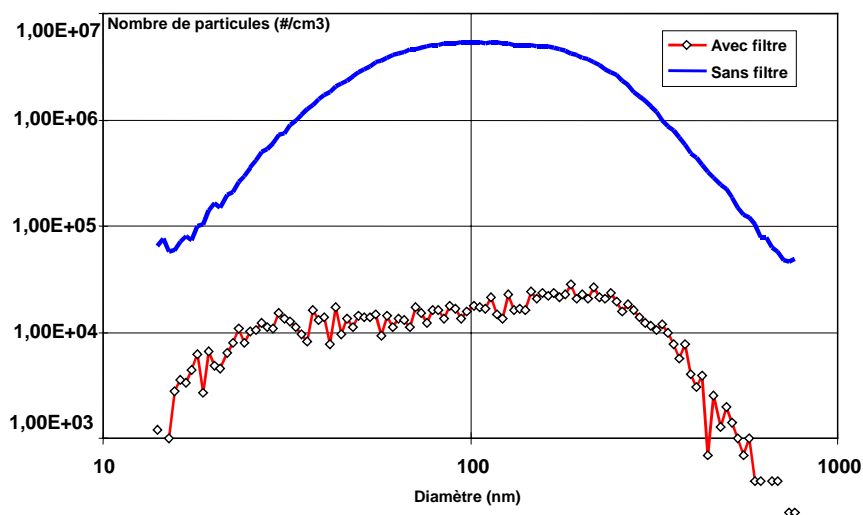
La présence de soufre dans le carburant conduit à émettre de l'oxyde de soufre (SO₂) et des sulfates (une partie des particules) qui ont l'inconvénient d'encrasser les pièges à NOx.

2.4.3. Les filtres à particules

Les filtres à particules éliminent plus de 90% du poids total des particules présentes dans les gaz d'échappement des véhicules diesel. Les limites actuelles portent sur la masse de particules (en gramme) au kilomètre. Cependant, des travaux récents sur les particules ultra-fines (plus petites que les PM₁ ou de diamètre inférieur à 1 µm) produites par les véhicules diesel, se concentrent sur le nombre et la taille des particules, qui

sont considérées comme étant des indicateurs plus critiques des effets sur la santé. Un traitement complémentaire par filtration permet de réduire la quantité de particules en ce compris les ultra-fines (PM 0,01-PM1) avec une efficacité de filtration de 99,9% ou plus pour une gamme assez large de conditions de fonctionnement.

Le filtre à particules influence la distribution en taille des particules fines émises par les véhicules comme visualisé ci-dessous (filtre Corning, moteur VW 1.9 l TDI)¹⁵⁶.



La réduction des particules est de 2 à 3 ordres de grandeur.

Vu l'énorme quantité de particules rejetées par la combustion du gazole, carburant réputé « sale », le piège sera cependant vite saturé - et donc inopérant - si l'on n'utilise pas un gazole à faible teneur en soufre (< 0.05%).

3. Verschil homologatie en reëel verkeer

3.1. Invloed van de referentiecyclus¹⁵⁷

Men dient er zich rekenschap van te geven dat de emissiegegevens afkomstig van homologatietesten niet overeenkomen met emissies die voorkomen in het reële verkeer.

De emissiewaarden opgelegd door de homologatiecycli kunnen afwijken van de emissies gemeten in reële verkeersomstandigheden ondermeer omwille van volgende redenen:

- Tengevolge van veroudering en/of slecht onderhoud van de motor en katalysator zullen de emissies van voertuigen toenemen met het ouder worden van het voertuig. Vanaf EURO III voorziet de Richtlijn 98/69/EG een duurzaamheidstest van 80.000 km. Na deze afstand afgelegd te hebben mogen de emissies de oorspronkelijke limietwaarden niet overschrijden. Verder is er de zogenaamde « In-Use-Compliance », die voorziet dat de bevoegde overheid een steekproef mag uitvoeren onder de voertuigen die jonger dan 5 jaar zijn en minder dan 80.000 km hebben afgelegd. Ook moeten alle benzine-wagens vanaf 1.1.01 en alle dieselwagens vanaf 1.01.04 uitgerust zijn met een OBD-systeem dat de vitale motorfuncties en de katalysator bewaakt en de bestuurder waarschuwt in geval van defecten.
- Het effect van koude start wordt ook pas in rekening gebracht voor wagens gehomologeerd vanaf 1.1.02.
- De gemiddelde acceleratie in deze cyclussen bedraagt 0.47 m/s². In normaal verkeer echter is de gemiddelde acceleratie meer dan 1 m/s². Het is juist tijdens harde acceleraties dat grote emissiepieken (tot 30 keer groter kunnen worden vastgesteld).

De opgelegde cycli (UDC en EUDC) vereisen dat de verbrandingsmotor in bepaalde werkingspunten in een beperkt gebied kan functioneren met lage emissies. Wat er buiten dit gebied en deze werkingspunten gebeurt, daar wordt in de huidige emissiewetgeving geen rekening gehouden. Automobielfabrikanten spelen hier handig op in om voertuigen te ontwikkelen die voldoen aan de richtlijn (actueel EURO III) en tegelijk goede acceleratieprestaties e.d. kunnen leveren. Met de huidige elektronische gestuurde

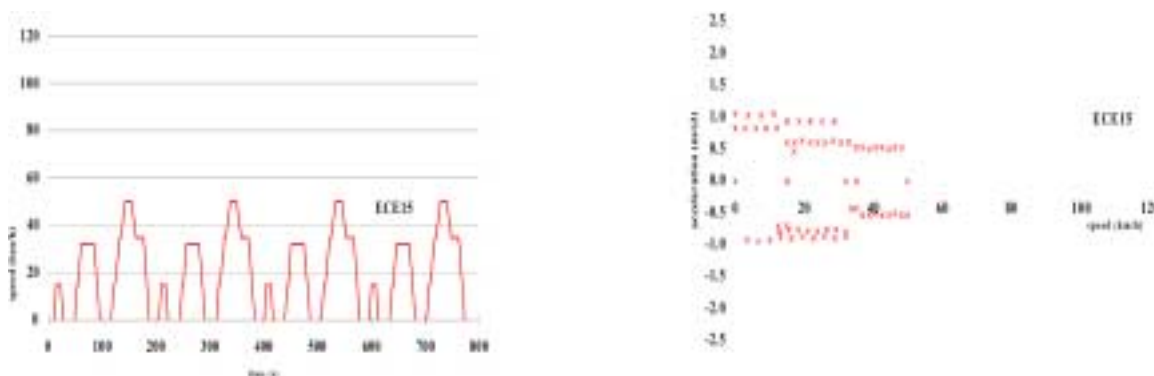
¹⁵⁶ ADEME, site internet, Transports, énergie, environnement : le défi

¹⁵⁷ Etude VUB, CEESE pour le compte de l'IBGE, Schone voertuigen, VERSLAG WP1, "Definitie van het begrip Schone Voertuigen"

injectiesystemen krijgen de constructeurs nog meer mogelijkheden om motoren te ontwikkelen die goed presteren qua emissies op de opgelegde cycli, maar eens daarvan afwijkend kan men totaal andere emissie waarden verkrijgen. Bij elektronisch gestuurde direct injectiesystemen kan men de motor afstellen in functie van de gebruiksomstandigheden: wanneer weinig vermogen vereist is kan de motor op een mager mengsel werken, bij hoge acceleratie schakelt hij over op een klassieke stechiometrische verhouding met hoger benzine verbruik. In de bestaande modellen gebeurt deze overschakeling automatisch. Hiermee slaagt de constructeur erin voor de wettelijke referentiecycli goede emissieresultaten te bekomen. Echter eens een ander traject gereden wordt in andere gebruiksomstandigheden lopen de emissies zeer hoog op teneinde goede acceleratie toe te laten.

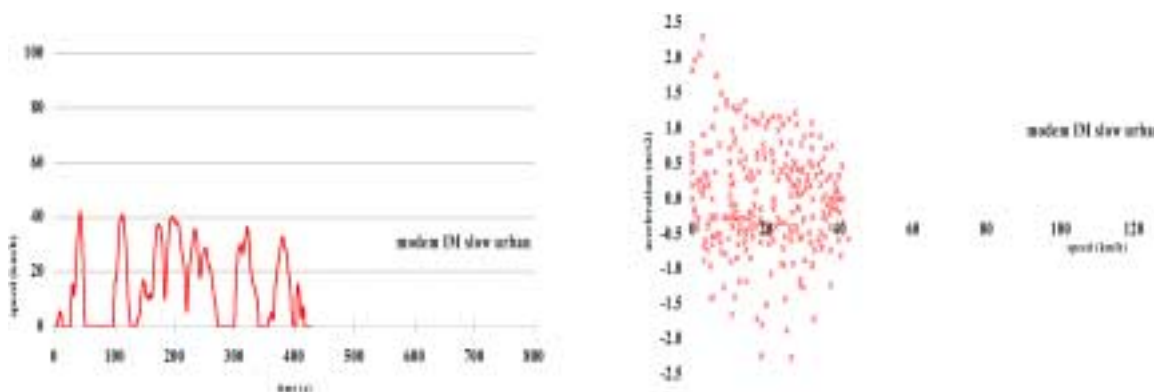
Volgende figuur illustreert het stedelijk gedeelte van de standaard cyclus (ECE) en het overeenstemmend werkingsgebied.

Figure : ECE cyclus en overeenstemmend werkingsgebied



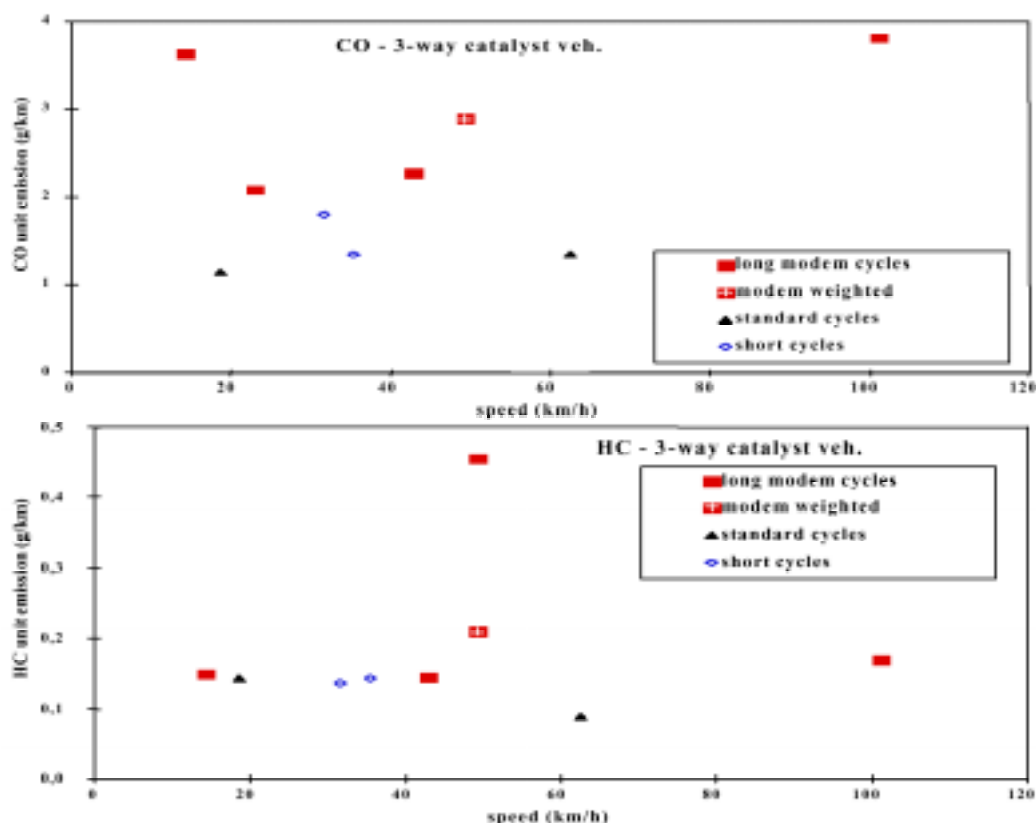
Dit kan men vergelijken met een reële verkeerssituatie in de stad (MODEM); men merkt hier veel hogere acceleraties op en een grotere spreiding van werkingspunten.

Figure : Reëel stedelijk verkeer en overeenstemmend werkingsgebied



Volgende figuur vergelijkt de CO en KWS emissies voor verschillende cycli. Hieruit blijkt dat de standaardcycli (ECE) veel lagere waarde geeft dan de cycli overeenstemmend met reëel verkeer (MODEM).

Figure : CO en HC émissions pour standardcycli en cycli overeenstemmend met reëel verkeer



3.2. L'éco-conduite

3.2.1. Eco-conduite¹⁵⁸

Lors des dernières décennies, les technologies des moteurs et la performance des voitures individuelles, des camions et des bus ont été améliorées rapidement. Cependant, la plupart des conducteurs n'ont pas adapté leur style de conduite.

L'éco-conduite est adapté aux moteurs actuels et signifie une conduite souple et sûre. L'éco-conduite est simple à apprendre et a un impact significatif sur la sécurité, la consommation sans pour autant augmenter le temps de déplacement.

Chaque automobiliste doit prendre conscience qu'il a une importante responsabilité en ce qui concerne son style de conduite et l'état technique de sa voiture. Un style de conduite agressif ne peut que réduire à néant tous les efforts accomplis sur le plan des économies de carburant. Les campagnes de sensibilisation et l'apprentissage de la conduite ne doivent donc pas se limiter au seul aspect sécurité routière, mais doivent aussi contenir un message écologique faisant comprendre qu'un style de conduite responsable ne profite pas seulement à la sécurité des usagers de la route mais aussi à l'environnement¹⁵⁹.

3.2.1.1. Style sportif

Le style sportif exploite les potentialités du véhicule jusqu'à la limite du dangereux ou du punissable. Selon les conducteurs, ce style est adopté occasionnellement (en cas de retard par exemple) ou habituellement.

La conduite sportive se caractérise par les points suivants :

¹⁵⁸ Etude comparative analysant les impacts environnementaux de différents styles de conduite en voiture en situation réelle et sur un parcours typique de la Région de Bruxelles-Capitale ", réalisée pour l'IBGE. Rapport final - mai 2005 , STRATEC- RDC et <http://www.ecodrive.org/pdf/broschure.pdf>

¹⁵⁹ C'est pourquoi FEBIAC plaide pour une mise en oeuvre systématique des 'ondes vertes'. Les feux de signalisation doivent être synchronisés. Ainsi, l'automobiliste qui respecte les limitations de vitesse à la voie libre et peut maintenir une vitesse constante. Tout bénéfice pour l'environnement mais aussi pour la fluidité du trafic et la sécurité routière <http://www.febiac.be/fr/content/default.asp?T=2&C=2&S=1&FID=450>

- Engager le rapport supérieur tard dans les tours, passés 80% du régime moteur maximum, c'est-à-dire au-delà de 4500 tours/minute.
- Limiter la distance aux autres usager au strict minimum, c'est-à-dire à une distance plus faible que celle conseillée par les autorités, mais pas dangereuse pour autant.

Il en résulte une vitesse peu constante, faite d'accélération et de freinages brusques.

3.2.1.2. Style défensif

Par style défensif, on entend le style appris aux cours de conduite en vue de l'obtention du permis de conduire. L'accélération est donnée en pressant de moitié la pédale de l'accélérateur et le passage de rapports s'effectue à la moitié du régime moteur maximum. Il va servir de référence.

3.2.1.3. Style oeuf

Ce style est décrit par TNO comme le style de conduite adopté si un oeuf était placé sur l'accélérateur. Ce style était dans les années '80 le style de conduite le plus économique en matière de consommation de carburant. Il se caractérise par des accélérations lentes et légères, passant les rapports à la moitié du régime moteur maximum, tout en anticipant le trafic.

Ce style est intéressant à confronter au style éco-drive dès le moment où il fut jadis plébiscité et est, à l'heure actuelle, rendu obsolète en raison de l'évolution des technologies.

3.2.2. Impact environnemental des styles de conduites

Dans ce contexte urbain, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous, une conduite sportive représente approximativement une augmentation de consommation et d'émission de CO₂ de 50%, et se traduit par ailleurs par une très forte augmentation des émissions de CO et d'HC rendant compte d'une baisse importante du rendement de combustion.

route conduite	urbaine			rurale			autoroute		
	sportive	éco-drive	oeuf	sportive	éco-drive	oeuf	sportive	éco-drive	oeuf
consommation	+50,5	-6,2	+2,1	+40,9	-10,6	+5,4	+12,3	+0,3	-5,7
CO ₂	+47,2	-6,9	+1,6	+38,4	-11,1	+5,7	+8,6	-0,1	-5,4
CO	+1042,4	+227,0	+203,6	+723,3	+44,3	-21,9	+632,3	+45,9	-59,9
HC	+289,1	+73,8	+59,5	+382,1	+7,1	+33,9	+206,1	+16,3	-22,0
NO _x	+163,7	+34,6	-4,3	+89,2	-2,1	-22,7	+47,2	-6,9	-21,6
particules	+107,5	+10,9	+17,7	+83,4	-35,8	-4,0	+49,7	-43,5	-48,6

Tableau 2 : Différence de consommation et d'émissions en fonction du type de conduite sur chaque type de route (en % par rapport au style défensif pris comme référence) ⁸

Le tableau ci-dessus indique que les bénéfices ou inconvénients de certains types de conduite sont néanmoins liés au type de route empruntée.

La figure ci-dessous illustre le tableau ci-dessus et plus particulièrement l'impact d'une conduite sportive en milieu urbain sur la consommation et les émissions considérées. Cette influence est "spectaculaire" pour ce qui est du CO.

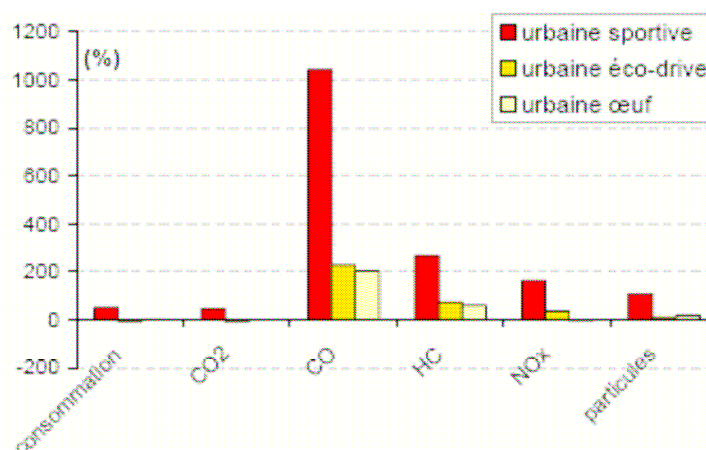


Figure 4 : Différence de consommation et d'émissions en fonction du type de conduite sur route urbaine (en % par rapport au style défensif pris comme référence)

Pour ce qui est de la conduite sur routes urbaine et rurale qui concernent plus spécifiquement la Région bruxelloise, et contrairement à la conduite sur autoroute, la technique de conduite éco-drive permet d'économiser du carburant de manière substantielle (entre 6 et 10%).

Le choix de la conduite à promouvoir en milieu urbain et rural n'est cependant pas univoque, puisque le style de conduite dit "oeuf", bien que menant à une consommation plus importante de carburant peut s'avérer intéressant au regard de certaines émissions (notamment du CO et des NO_x).

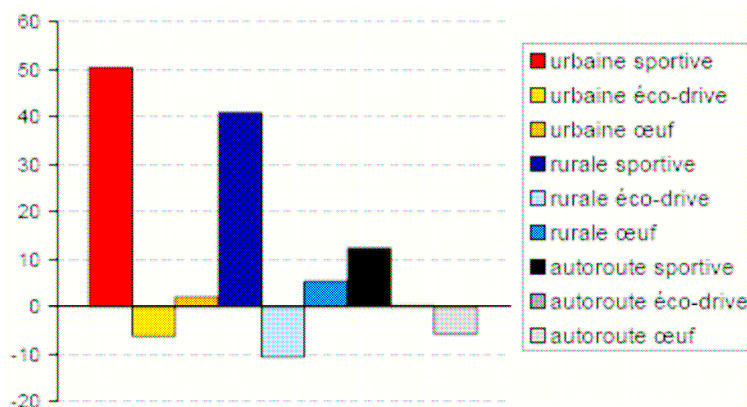


Figure 5 : Différence de consommation en fonction du type de conduite sur chaque type de route (en % par rapport au style défensif pris comme référence)

Il est toutefois plus d'à-propos d'axer ce choix sur la réduction de consommation que celle des émissions. En effet, le renouvellement naturel du parc automobile permettra de réduire drastiquement les émissions de CO de NO_x et de HC car elles sont par ailleurs régulées par des normes au niveau européen de plus en plus sévères.

La demande en transport par contre, et la consommation de carburant par conséquent (ainsi d'ailleurs que les émissions de CO₂), ne devraient qu'augmenter. Il est donc plus judicieux d'encourager un style de conduite qui amoindrit la consommation de carburant plutôt que les émissions de polluants.

Il faut encore noter qu'un style de conduite non-agressif est aussi un style de conduite meilleur en termes de sécurité et de nuisances sonores.

L'éco-conduite réduit la pollution sonore ainsi que la pollution atmosphérique. Le bruit d'un moteur tournant à 4000 tours minute équivaut au bruit des moteurs de 32 voitures tournant à 2000 tours minutes.

L'éco-conduite permet non seulement de réduire les coûts de carburants mais aussi de maintenance et des coûts liés à la réparation des véhicules suite aux accidents.

3.2.3. Conseils pratiques ¹⁶⁰

Le style de conduite a un impact sur les émissions générées. Différents conseils peuvent être donnés.

3.2.3.1. Adopter un style de conduite "éco-drive" représente une économie de carburant de 20 à 40%

Des différences importantes ont en effet été constatées en termes de consommation et de rejets d'émissions polluantes selon les styles de conduite : + de 40 % de surconsommation entre un conducteur expérimenté raisonnable et un conducteur agressif. En RBC :

- un automobiliste sur quatre pratique une conduite douce
- un conducteur sur huit pratique une conduite sportive ; mais un utilisateur de voiture à essence sur trois passe le rapport supérieur au-delà de 2500 tours/minute et 42% des utilisateurs de voitures diesel passent au rapport supérieur à un régime supérieur à 2000 tours/minute ;
- les autres conducteurs qualifient leur conduite de normale.

Il est donc utile de communiquer aux conducteurs les recommandations suivantes:

¹⁶⁰ Source : Guide pratique de l'ADEME - www.ademe.fr/particuliers/Fiches/3699/Voiture03.html et Etude comparative analysant les impacts environnementaux de différents styles de conduite en voiture en situation réelle et sur un parcours typique de la Région de Bruxelles-Capitale", réalisée pour l'IBGE, Rapport final - mai 2005, STRATEC- RDC
<http://www.ademe.fr/auto-diag/transports/rubrique/Autodiagnostic/Sensibilisation/BonneConduite.asp?Q=&M=>

- **Maintenir une vitesse stable**

La vitesse doit être adaptée à la route et aux conditions de circulation. Il convient surtout d'éviter les allures rapides et les à-coups de conduite : accélération forte suivie de freinages fréquents ou brusques.

Une conduite en souplesse avec anticipation permet de mieux prévoir les réactions des autres usagers de l'espace urbain, automobiles, deux-roues, piétons et de mieux maîtriser les conditions de circulation : éléments régulateurs du flux, signalisations, densité d'occupation des voies ...

- **Engager le rapport supérieur le plus rapidement possible.**

Il s'agit de conserver le plus souvent possible un régime voisin du régime de couple maximum, qui se situe pour les véhicules essence généralement aux alentours de 3 500 tr/mn et de 2 200 tr/mn pour le Diesel. Pour y parvenir, l'utilisation de la boîte de vitesses est primordiale : il est important de monter "rapidement" les rapports pour ne pas atteindre le surrégime. Bien entendu, rétrograder pour faire appel à la puissance du moteur (par exemple dépassement rapide) ou au "frein moteur" est parfois nécessaire.

En particulier pour les conducteurs sportifs, il est important de mettre en évidence que le pouvoir d'accélération est souvent plus élevé à 3000 tours/minute qu'à 4000 tours/minute.

- **Les dépassements : choisir le bon moment**

La prise de vitesse, nécessaire au dépassement d'un véhicule, s'effectue en accélérant, voire en rétrogradant, afin de retrouver un couple supérieur. Parallèlement aux enjeux liés à la sécurité, il est important d'attendre le moment le plus favorable (relief plat, distance disponible) pour engager un dépassement. En programmant cette manœuvre, le bénéfice de la vitesse est conservé ; une accélération trop franche est synonyme de surconsommation.

- **Pas d'utilisation de la voiture pour les trajets courts**

Un court trajet de 500 mètres en ville s'effectue en 6 minutes à pied. Il sera difficile de faire mieux en voiture, si on tient compte du temps nécessaire pour sortir le véhicule de sa place de stationnement ou de son garage, des arrêts aux feux de circulation et de la recherche d'une place de stationnement souvent payante.

De plus, les caractéristiques des trajets courts sont les suivants :

- les démarrages à froid sont fréquents,
- la surconsommation de carburant est forte sur les premiers kilomètres : + 50 % de consommation au premier kilomètre, + 25% de consommation au deuxième kilomètre,
- la phase de mise en route représente plus de 50 % de l'usure du moteur,
- les rejets polluants sont importants avec un moteur froid,
- à froid, les frottements sont importants : la pellicule d'huile est mal répartie, des particules de métal sont arrachées dans les contacts entre pistons et cylindres et entre bielle et vilebrequin ; ces particules en suspension dans l'huile constituent à leur tour un facteur d'usure.

Un peu de technique :

- Lors de petits trajets, une quantité importante d'énergie est utilisée pour porter à bonne température les différents organes mécaniques et liquides de fonctionnement et non pour assurer le déplacement du véhicule. Ce prélèvement d'énergie explique les moindres performances enregistrées avec un moteur froid : surconsommation, pollution accrue, motricité limitée.
- Dans la phase de fonctionnement à froid, la combustion au sein du moteur est incomplète d'où l'apparition en plus grande quantité de composants polluants comme le Monoxyde de Carbone (CO) et les Hydrocarbures Imbrûlés (HC). Pour les véhicules essence catalysés, ce phénomène est maintenu par un fonctionnement moins efficace du pot catalytique. Le traitement de dépollution des gaz d'échappement étant complètement actif quand le pot atteint entre 250 et 400 °C.

3.2.3.2. Il est préférable de démarrer tout de suite et en douceur

Malgré l'obsolescence de ces comportements en raison de l'évolution des technologies, plus d'un automobiliste sur cinq a la mauvaise habitude de donner des gaz au démarrage du moteur, et plus de deux personnes sur cinq font chauffer leur moteur avant de partir pendant des durées variant de deux à cinq minutes.

Démarrer sans donner de gaz et s'engager directement dans la circulation sans brusquer le moteur est la meilleure manière de faire chauffer le moteur, sans consommation inutile ni sollicitation inconsidérée des pièces mécanique

Roulez simplement à vitesse modérée en début de parcours, en repoussant progressivement le starter pour les véhicules qui en sont encore équipés. Pour éviter une surconsommation coûteuse, de forts rejets polluants et une usure prématurée des organes mécaniques, sollicitez en douceur votre moteur jusqu'au cinquième kilomètre du parcours au moins ; c'est la distance nécessaire à la mise en température du moteur.

3.2.3.3. Utiliser rationnellement l'air conditionné

Les comportements en matière d'utilisation de l'air conditionné ne sont pas majoritairement mauvais mais pourraient être corrigés, faisant appel au bon sens :

- Utiliser rationnellement l'air conditionné, quand cela s'avère appréciable et après avoir combattu la surchauffe par aération, sans susciter de choc thermique au sortir du véhicule.
- Eviter de régler la température de refroidissement à une température froide (18°C)
- Faire fonctionner régulièrement (1 minute toutes les semaines) le système pour éviter les fuites de gaz nocifs pour la couche d'ozone

3.2.3.4. Veiller à la pression des pneus

Un manque de pression de 0,14 bar génère une surconsommation de 1%. Bien que l'influence de ce paramètre sur la consommation soit indiscutable, l'attention consacrée aux pneus est insuffisante, qu'il s'agisse du gonflage ou de l'usure. Vérifier la pression des pneus tous les mois : Des pneus bien gonflés évitent de surconsommer, préviennent l'usure prématurée et augmentent la sécurité.

Peut être serait-il utile d'associer les stations services dans une action visant à faciliter le contrôle de la pression des pneus.

3.2.3.5. Une voiture mal entretenue peut consommer jusqu'à 50% de plus

En matière d'entretien, les problèmes les plus fréquemment cités ont trait à l'état des bougies, du filtre à air et de l'injection. Ils concernent vraisemblablement surtout les 16% des personnes qui font eux-mêmes l'entretien (la vidange) ou qui ne font rien tant que la voiture roule.

Les problèmes de géométrie ou d'équilibrage des roues sont moins fréquents. Le niveau des liquides ne semble pas constituer un réel problème, sans pour autant être totalement satisfaisant.

3.2.3.6. Eviter de surcharger le véhicule

Eviter les chargements inutiles qui représentent une dépense toute aussi inutile de carburant.

Par contre, la surconsommation imputable aux dispositifs de chargement doit être fortement relativisée du fait du contexte urbain. En effet, si ce paramètre peut avoir une influence non négligeable sur la consommation sur autoroute, ce paramètre a une influence nettement plus modérée en ville, d'autant que l'utilisation d'accessoires tel que fixe-toit, porte-vélo ou autre coffre de toit ne concerne qu'une personne sur huit, et que le démontage intervient dans trois quarts des cas dans des délais raisonnables.

3.2.3.7. Recommandations additionnelles¹⁶¹

- Eteindre moteur pour les arrêts de durée supérieure à une minute
Concernant ces haltes de courte durée, comme les trois quarts des conducteurs bruxellois déclare arrêter le moteur, il n'est pas prioritaire de communiquer à ce sujet.
- Faire usage des systèmes économiseurs de carburants tels les ordinateurs de bord, les Cruise control, ...

3.3. Vitesses et émissions

Différents paramètres de la conduite automobile influencent la consommation de carburant et les émissions à l'échappement. Les principaux sont :

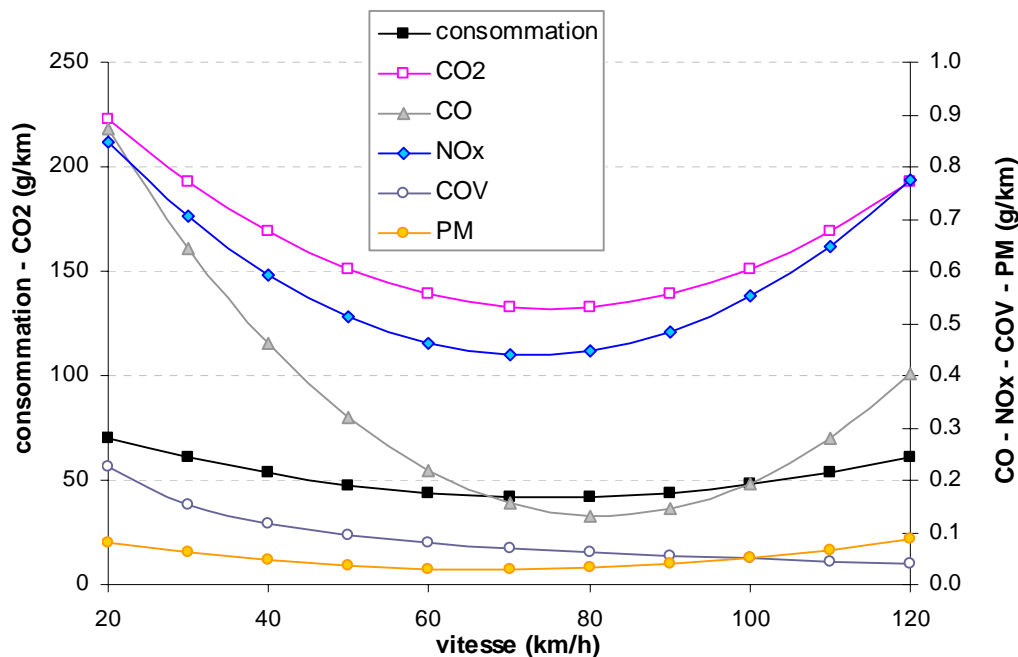
- la vitesse moyenne ;
- le contexte urbain ou rural ;
- le style de conduite ;
- la température du moteur ;
- la pression des pneus ;
- le chargement ;
- la climatisation.

¹⁶¹ <http://www.ecodrive.org/pdf/broschure.pdf>

Une étude récente¹⁶² a permis de calculer pour différentes vitesses moyennes les émissions de des différents types de voitures¹⁶³ par unité de distance parcourue et de pondérer ensuite les valeurs d'émission ainsi obtenue en fonction de la proportion de chaque type de véhicule au sein du parc de la Région de Bruxelles-Capitale.

Les résultats obtenus pour une voiture "moyenne" diesel et essence sont respectivement illustrés dans les deux figures ci-dessous.

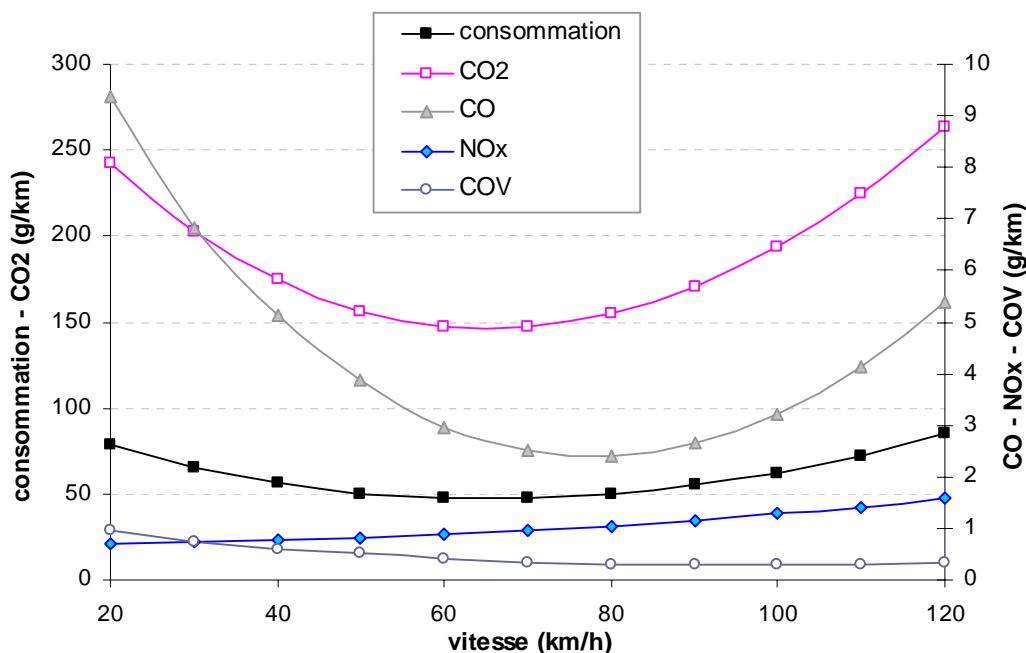
Figure : Évolution de la consommation et des émissions à chaud d'une voiture diesel moyenne du parc bruxellois en fonction de la vitesse selon COPERT



¹⁶² étude comparative analysant les impacts environnementaux de différents styles de conduite en voiture en situation réelle et sur un parcours typique de la Région de Bruxelles-Capitale ", réalisée pour l'IBGE. Rapport final - juin 2005 (RDC-Stratec).

¹⁶³ Détaillé dans la méthodologie COPERT (selon le carburant, la cylindrée, l'âge ou la norme européenne correspondante,...). La méthodologie Copert est une méthodologie européenne à la base des inventaires d'émissions polluantes dans le secteur des transports.

Figure : Évolution de la consommation et des émissions à chaud d'une voiture à essence moyenne du parc bruxellois en fonction de la vitesse selon COPERT



De l'examen de ces figures¹⁶⁴, il ressort que quel que soit le carburant, il existe une gamme de vitesses au sein de laquelle l'impact environnemental est moindre. C'est le cas du CO₂ du CO et de la consommation en carburant.

Cette conclusion ne peut cependant pas être tirée pour les polluants NO_x et VOC. Plus la vitesse est élevée et plus les émissions de COV diminuent mais plus les émissions de particules augmentent.

Attention, ces courbes doivent être utilisées car elles sont caractéristiques de vitesses continues. Ces courbes sous-estiment les émissions et consommations réelles.

En effet, en milieu urbain, les variations de vitesses autorisées, les aménagements urbains, la présence de feux de signalisation ou de croisements à priorités, les passages cloutés, les encombrements, etc. sont des facteurs inhérents à la conduite en milieu urbain contraignant le conducteur à "gaspiller" une partie de l'énergie produite par le moteur (voir chapitre eco-drive).

Conclusions :

- on ne peut donc pas assimiler la consommation et les émissions en milieu urbain ou rural aux émissions aux vitesses moyennes respectives de 30km/h ou 50km/h issues des courbes ci-dessus;
- en termes de consommation et d'émissions de polluants atmosphériques, l'impact du type de route est plus important que l'impact de la vitesse pour une tranche de vitesse donnée. Autrement dit, les pertes d'énergie dues au "gaspillage" d'accélération (trajectoires urbaines) sont donc plus importantes que le gain d'énergie par réduction de la vitesse moyenne et donc de la résistance au vent (qui varie comme le carré de la vitesse).

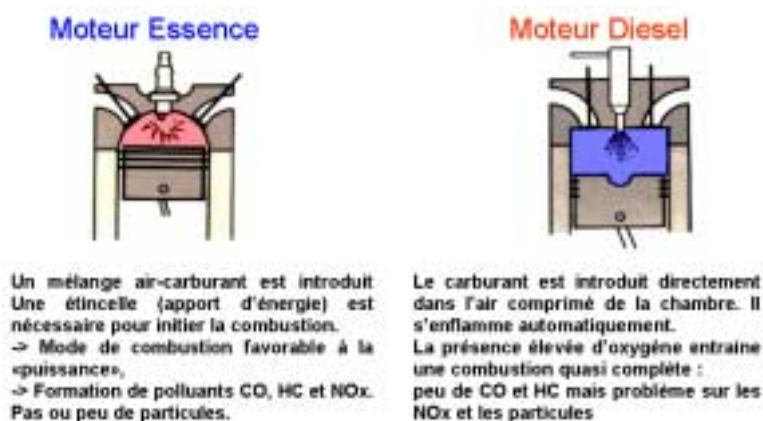
4. Les technologies de motorisation

À l'heure actuelle, la quasi-totalité des véhicules légers sont équipés de moteurs à combustion interne et fonctionnent avec des carburants dérivés du pétrole (essence ou gazole).

¹⁶⁴ L'échelle des émissions de CO, NO_x et COV (à droite sur les deux graphiques) est graduée de 0 à 10 dans le graphique relatif à l'essence quand celui se rapportant au diesel n'est gradué que de 0 à 1.

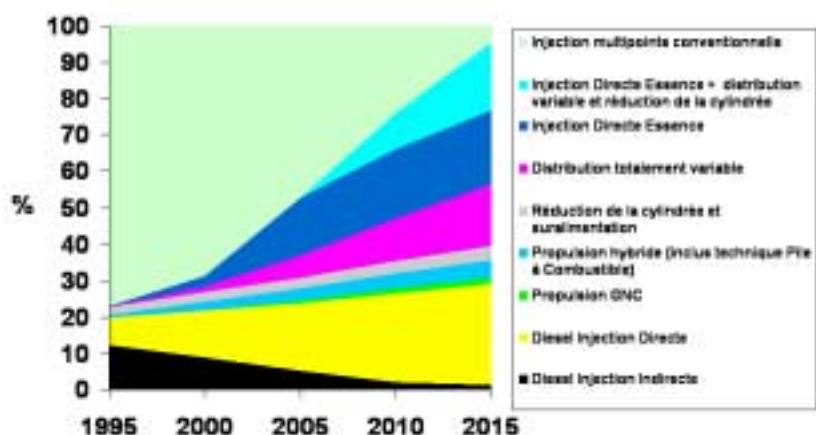
4.1. Véhicules classiques : les moteurs thermiques¹⁶⁵

Les deux figures ci-dessous précisent les polluants formés par les deux types de moteurs thermiques:



4.1.1. Perspectives d'évolution de la part du marché des moteurs thermiques

Les perspectives d'évolution des moteurs thermiques sont les suivantes :



4.2. Les véhicules hybrides

4.2.1. Principe et différents types d'hybridation¹⁶⁶

L'hybridation consiste à combiner deux énergies pour assurer la propulsion d'un véhicule. En plus de sa source d'énergie primaire, le véhicule hybride dispose d'un stockage réversible d'énergie sous une seconde forme (hydraulique avec réserve de pression, cinétique avec volant d'inertie, électrique...). Dans la pratique, il s'agit essentiellement du mariage de l'électrique et du thermique, mais cette solution est aussi utilisée pour les voitures à hydrogène qui sont également des hybrides électrique-hydrogène.

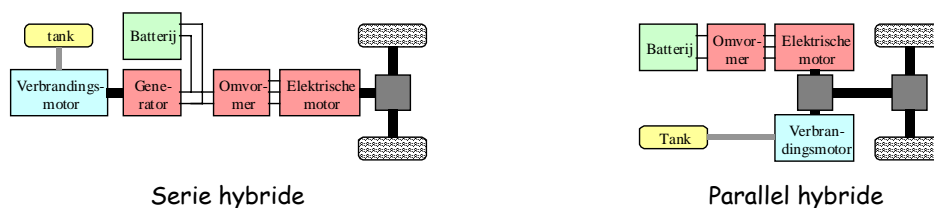
In het algemeen hebben zij hierdoor een grotere actieradius dan de klassieke elektrische voertuigen met batterij. Het combineren van verschillende aandrijfcomponenten met elektrische energieopslagsystemen laat een hele brede waaier van verschillende types hybride drijflijnen toe. De term "hybride voertuigen" omvat dus een hele groep van mogelijkheden.

Meestal maakt men binnen deze groep een eerste onderverdeling tussen de serie hybride enerzijds en de parallel hybride voertuigen anderzijds.

¹⁶⁵ ADEME, site Internet, comparaison des fonctionnements des moteurs essence et diesel

¹⁶⁶ Etude VUB, CEESE pour le compte de l'IBGE, Schone voertuigen, VERSLAG WP1, "Definitie van het begrip Schone Voertuigen"

Figure : serie hybride en parallel hybride aandrijvingen



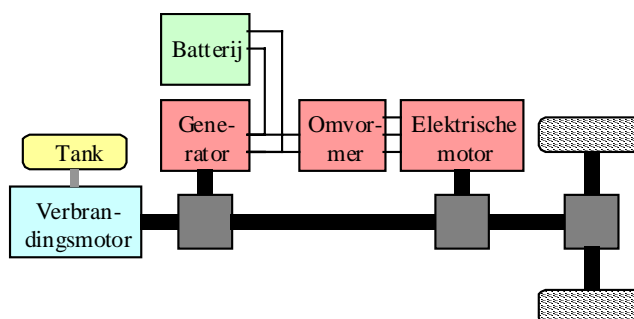
Serie hybride

Parallel hybride

In de topologie van de serie hybride aandrijving herkent men de elektrische aandrijving (motor, omvormer en batterij), met naast de batterij een generator die gekoppeld is aan een verbrandingsmotor. Op deze wijze kan aan boord van de wagen elektriciteit geproduceerd worden. De wagen zelf wordt echter steeds aangedreven door de elektrische motor. Dit in tegenstelling tot de parallel hybride aandrijving waarbij zowel de elektrische motor als de verbrandingsmotor de wielen kunnen aandrijven, gezamenlijk of afzonderlijk.

Het wordt nog complexer indien men beide topologieën combineert zoals voorgesteld in figuur onderaan. Dit is de aandrijving gebruikt in de Toyota Prius, die reeds verkocht wordt op de Europese markt.

Figure : Gecombineerd hybride



Het bestaat uit drie mechanische assen en twee elektrische machines. Het is een structuur van de derde orde. De parallelle weg bestaat uit de volgende elementen: brandstoftank, thermische verbrandingsmotor, overbrenging, elektrische motor. De serie structuur is terug te vinden in: de brandstof tank, de thermische verbrandingsmotor, de overbrenging, de elektrische generator, de batterij en de elektronische omvormer. Het differentieel gekoppeld aan de wielen is natuurlijk gemeenschappelijk voor beide paden. De gecombineerd hybride aandrijving laat toe gebruik te maken van de voordelen van een serie hybride aandrijving (onafhankelijk laten functioneren van de verbrandingsmotor t.o.v. van de vereiste acceleratie en snelheid van de wagen) als van de parallelle concepten (directe mechanische koppeling tussen verbrandingsmotor en wielen).

4.2.2. Impact environnemental positif¹⁶⁷

Les consommations et émissions sur cycle urbain¹⁶⁸ sont favorables aux hybrides.

- CO₂ : Lorsque l'hybridation est complète, les émissions de CO₂ peuvent être réduites significativement : les deux véhicules de niveau B sur le marché (la Prius et la Civic) émettent moins de 110 g de CO₂, soit 50 % de moins en moyenne que les véhicules diesel de leur catégorie. Des véhicules diesel font aussi bien ou mieux mais ils sont de classe inférieure.
- Polluants locaux : le gain de l'hybride est très significatif

¹⁶⁷ Source : MM. Christian CABAL et Claude GATIGNOL - office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - rapport sur « Définition et implications du concept de voiture propre » - décembre 2005

¹⁶⁸ Il correspond à la consommation d'un moteur démarré à froid, en conditions d'essais du laboratoire et utilisé à des régimes différents jusqu'à un maximum de 50 km/h, avec une vitesse moyenne de 19 km/h correspondant à un circuit théorique de 4 km. http://www.actua-auto.com/asp/technologie/consommations_normalisees.asp

Emissions (g/km)	2 ^e génération	1 ^{ère} génération	Euro IV (essence)	Euro IV (diesel)
NOx	0.01	0.05	0.08	0.25
HC	0.02	0.05	0.10	-
CO	0.18	0.63	1.0	0.50
Particules	-	-	-	0.025

Source : Toyota

4.2.3. Une technologie demain incontournable ?¹⁶⁹

Ces véhicules sont encore très chers car les batteries utilisées sont particulièrement chères et difficiles à mettre au point.

L'intérêt pour l'hybride est très fort aujourd'hui. Il est vraisemblable qu'au cours des dix prochaines années le nombre des modèles augmentera fortement. Les ventes devraient progresser fortement mais de manière contrastée selon les marchés. En revanche, en Europe, l'hybride devrait progresser plus lentement en raison des performances actuelles des moteurs diesel et de leur faible coût.

La généralisation de motorisation hybride sera donc réelle dans les dix prochaines années, mais elle ne deviendra pas une technologie majoritaire dans les ventes et le parc. Elle restera marginale, comprise entre 5 et 15 % de parts de marché, sans choc pétrolier majeur.

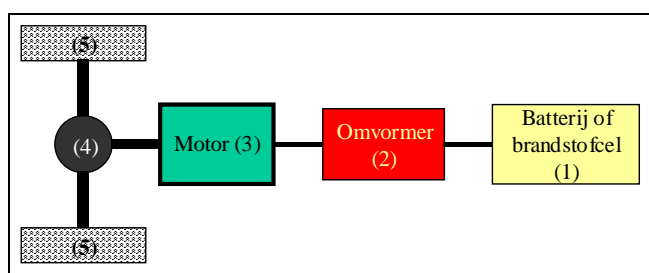
4.3. La voiture électrique¹⁷⁰

4.3.1. Principe¹⁷¹

De topologie van de aandrijflijn van een elektrische voertuig ziet er enigszins eenvoudiger uit. De wielen (5) worden via het differentieel (4) meestal direct aangedreven door de elektrische motor (3). Deze motor wordt gestuurd via een elektronische omvormer (2). De elektrische energie kan in het geval van een klassieke elektrische wagen uit een batterij (1) gehaald worden.

Een hele nieuwe evolutie kan verwacht worden door de introductie van de brandstofcel die de batterij kan vervangen (zie verder).

Figure : Aandrijflijn van een elektrische voertuig



Haar structuur is gekenmerkt door een mechanische verbinding die geen ontkoppeling vereist tussen de motor en de wielen. Men heeft zelfs de mogelijkheid de motor te integreren in de wielen (zowel voor een twee- of vierwielaandrijving). Vanuit stilstand kan de elektrische motor zijn maximaal koppel ontwikkelen.

4.3.2. Echec commercial aujourd'hui

Aujourd'hui en Belgique, seule une vingtaine de véhicules électriques sont vendus chaque année. Les raisons avancées pour expliquer cet échec technique et commercial sont les suivantes :

1. Peu de ménages ont les moyens d'acheter une voiture mono usage, uniquement pour la ville et de louer un véhicule pour les fins de semaine et les vacances. Seuls les revenus élevés déjà bimotorisés et sensibles à l'environnement pouvaient acheter un véhicule électrique.

¹⁶⁹ Source : MM. Christian CABAL et Claude GATIGNOL - office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - rapport sur « Définition et implications du concept de voiture propre » - décembre 2005

¹⁷⁰ Source : MM. Christian CABAL et Claude GATIGNOL - office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - rapport sur « Définition et implications du concept de voiture propre » - décembre 2005

¹⁷¹ Etude VUB, CESE pour le compte de l'IBGE, Schone voertuigen, VERSLAG WP1, "Definitie van het begrip Schone Voertuigen"

2. La préoccupation environnementale de la population était et reste faible au regard des autres critères d'achat d'une voiture : performance, beauté, sécurité, budget...
3. Le coût des batteries est trop élevé. Le surcoût à l'achat étant inacceptable pour le consommateur, des solutions de location ont été proposées mais n'ont pas permis de proposer le véhicule électrique à un coût équivalent à de la petite voiture diesel qu'elle est censée remplacer. Ni les consommateurs, ni les administrations n'ont souhaité ou pu investir dans une technologie chère.
4. L'autonomie des véhicules est insuffisante : autour 90km

4.3.3. Difficultés du véhicule électrique : origine de l'électricité

L'une des difficultés de principe du véhicule électrique est l'origine de l'électricité. Si le véhicule ne pollue pas sur le lieu d'utilisation, qu'en est-il de l'électricité qui l'alimente ?

Très peu de pays dans le monde ont une production d'électricité « propre » et exempte de production de gaz à effet de serre. Ainsi, dans la plupart des pays du monde qui n'ont ni ressource hydroélectrique suffisante, ni un nombre important de centrales nucléaires, la voiture électrique émet autant ou plus de gaz à effet de serre qu'un véhicule thermique.

Le véhicule électrique peut être défini en fonction des différentes filières de provenance de l'électricité et de son lieu de production :

- au sol à l'aide de centrales électriques ;
- dans le véhicule par : un moteur thermique (hybride), un reformeur embarqué et une pile à combustible, de l'hydrogène stocké et une pile à combustible.

Cela conduit à proposer de distinguer trois catégories de véhicules électriques :

- les véhicules électriques à batteries : ils utilisent l'énergie emmagasinée dans les batteries à travers un moteur électrique propulsant le véhicule (BEV : battery electric vehicle) ;
- les véhicules électriques hybrides : ils sont propulsés à partir de différentes sources d'énergie (fossile et électrique) (HEV : hybrid electric vehicle) ;
- les véhicules alimentés à l'hydrogène : ils sont propulsés à partir de l'hydrogène soit produit, soit stocké à bord (FCV : fuel-cell vehicle).

Le problème de l'autonomie des véhicules peut être réduit grâce à la mise à disposition de bornes de recharges publiques. Des bornes de recharge rapide ont été mises en place dans quelques villes dont La Rochelle. Elles permettent de récupérer 20 km d'autonomie en 10 minutes.

4.3.4. Avantages environnementaux du véhicule électrique

Malgré les difficultés mentionnées ci-dessus, les avantages du véhicule électrique suscitent de nouveau l'intérêt en raison de :

- absence de pollution et d'émission locale de gaz à effet de serre,
- silence de fonctionnement,
- rendement énergétique élevé du moteur électrique (x 2 ou x 3 celui du moteur thermique),
- fiabilité mécanique du moteur électrique,
- indépendance vis-à-vis du pétrole.

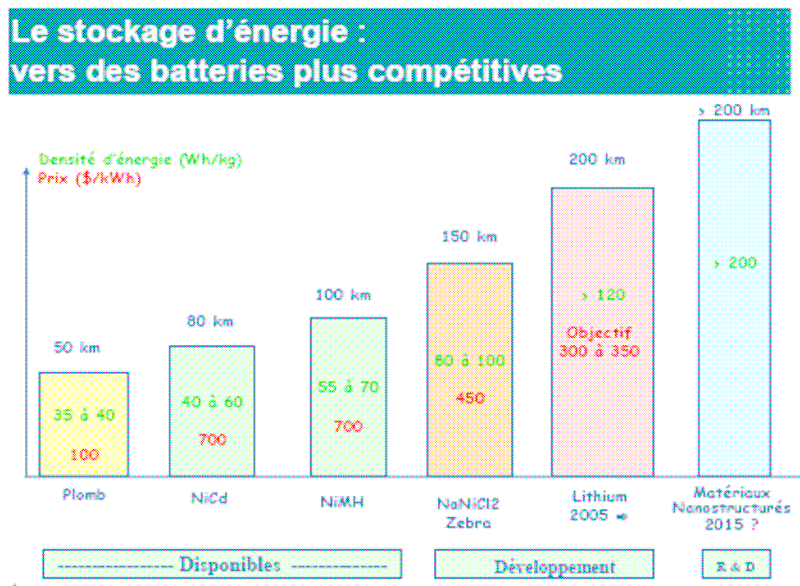
4.3.5. Les projets et les potentialités

4.3.5.1. Les nouvelles batteries plus performantes

Une pile est un convertisseur d'énergie chimique en énergie électrique grâce au contrôle d'une réaction d'oxydoréduction spontanée, c'est-à-dire l'échange d'électrons entre deux pôles ou électrodes : une anode (oxydation/perte d'électrons) et cathode (réduction, gain d'électrons). La possibilité d'inverser la réaction permet de créer une batterie.

Il existe deux grands types de batteries :

- Les accumulateurs en milieu aqueux comprenant des systèmes
 - acides (batterie au plomb),
 - alcalins (nickel-cadmium, nickel-hydrure métallique, nickel- hydrogène) ;
- Les accumulateurs en milieu organique (ion-lithium).



Source : EDF, 2005.

Les batteries au lithium (lithium ion et lithium polymère) sont celles qui offrent le plus grand potentiel pour les futures voitures électriques. Elles pourraient fournir une autonomie comprise entre 200 et 300 km. Elles pourraient aussi équiper des véhicules hybrides rechargeables.

4.3.5.2. Le véhicule hybride rechargeable

Malgré les efforts déployés pour mettre au point un véhicule électrique compétitif, les limitations d'autonomie et la crainte de se trouver à bout de batterie, conduisent la plupart des consommateurs à ne pas percevoir la voiture électrique comme pouvant devenir une voiture multi-usages convenant à tous les besoins.

Au contraire, les véhicules hybrides, principalement thermiques, qui existent aujourd'hui et qui rechargent leurs batteries à partir de l'énergie produite par le moteur thermique et l'énergie cinétique, apparaissent comme affranchis de ces contraintes.

Dès lors, apparaît l'idée d'un véhicule hybride rechargeable sur le réseau (VHR). Un tel véhicule pourrait disposer d'une autonomie électrique très supérieure tout en garantissant une autonomie beaucoup plus large grâce au moteur thermique ainsi qu'une totale polyvalence.

4.4. L'hydrogène et la pile à combustible (PAC)¹⁷²

Les piles à combustible produisent de l'énergie électrique via un procédé électrochimique et non de combustion.

Les véhicules à piles à combustible permettent d'augmenter le rendement énergétique et, s'ils fonctionnent avec de l'hydrogène non dérivé du carbone, de réduire au strict minimum les émissions conventionnelles et de GES. Le moteur ainsi alimenté ne fabriquerait que de l'eau, cette eau pouvant elle-même être traitée pour la production d'hydrogène et d'oxygène.

La voiture à PAC serait donc le véhicule «zéro émission» s'affranchissant des limites du véhicule électrique à batteries (temps de recharge et faible autonomie). La production d'hydrogène via des sources d'énergies renouvelables aléatoires (solaire, éolien ...) permettrait de pallier les problèmes d'intermittence en autorisant le stockage de l'énergie produite.

De plus, l'hydrogène est l'un des éléments les plus présents à travers le monde, il assurerait l'indépendance énergétique des nations dépourvues d'hydrocarbures.

Cependant, la production d'hydrogène en grande quantité, son stockage, son transport et sa délivrance en toute sécurité et en respectant l'environnement ne semblent pas suffisamment maîtrisés aujourd'hui pour un usage de masse dans l'automobile.

¹⁷² Source : MM. Christian CABAL et Claude GATIGNOL - office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - rapport sur « Définition et implications du concept de voiture propre » - décembre 2005

Les émissions d'oxydes d'azote, l'un des principaux handicaps de cette filière, semblent avoir été très fortement réduites, elles seraient inférieures aux normes californiennes les plus strictes (SULEV - Super ultra low emission vehicle).

Les questions à se poser sont donc multiples :

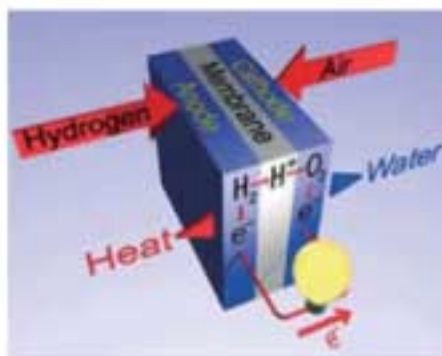
- - Quelles formes d'utilisation de l'hydrogène pour la propulsion des véhicules ?
- - Quels modes de production pour en disposer suffisamment et ne pas avoir d'incidence environnementale ?
- - Quelles infrastructures sont nécessaires pour assurer la distribution aux usagers ?

4.4.1. La pile à combustible : principe de fonctionnement

Comme toutes les piles, la pile à combustible est l'empilement de cellules produisant de l'électricité. C'est un générateur d'électricité qui transforme l'énergie chimique d'un combustible en énergie électrique.

Dans une pile conventionnelle, l'oxydant et le réducteur sont progressivement consommés, tandis qu'une pile à combustible fonctionne¹⁷³ tant qu'elle est alimentée en comburant et combustible.

L'originalité de ces cellules est de parvenir selon un principe électrochimique inverse de l'électrolyse¹⁷⁴ de l'eau à combiner de l'hydrogène (réducteur) et de l'oxygène (oxydant) en eau tout en produisant de l'électricité.



Le rendement d'une PEM¹ est très élevé puisqu'on estime qu'elle convertit 55 % de l'énergie du combustible en travail contre 30 % environ pour les moteurs à combustion interne.

4.4.2. Les blocages technologiques et économiques

Aujourd'hui des blocages techniques et économiques empêchent de pouvoir mettre en place une production de masse et de rendre disponible cette technologie pour le grand public.

L'un des premiers obstacles est l'efficacité des membranes. La membrane joue le rôle essentiel d'électrolyte. Cette membrane doit à la fois séparer les éléments de la pile et être conductrice tout en étant très stable chimiquement, très fine et très solide.

Le catalyseur est un second point bloquant. Aujourd'hui, seul le platine est véritablement efficace. Or, la rareté de ce métal et son coût¹⁷⁵ empêchent la généralisation d'une telle technologie.

Il faut donc réussir soit à en diminuer très fortement les quantités (division par 10), soit à trouver un autre matériau sans pour autant augmenter la production de peroxyde d'hydrogène ou de monoxyde de carbone, nocifs pour la membrane ou le catalyseur et qui réduisent la durée de vie de l'ensemble.

¹⁷³ Dans une cellule de pile à combustible à membrane échangeuse de protons (PEM-FC Proton Exchange Membrane Fuel Cells), c'est exactement l'inverse qui se produit. Les deux électrodes sont poreuses et recouvertes sur leur face externe d'un catalyseur à base de platine. L'hydrogène est introduit au niveau de l'anode. Il s'y décompose en protons et en électrons sous l'effet du catalyseur. Les électrons circulent dans un circuit spécifique qui permet la fourniture d'électricité. Les protons traversent la membrane. Au niveau de la cathode, ils se combinent avec l'oxygène et les électrons pour former de l'eau. La membrane est un film de polymère qui joue à la fois le rôle d'un séparateur entre hydrogène et oxygène et de l'électrolyte permettant le passage des protons. Il faut noter que la réaction est exothermique et que les PAC sont aussi des générateurs de chaleur, élément particulièrement utile pour un usage stationnaire dans les habitations.

¹⁷⁴ L'électrolyse consiste à faire circuler un courant électrique entre deux électrodes plongées dans l'eau. A l'électrode positive (anode) apparaît de l'oxygène (O₂), et à l'électrode négative (cathode) de l'hydrogène (H₂). Il faut donc deux molécules d'eau (H₂O) pour obtenir deux molécules d'hydrogène et une d'oxygène.

¹⁷⁵ supérieur à 1 000 \$/once à New York en janvier 2006. L'once d'or valait entre 500 et 600 \$ l'once.

4.4.3. Comment fournir l'hydrogène massivement ?

L'hydrogène n'est pas disponible à l'état pur. Il faut donc l'extraire.

Pour cela il faut disposer d'une source d'hydrogène (gaz naturel, eau), et d'une source d'énergie (hydrocarbures, électricité...). L'hydrogène n'est donc pas une source d'énergie primaire, mais, isolé, devient un vecteur énergétique, permettant de transporter une certaine quantité d'énergie d'un lieu de production à un lieu d'utilisation.

L'hydrogène n'est donc pas systématiquement « propre », cela dépend de la manière dont il est produit et utilisé. Si sa production provoque le rejet de gaz à effet de serre, si elle est dépendante d'hydrocarbures ou si elle consomme plus d'énergie que l'hydrogène n'en restitue, il n'est pas certain que le procédé soit vraiment rentable.

4.4.3.1. Comment le fabriquer ?

Quel que soit le lieu de la production d'hydrogène, deux grands types de méthodes existent : le reformage¹⁷⁶ thermo-chimique et l'électrolyse de l'eau. Plusieurs autres sont explorées mais restent du domaine de la recherche fondamentale.

4.4.3.2. Où le fabriquer ? A bord du véhicule ou de manière centralisée ?

L'hydrogène peut être fabriqué dans trois lieux principaux : dans des centrales spécialisées, dans les stations-service et à bord des véhicules.

Cependant l'hydrogène est très léger (14 fois plus que l'air) et fortement inflammable. Il ne peut être transporté que comprimé ou liquéfié et dans des conditions sévères de sécurité.

L'extension du réseau de pipelines étant coûteuse et difficile, surtout en l'absence de d'une forte demande, les recherches se focalisent donc sur le reformage des carburants pétroliers :

- Cette solution présente l'avantage de régler la question du mode de distribution, les automobilistes continuant à faire le plein comme à l'accoutumée.
- Mais elle a aussi des inconvénients :
 - Elle repose uniquement sur la fourniture d'hydrocarbures liquides ce qui ne résout pas le problème de long terme de la disponibilité de cette ressource, sauf à considérer qu'ils puissent être synthétiques et/ou issus de la biomasse.
 - Le système a un coût induit : Ces véhicules devraient ainsi comporter une unité de reformage et une PAC renchérissant le dispositif.
 - Il faudrait pouvoir disposer d'un reformeur suffisamment compact pour tenir dans un véhicule. Le reformage s'effectuant à haute température, un temps de démarrage de plusieurs minutes est nécessaire et il consomme beaucoup d'énergie au démarrage. C'est en fait une usine chimique miniature qu'il faut mettre à bord.

Ces inconvénients expliquent que la plupart des constructeurs se focalisent sur l'utilisation directe d'hydrogène dans les véhicules, la production se faisant dans les stations-service ou de manière centralisée.

4.4.3.3. Comment le transporter et le stocker ?

Si l'hydrogène n'est pas produit à bord du véhicule, deux problèmes doivent être résolus, son transport et son stockage. Toute la difficulté vient du caractère très léger et inflammable de l'hydrogène.

a) Le stockage

Plus léger que l'air, seuls cinq à sept kilos suffiraient pour assurer une autonomie supérieure à 500 km à un véhicule, mais 1 kg d'hydrogène représente un volume de 12 m³.

Pour résoudre cette difficulté, trois solutions sont possibles : la compression, la liquéfaction et l'incorporation à des hydrures ou des matériaux nanostructurés.

La compression est la solution la plus répandue car elle ne consomme que 5 à 10 % du pouvoir calorifique de l'hydrogène (PCI). Elle s'effectue dans des bonbonnes en alliage d'aluminium renforcé de fibre de verre imprégnée de résine époxy qui permettent une compression de l'ordre de 350 bars. Les prototypes actuels stockent moins de 4 kg d'hydrogène. Les solutions actuelles sont également très chères, de l'ordre de 1.000 €/kg, quoique certaines sources l'estiment au quadruple... C'est donc 7 à 28 000 € qu'il faudrait aujourd'hui

¹⁷⁶ reformage : Procédé catalytique de production d'un mélange constitué principalement d'hydrogène et d'oxyde de carbone

dépenser pour s'assurer la même autonomie qu'avec un réservoir de 40 l à 100-150 €... Des progrès spectaculaires devront donc être accomplis.

La liquéfaction à - 253 °C est une solution très intéressante, 5 kg d'hydrogène étant contenus dans 70 litres à cette température. La faible pression (0,5 bar) autoriserait des réservoirs multifformes plus faciles à intégrer dans les automobiles. Sur la 750 hl de BMW, un réservoir de 120 litres contenant 8 kg d'hydrogène est placé derrière la banquette. Des pompes robotisées permettent de faire le plein en 3 minutes. Mais cette opération utiliserait jusqu'à un tiers du PCI. Il rend l'hydrogène difficile à manipuler et nécessite une très bonne isolation des réservoirs et le réchauffement de l'hydrogène pour son utilisation. Très volatile, l'hydrogène a aussi tendance à s'évaporer rapidement, jusqu'à 5 % du volume chaque jour.

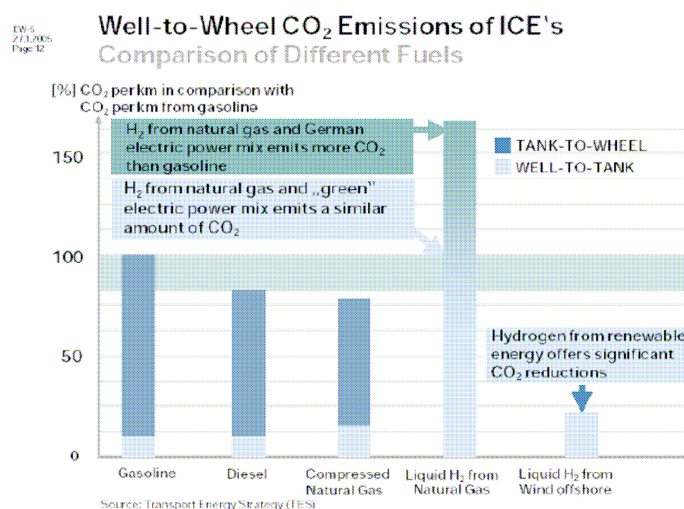
L'un des systèmes d'avenir serait le stockage solide.

b) La distribution

La diffusion de voitures à pile à combustible est bloquée par la faiblesse du nombre de stations de ravitaillement (seulement 70 dans le monde dont certaines uniquement expérimentales).

4.4.3.4. Quel bilan écologique global ?

Une étude¹⁷⁷ a démontré que le véhicule PAC alimenté par de l'hydrogène comprimé issu de l'électrolyse de l'eau avec de l'électricité d'origine éolienne ou issu de la gazéification du bois (biomasse) présentait les meilleurs résultats en termes de rejet des gaz à effet de serre.



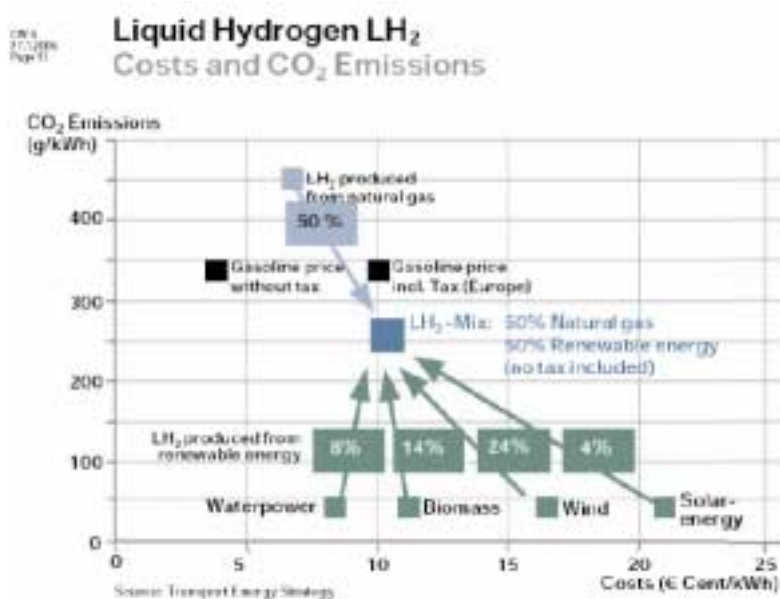
4.4.3.5. Quel bilan économique global ?

La prise en compte du critère économique met à égalité les filières hydrogène comprimé et hydrogène liquéfié. Si la liquéfaction consomme beaucoup d'énergie, elle est beaucoup moins onéreuse que la compression. Seule filière hydrogène comprimé est surtout explorée aujourd'hui.

¹⁷⁷

Il s'agit de l'étude « Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context » publiée en novembre 2003. Elle a été menée par le Centre commun de recherche de la Commission européenne (JRC), le CONCAWE (association européenne des compagnies pétrolières) et EUCAR, dépendant de l'association européenne des constructeurs automobiles (AECA). Cette étude a permis d'évaluer les performances écologiques du puits à la roue des différentes filières sur 100 km, tant en termes de consommation que d'énergie et d'équivalent CO₂ émis.

	Consommation (MJ/100 km)	Coût du carburant (euros/GJ)	Coût (euros/100 km)
MCI + essence	224	8	1.8
MCI + gazole	184	8	1,5
MCI hybride + gazole	141	8	1.1
PAC + H ₂ comprimé ex-gaz naturel	84	25	2.1
PAC + H ₂ comprimé ex-charbon	84	32	2.7
PAC + H ₂ comprimé ex-biomasse	84	37	3.1
PAC + H ₂ comprimé ex-EDF	84	42	3.5



4.4.4. Conclusions sur la filière hydrogène

L'hydrogène est l'un des vecteurs énergétiques du futur. Son potentiel est très élevé mais ni la technologie, ni son coût économique ne permettent d'envisager une large diffusion dans le moyen terme et même tout simplement à un horizon fiable ;

La technologie hybride diesel est le mode de transition énergétique le plus prometteur car il procure le meilleur rapport gain écologique/efficacité énergétique/coût économique. Cette technologie sera largement disponible dès le début de la prochaine décennie ;

Si la rupture technologique annoncée en matière de batteries et de stockage de l'électricité se produit, il est très probable qu'elle réduise énormément l'intérêt d'une filière hydrogène, voire qu'elle en reporte l'apparition pour de nombreuses décennies.

4.5. Moteurs à eau et procédé pentone

4.5.1. AquaFuel¹⁷⁸

4.5.1.1. Carburant et processus

AquaFuel™ est un gaz non polluant fiable, bon marché, qui représente une alternative aux carburants fossiles.

Pour information, l'AquaFuel est la version moderne du " Gaz à l'eau " utilisé dans par les taxis de la Marne en 1914... Ce n'est pas tout jeune..."

Le processus AquaFuel™ utilise une décharge électrique dans toutes sortes d'eaux même polluées. La décharge décompose les tiges, sépare les éléments de l'eau et crée un plasma d'atomes de carbones, d'oxygène et

¹⁷⁸ <http://membres.lycos.fr/quanthomme/carburant/aquafuel.htm>

hydrogène ionisés pour la plupart, à environ 4000 ° C. Les atomes se combinent sous diverses formes, se refroidissent dans l'eau environnante et font des bulles à sa surface, on peut alors les récupérer et les utiliser en tant que carburant.

AquaFuel™ peut être produit partout, en n'importe quel volume. Une décharge de 50 volts en courant continu peut donner jusqu'à 10.000 litres / heure d'AquaFuel™. Son coût est modéré : celui de l'électricité plus les tiges de carbone, qui sont en passe d'être obtenues par le recyclage de pneus.

Il n'y a pas de gaz toxiques libérés, pas de risque d'explosion contrairement à l'essence. Si les réservoirs à forte compression contenant AquaFuel™ venaient à être endommagés, le carburant resterait à l'état de gaz et se disperserait tout de suite dans l'atmosphère sans dommages pour les humains.

4.5.1.2. Applications

- moteurs, chauffage domestique et industriel, cuisine, industrie de l'acier, hauts fourneaux, remplacement en urgence du gaz naturel de pipeline percé
- recyclage de déchets liquides des égouts, de pneus, dépollution, production d'électricité domestique et industrielle, dessalement
- séparation de l'eau, production de nouveaux produits chimiques, production de gaz

4.5.1.3. Tests sur les émissions dues à la combustion

Les essais ont été pratiqués sur un petit moteur à combustion interne au centre d'essais de Briggs et Stratton à Milwaukee, Wisconsin. Le tableau ci-dessous montre les mesures avec l'essence et l'AquaFuel™. Celui-ci a nettement moins besoin d'air car il contient beaucoup d'oxygène lié sous diverses formes. Comparativement, il faut pour le méthane, 10 à 15 parties d'air pour une partie de méthane.

	Essence	AquaFuel™
Tours / minute	3060	3060
Torque couple	3.45	3.20
HP CV	2.05	1.86
Température huile	227F	165F
Emission	7751F	637F
Hydrocarbures	2436 ppm	185 ppm (parties pour unmillion)
CO%	4.343	.039
CO2%	12.086	14.695
Oxygène %	0.544	7.100
Hydrocarbure	13.367	0.001 g/hr (grammes par heure)
Oxyde d'azote.	5.921	0.002 g/hr
CO	421.141	0.002 g/hr

4.5.1.4. Efficacité de AquaFuel™

Les brevets relatifs à AquaFuel ne parlent pas de sur unité, mais de nombreux tests ont été pratiqués. (D W Energy Research LLC 1350 Northface C1. Colorado Springs CO 80919). Les résultats publiés dans Infinite Energy de Novembre-Décembre 1996 montrent nettement le gain énergétique de AquaFuel™

4.5.2. Pentone¹⁷⁹

4.5.2.1. Fonctionnement

Le système de Paul Pantone fonctionne comme un générateur à plasma auto-inducteur (ou réacteur endothermique simple), en fractionnant principalement l'hydrogène, et ce, pratiquement sans pollution.

¹⁷⁹ PROCESSEUR MULTI - CARBURANTS GEET de PAUL PANTONE VERS UNE POLLUTION ZERO
<http://membres.lycos.fr/quanthomme/pantone.htm> (Global Environmental Energy Technology)

Il comporte une chambre à vide (un des secrets du fonctionnement de l'appareil) utilisée pour dissocier les molécules de carburant en changeant réellement leur structure dans une réaction plasmatisque pour produire un mélange très fin de particules de gaz combustible comprenant de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxygène.

La chaleur est transférée au fuel qui arrive dans du vide, et la cassure moléculaire et subatomique de tous les éléments les plus lourds est d'autant plus importante que le vide est intense. On sait que l'eau peut bouillir à température ambiante si elle est dans du vide.

C'est la pression négative créée dans un vide qui excite les molécules et les atomes d'un élément, déstabilisant sa structure en lui donnant la possibilité de réorganiser ses électrons et ses protons sous une nouvelle forme.

Le système est merveilleusement simple. A l'intérieur il y a une tige qui est censée être accordée sur une fréquence de résonance qui provoque cette réaction de fracture des molécules sous leur forme la plus basse, l'hydrogène. Il se produit un cracking thermique résonant qui peut bien être la cause de la réaction de plasma et qui dissocie le carburant en gaz plus légers tels le méthanol ou l'hydrogène. Les molécules rebondissent sans cesse entre la tige froide et le tuyau extérieur chaud. La tige reste froide en raison du transfert de chaleur endothermique.

Le diamètre et la longueur de la tige sont déterminés par la densité spécifique du carburant qui peut être un mélange d'eau et de pétrole brut de densité équivalente à l'essence pour des dimensions de tige similaires.

4.5.2.2. Applications

Les applications du GEET sont nombreuses : petits moteurs, générateurs, dessalement d'eau de mer, dépollution radioactive.

4.5.2.3. Impact environnemental

Cet appareil réduit les émissions automobiles nocives de 80 % (mesurées avant leur arrivée au pot catalytique) ce qui supprime la nécessité d'un tel équipement tout en économisant du carburant.

Le tableau ci-dessous reprend les résultats d'essais réalisés :

EMISSION	STOCK	GEET
Température à l'échappement en °F	745	292
Oxygène (%) du	5.7	13.7
Dioxyde de carbone(%)	11.3	5.4
Monoxyde de carbone(ppm)	3680	307
Hydrocarbures (%)	1.02	0.09
Oxyde d'Azote(ppm)	270	224
Dioxyde d'Azote(ppm)	7	10
Dioxyde de Soufre(ppm)	0	13
Durée de fonctionnement (min)	16	9
Charge en CV	1	1

LE PMC-GEET DE PANTONE permet de répondre au problème du réchauffement global de la planète et aux émissions de gaz à effet de serre et ce, grâce à une modification facile et rapide des moteurs.

Il peut :

- transformer les véhicules actuellement en circulation en véhicules à très faibles rejets
- éliminer jusqu'à 99 % de la pollution émise par les voitures et les camions
- augmenter l'autonomie jusqu'à 300 % grâce à la consommation de toute l'énergie disponible et ce quel que soit le carburant utilisé
- détruire des déchets qui normalement polluent notre environnement

Avec le PMC-GEET, plus besoin de pots catalytiques¹⁸⁰, de pompes à injection ni d'accessoires coûteux dans les moteurs puisque c'est non seulement un système d'alimentation en carburant mais aussi un appareil qui élimine la pollution.

¹⁸⁰ libérant du platine, de l'acide sulfhydrique, du phosgène (gaz de combat) et du gaz innervant (ester-acide phosphoreux provenant de la réaction du MTBE de l'essence avec le phosphate alkydithique de zinc de l'huile du moteur) tous ces rejets entraînant des maladies dont le syndrome d'épuisement chronique.

4.5.3. AquaFuel™ et Pentone aujourd'hui

Actuellement (à l'exception de la Chine), les pouvoirs publics ne s'y intéressent guère, peut-être en raison de lobbies forts. Les préoccupations en terme d'énergie et de pollution actuelles devraient peut-être influencer les décideurs politiques à également soutenir certaines initiatives alternatives prometteuses.

Le site Internet de Don Novak (Energy Research Development <http://www.viper-int.com/ENERGY.htm>) contient nombre d'informations sur les super carburants et autres systèmes ignorés des politiques. M. Novak (qui est auteur de "Séminaire : 100 miles par gallon ") donne des explications sur trois systèmes différents pour vaporiser le fuel. Il possède le brevet de Pogue, le "Fish" avec les schémas complets, le blower une conception de ventilateur soufflant conçue par Rudolf R. Laesig de Westchester et aussi un brevet français qui fait référence à "une décomposition chimique athermique de l'eau contenue dans le mélange, ce qui conduit à un état particulier de la matière, du plasma, avec une visée sur la production d'hydrogène et son utilisation directe en tant qu'agent énergétique efficace dans tous moteurs à combustion interne ou pour le chauffage."

5. Les carburants

5.1. Le pétrole

L'usage du pétrole dans les moteurs à combustion n'a pas été immédiat. En effet, une grande diversité de carburants a été utilisée par les premiers inventeurs : huile, pulvérisation de charbon, électricité, gaz, etc. Le pétrole s'est ensuite rapidement imposé comme l'unique source d'énergie pour les transports, et cela depuis plus d'un siècle.

Sa formidable densité énergétique, le fait qu'il soit liquide à pression et température ambiante, et son faible coût de fabrication, comme tous les carburants issus du pétrole, expliquent en partie ce choix.

Cette dépendance des transports à l'or noir est confrontée depuis peu (malgré une connaissance très antérieure de ces sujets), à deux défis majeurs :

- l'augmentation conjointe des émissions de gaz à effet de serre (GES) conduisant à un changement climatique majeur ;
- le maintien de la disponibilité d'une énergie dont les réserves sont épuisables.

Pour faire face à ces défis, il devient nécessaire d'optimiser technologies et procédés de fabrication des véhicules et carburants, en intervenant tant sur le parc existant que sur son renouvellement.

5.1.1. Actions sur le parc existant

Trois types de solutions peuvent être appliqués directement afin de réduire les émissions polluantes (en particulier les particules et les NOx):

- les carburants reformulés par purification des coupes traditionnelles ;
- les carburants dits de synthèse obtenus à partir de plusieurs sources et transformés par procédé Fischer Tropsch en carburant liquide. Les sources possibles sont le gaz naturel, le charbon, la biomasse, les ressources non conventionnelles (schistes bitumineux, hydrates de gaz, etc.) ;
- les carburants additivés auxquels on ajoute des composés, généralement oxygénés, permettant d'améliorer la combustion. Entrent dans cette catégorie les *biocarburants* comme le diester, mais aussi l'*éthanol* et le *biogaz* et les émulsions eau - gazole.

5.2. La filière du gaz

Différentes filières du gaz permettent de s'affranchir du pétrole et/ou de réduire la pollution et le CO₂ sont envisageables :

1. Le Gas To Liquid procédé (GTL):
Gaz naturel → Hydrocarbures liquides
affranchissement par rapport au pétrole
2. le gaz naturel véhicule (GNV) :
Gaz naturel (méthane) → Gaz naturel liquéfié/comprimé
affranchissement par rapport au pétrole
Faiblesse des émissions polluantes (taux de CO₂ inférieur par rapport aux autres carburants)
3. le gaz de pétrole liquéfié (GPL) :

Gaz de pétrole liquéfié (Propane +Butane)

Faiblesse des émissions polluantes : exempt de soufre et de benzène, il est compatible avec les pots catalytiques et émet moins de polluants (NOx , CO, HC , CO2) que les carburants traditionnels

5.2.1. Le GTL¹⁸¹

Le procédé de conversion du gaz naturel en carburant liquide¹⁸² ouvre de nouvelles voies pour les producteurs et les consommateurs d'énergies.

Cette conversion du gaz naturel en carburants liquides propres se réalise aujourd'hui à un coût compétitif. Ce procédé valorise les réserves jusqu'à présent délaissées soit pour des raisons géographiques, soit pour des raisons économiques.

L'émergence de ce procédé affectera entre autres le secteur du raffinage et du gaz naturel liquéfié (GNL).

Une bonne partie des produits issus du GTL sera destinée au secteur des transports ; il s'agit de distillats moyens propres, sans composés aromatiques, sans oléfines, sans soufre, sans impuretés et d'un coût comparable à celui des produits issus du raffinage.

5.2.2. Le gaz de pétrole liquéfié (GPL¹⁸³)

Le GPL souffre de plusieurs graves handicaps. Quelques accidents (Vénissieux 1999) ont donné une mauvaise réputation à ce carburant, ce qui a entraîné le reflux des ventes de voitures neuves en bicarburant et simultanément celle du nombre des points de vente, et des difficultés d'approvisionnement.

La filière avait connu un fort essor à partir de 1995. Mais elle connaît un déclin depuis 2000.

Aujourd'hui, l'évolution de la législation a rendu le GPL aussi sûr que les autres combustibles grâce aux soupapes de sécurité et autres dispositifs visant à éviter les situations dangereuses liées à une surpression. Cependant peu de constructeurs ont une offre de voitures neuves équipées en GPL.

5.2.3. Le gaz naturel véhicule (GNV¹⁸⁴)

Source d'énergie fossile et produit pétrolier, le gaz naturel, en fait du méthane, peut être utilisé pour alimenter des véhicules après une compression à 200 bars¹⁸⁵.

L'utilisation du GNV est relativement facile car, comme pour le GPL, des véhicules à bicarburants essence-GNV peuvent être mis en service. Par sa composition chimique et ses propriétés intrinsèques, le GNV permet quasiment automatiquement une diminution de l'ordre de 20 % des émissions de CO₂, celle de certains polluants locaux et une diminution du bruit, tout en offrant de bonnes conditions de sécurité et un rendement énergétique intéressant, quoique sensiblement inférieur, à celui des carburants classique.

5.3. Les biocarburants¹⁸⁶

5.3.1. Introduction

Les biocarburants sont classés parmi les sources d'énergie renouvelable puisque, produits à partir de matières premières agricoles, leur combustion s'inscrit dans un cycle fermé du carbone (le carbone émis a été au

¹⁸¹ GTL : Gas To Liquid - Se dit des procédés de transformation du gaz naturel en hydrocarbures liquides. Source : Extraits de la lettre "Energies et matières premières" n°3. 1er trimestre 1998

¹⁸² 1) Le gaz naturel (méthane), de l'oxygène et de la vapeur sont introduits dans un réacteur catalytique à des conditions de température et de pression qui permettent de convertir l'ensemble en gaz de synthèse (monoxyde de carbone + hydrogène). 2) Ce gaz obtenu est transformé en hydrocarbures paraffiniques par le procédé Fischer-Tropsch. 3) Transformation des paraffines en produits pétroliers commercialisables (naphta, kérosène, gazole, huiles, ...), la répartition des produits dépendant des conditions opératoires de la dernière unité (hydrocraquage isomérisant).

¹⁸³ Abréviation de Gaz de Pétrole Liquéfié. Carburant pour moteur à allumage commandé constitué d'un mélange de propane et de butane.

¹⁸⁴ L'utilisation du GNV concerne un million de voitures dans le monde (notamment Italie, Etats-Unis). Il peut être stocké sous deux formes : comprimé ou liquéfié. La compression exige une pression de stockage de 200 bars. Si la forme liquéfiée permet de stocker plus de méthane, c'est toutefois vers la forme comprimée que s'oriente l'utilisation du gaz naturel comme carburant. Un des atouts majeurs du GNV réside dans la faiblesse de ses émissions polluantes (taux d'émission du CO₂ inférieur de 32% par rapport aux autres carburants).

¹⁸⁵ Pression de bouteilles de plongée sous-marine.

¹⁸⁶ Source : MM. Christian CABAL et Claude GATIGNOL - office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - rapport sur « Définition et implications du concept de voiture propre » - décembre 2005

préalable absorbé par la plante en croissance). A ce titre, ils sont parfois présentés comme une alternative presque miraculeuse aux combustibles fossiles classiques.

Leur utilisation soulève pourtant encore la polémique. En effet, la production de biocarburants implique toute une série d'activités, telles que la culture de la plante, l'extraction et la transformation de l'huile, le transport, etc., qui sont également sources de nuisances environnementales et de consommation énergétique.

Ainsi, le Bureau Européen de l'Environnement, la fédération des organisations environnementales européennes, considère que les biocarburants sont néfastes pour la biodiversité car issus de monocultures intensives (EEB, 2001). Par ailleurs, le Conseil fédéral du Développement Durable a récemment publié un avis dans lequel il considère que « l'introduction de biocarburants n'apporte pas une contribution optimale à la réduction des gaz à effet de serre. » (CFDD, 2004).

Dans ce cadre, les analyses de cycle de vie (ACV) comparant les filières de production des biocarburants et de carburants fossiles apportent des informations particulièrement intéressantes puisqu'elles considèrent l'ensemble des impacts environnementaux à toutes les étapes du cycle de vie d'un produit. Cependant, les résultats fournis par les ACV sont parfois contradictoires. La cause principale réside dans le fait que les pratiques de culture du colza considérées sont différentes (quantité d'engrais par ha).

Conclusion : Il existe plusieurs types de biocarburants et un même biocarburant aura des implications environnementales différentes selon les conditions dans lesquelles il a été produit¹⁸⁷.

5.3.2. De l'agriculture à la chimie

Les biocarburants représentent aujourd'hui moins de 1 % des carburants distribués.

Pourtant au début de l'histoire automobile, l'intérêt était fort. Le moteur présenté par Rudolf Diesel aux expositions universelles de 1894 et 1900 fonctionnait à l'huile d'arachide. Longtemps des véhicules de course ont fonctionné avec des biocarburants. En 1936, la production de biocarburants était encore le double de celle de 2003. Mais le faible prix du pétrole devait avoir raison de cette filière.

Ce sont d'ailleurs l'évolution du cours des produits pétroliers comme celle des règles de la politique agricole commune (PAC) européenne qui ont fortement contribué, depuis une dizaine d'années, à l'attention portée aux biocarburants.

5.3.3. Les filières actuelles dans le monde

Les biocarburants sont les carburants liquides ou gazeux produits à partir de matières organiques végétales ou animales. Une dizaine de biocarburants sont envisagés au niveau européen. Dans la pratique, deux principaux dominent largement les usages automobiles : l'éthanol et les esters méthyliques d'huiles végétales (EMHV).

Il existe, en réalité, deux filières principales de biocarburants liquides utilisables dans le transport :

1. La filière sucre (ou alcool) :

- Elle consiste à produire de l'éthanol à partir de plantes sucrières (canne à sucre ou betterave), de blé ou de maïs.
- Ce « bioéthanol » qui peut-être mélangé à l'essence en des proportions allant de 5 à 85% (des adaptations aux moteurs de voitures sont alors nécessaires). Il a connu un fort développement au Brésil et aux États-Unis.
- L'éthanol transformé Ethyl Tertio Butyl Ether ou ETBE peut également être mélangé à l'essence à des taux de 5 à 20% sans qu'aucune adaptation du moteur ne soit nécessaire.

2. La filière oléagineuse (ou huiles végétales) :

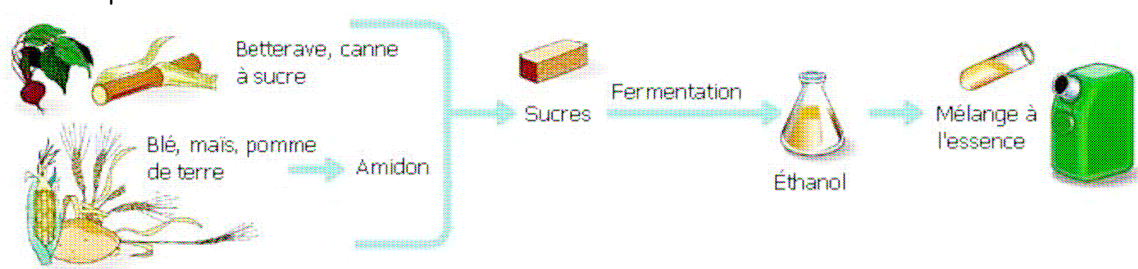
- Elle transforme une huile végétale, souvent de colza, en un ester méthylique d'huile végétale (EMHV), aussi appelé biodiesel.
- Un taux de 5% de biodiesel peut être mélangé au diesel classique sans que des adaptations de moteurs ne soient nécessaires.
- Un tel mélange est disponible en France. L'Allemagne et l'Autriche ont eux mis à disposition des pompes spécifiques contenant du biodiesel pur utilisable seulement par des véhicules équipés de moteurs adaptés.
 - a) La filière sucre pour une production d'éthanol

¹⁸⁷

Source : Les amis de la terre - indicateurs pour un Développement Durable ; Périodique bimestriel sauf juillet-août / n°04-3 Mai-Juin 2004

L'éthanol est le biocarburant le plus produit et le plus utilisé dans le monde. Il est fabriqué à partir de la fermentation de sucres (betteraves, cannes à sucre) ou d'amidon (amylacées : blé, maïs) puis distillation pour séparer l'alcool de l'eau. Produit et utilisé essentiellement au Brésil et aux États-Unis, il peut être incorporé dans l'essence.

La filière canne à sucre, notamment au Brésil, est l'une des plus performantes. Le principal coproduit, la bagasse, est énergétiquement valorisée puisqu'elle permet le chauffage nécessaire à la distillation. La filière betterave engendre 0,75 tonne de coproduit par tonne d'éthanol. Le blé ou le maïs engendre 1,2 t. de drèches pour 1 t. d'éthanol. Ces coproduits sont utilisés dans l'alimentation animale. La rentabilité de ces filières dépend pour partie de leur prix de vente.



Les rendements de ces filières sont peu importants : 1 à 2 tep/ha pour l'éthanol de blé ou de maïs et 3 à 4 tep/ha pour l'éthanol issu de la betterave ou de la canne à sucre.

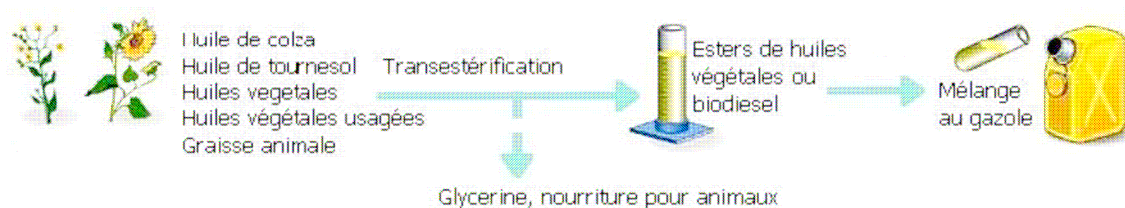
- Lorsqu'il n'est pas utilisé directement, l'éthanol est utilisé pour la fabrication de l'éthyl tertio butyl éther (ETBE). C'est un composé oxygéné issu de la réaction en quantités presque égales d'éthanol et d'isobutène, co-produit d'origine pétrolière.
- Ce produit a la préférence des pétroliers. Il est utilisé en remplacement du MTBE, interdit en raison des pollutions qu'il pouvait occasionner. Il présente l'avantage de parfaitement se mélanger à l'essence, de pouvoir y être incorporé à tout moment et d'être transporté avec elle sans précaution particulière. Il est communément utilisé pour améliorer le degré d'octane des essences.
- L'éthanol peut être incorporé directement dans l'essence mais cette opération pose certaines difficultés techniques qui ont toujours conduit les pétroliers à lui préférer l'ETBE.
- Dès une incorporation à faible dose, l'éthanol augmente significativement la volatilité de l'essence (tension vapeur). Cela pose des problèmes pour respecter les normes européennes en matière de protection de la santé et de l'environnement. Celle-ci interdit une tension vapeur supérieure à 60 kPa (kilopascals) en été et 90 kPa en hiver. Or, comme l'incorporation de 5 % d'éthanol accroît de 50 kPa la tension vapeur, l'incorporation directe d'éthanol ne peut s'effectuer qu'à partir de bases essences dont la tension vapeur est inférieure à 10 kPa.
- De plus, la tendance de l'éthanol à se mélanger avec l'eau peut occasionner des problèmes de démixtion, c'est-à-dire de séparation de l'essence et de l'éthanol. Cela doit évidemment être absolument évité et nécessite donc des précautions spécifiques lors du mélange, du stockage et du transport. Dans les faits, cela contraint les pétroliers à n'effectuer le mélange qu'en dépôt avant distribution et à exclure le transport par oléoducs afin d'éviter un mélange avec le carburant aérien.
- L'éthanol peut être utilisé à des niveaux très élevés par les automobiles dans le cadre de véhicules dits « *fuel flexible* ». Grâce à un calculateur qui adapte la combustion au mélange et à des modifications du moteur, ces véhicules acceptent indifféremment de 0 à 85 % d'éthanol (E 85). Ces véhicules sont massivement commercialisés au Brésil mais aussi aux États-Unis.

b) La filière huile végétale pour un biodiesel

Les huiles végétales sont issues du colza et du tournesol (Europe) et du soja (États-Unis). Lorsqu'elles proviennent du broyage de graines (colza, soja, tournesol), le résidu solide dit « tourteau » représente environ 1 à 1,5 tonne pour une tonne d'huile.

Les huiles végétales, si elles ne peuvent plus être utilisées dans les nouveaux moteurs diesel des automobiles, sont en revanche la base de production des esters méthyliques d'huiles végétales (EMHV). Les EMHV sont fabriqués par transestérification d'huile végétale avec du méthanol. 90 tonnes d'huile et 10 t. de méthanol donnent 90 t. d'EMHV et 10 t. de glycérine.

Le marché de la glycérine n'est pas sans limite. Il s'établit aujourd'hui à 0,8 Mt dont 100 000 t proviennent déjà de la production d'EMHV.



Le rendement à l'hectare est relativement faible : 1 tep/ha pour l'EMHV issu du colza ou du tournesol.

L'EMHV est parfaitement soluble dans le diesel. Il peut être incorporé aussi bien en raffinerie qu'en dépôt. Il peut être stocké et distribué par tout mode de transport, y compris les oléoducs.

Les EMHV peuvent être mélangés au gazole sans difficulté technique jusqu'à un taux de 30 % (B 30), les constructeurs français ont fait plusieurs déclarations en ce sens au cours des derniers mois. Près d'un millier de véhicules PSA roulent au B30 au Brésil. En Europe, ce taux d'incorporation n'est toutefois effectif que dans certaines flottes captives de transport public.

L'Allemagne a autorisé son usage pur.

5.3.4. La valeur énergétique des biocarburants

La valeur énergétique des biocarburants n'est pas identique à celles de l'essence ou du gazole ; elle est inférieure. Ainsi, avec le même volume de carburant, un automobiliste pourra faire d'autant moins de kilomètres que le volume d'incorporation de biocarburants sera important. Cette valeur énergétique est exprimée en « pouvoir calorifique inférieur » ou PCI. Il mesure la quantité d'énergie libérée lors de la combustion.

Les rapports sont de 0,92 pour l'EMHV par rapport au gazole et de 0,66 pour l'éthanol par rapport à l'essence.

5.3.5. Impact environnemental

a) Emissions de CO₂

L'intérêt pour les biocarburants en matière environnementale vient du fait que le carbone contenu dans les biocarburants n'est pas un carbone fossile mais issu de l'atmosphère.

La difficulté est cependant de mesurer ce gain avec précision.

Les évaluations de l'ADEME et de la DIREN en 2002 conduisaient à estimer que l'usage d'éthanol issu du blé ou du maïs permettait une réduction des émissions de CO₂ de 60 % par rapport à l'essence. La réduction est de 22 % avec de l'ETBE issu de ces deux filières.

Un large consensus existe au niveau international pour estimer que les quantités de CO₂ évitées sont importantes mais que, compte tenu des coûts de production et des mesures d'aide, leur coût est très élevé. Ils ne peuvent se justifier que dans une conjoncture de pétrole cher (+ 120 \$/bl) et pour permettre le démarrage de ces filières en Europe.

	g CO ₂ /km du puits à la roue	Facteur de réduction des émissions de CO ₂ par rapport à l'essence
Essence	161	1
Gazole	134	1,2
Éthanol céréale	93	2
Éthanol betterave	50	3
EMHV colza	46	4
EMHV tournesol	36	4
Éthanol de synthèse (bois)	33	5
Éthanol canne Brésil	22	7
Gazole de synthèse (bois)	13	12

b) Impact agricole et environnemental

Avantages : nouveaux débouchés pour la filière agricole

Inconvénients si pratiques culturales intensives classiques:

- concurrence entre la production alimentaire et non alimentaire

- augmentation de certains impacts environnementaux : érosion ; pollution et dégradation des sols ; pollution des eaux par nitrates et pesticides ; réduction de la biodiversité (moins de surfaces non cultivées) ; simplification des paysages.

5.3.6. Consommation

Le Brésil et les Etats-Unis sont les plus gros producteurs de bioéthanol au monde (resp. 38% et 24% de la production mondiale en 2001). 40% du parc automobile brésilien consomme de l'éthanol pur ou en mélange avec l'essence.

La Suède est le plus gros consommateur européen d'éthanol qui est distribué à la pompe en mélange à 5% et 85% ou pur à destination d'autobus adaptés. Une grande partie de l'éthanol consommé en Suède est importée du Brésil.

En France et en Espagne, l'éthanol est principalement utilisé sous forme d'ETBE incorporé à 15% dans l'essence.

	Production			Capacités de production		
	Biodiesel	Ethanol	ETBE	Biodiesel	Ethanol	ETBE
Allemagne	450			1025		
Espagne		80	170		180	375
France	365	90,5	192,5	500	102,9	219
Italie	210			420		
Autriche	25			50		
Danemark	10			40		
Royaume-Uni	3			8		
Suède	1	50		5	60	
Total	1064	220,5	362,5	2048	342,9	594

Tableau 1 : Productions et capacités de production de biodiesel, d'éthanol et ETBE dans différents pays européens en 2002 (en milliers de tonnes par an). Source : EBN, 2003.

5.3.7. Production

a) Coûts de production

L'écart en termes de coûts avec les carburants classiques dépend du cours du pétrole car les biocarburants sont plus onéreux à produire que les carburants classiques.

En 2003, on estime que la production d'un litre de biocarburants coûte 45 centimes d'euros contre 23 centimes pour un litre de carburant, sur la base d'un pétrole à 25 \$ le baril. Ce surcoût de production unitaire se réduit avec la montée du cours du pétrole et disparaîtrait si le cours du pétrole se situait aux alentours de 75 \$ le baril. En outre, le moindre rendement énergétique des biocarburants nécessite un surplus de consommation¹⁸⁸.

Compte tenu des coûts de production et des mesures d'aide, leur coût est très élevé. Ils ne peuvent se justifier que dans une conjoncture de pétrole cher (+ 120 \$/bl) et pour permettre le démarrage de ces filières en Europe.

Il en ressort que si l'éthanol brésilien est d'ores et déjà compétitif, l'éthanol américain peut le devenir si les prix du pétrole se maintiennent autour de 50 \$/bl, en revanche ce n'est pas le cas des biocarburants européens.

	Eth. UE	Eth. Brésil	Eth. USA	EMHV EU	Pétrole à 25 \$/bl	Pétrole à 50 \$/bl	Pétrole à 75 \$/bl
€/l	0,4-0,6	0,23	0,3	0,35-0,65	0,2	0,4	0,6
€/GJ	19-29	11	14	10,5-20	6	12	18

b) Production au niveau mondial

Depuis le lancement des premiers plans biocarburants au début des années 1970, à la suite du premier choc pétrolier au Brésil (programme Proalcool en 1975) et aux États-Unis, la situation a évolué. Il n'est notamment plus question aujourd'hui que les biocarburants puissent remplacer en totalité le pétrole. Il s'agit soit de permettre un remplacement partiel par mélange, soit de développer des filières alternatives grâce aux véhicules « fuel flexible ».

¹⁸⁸ Source : les 4 pages l'Ifen- numéro 108 – nov/dec 2005

Par ailleurs, l'objectif n'est plus de les utiliser pour diminuer la pollution urbaine, ce qui avait été envisagé dans les années 1980, car les progrès spectaculaires de la dépollution des émissions ne les rendent plus indispensables.

Les plans biocarburants lancés à la fin des années 1990 en Europe, au Brésil et aux États-Unis ont maintenant pour préoccupation essentielle l'effet de serre. Les États-Unis ont ainsi retenu l'objectif de 4 % de biocarburants en 2010 et 20 % en 2030 dans les transports.

La production d'éthanol se répartit de la manière suivante : Brésil 62 %, États-Unis 43 %, reste du monde 5 %.

La production d'EMHV a une origine très différente : Allemagne 44 %, France 22 %, Italie 17 %, reste du monde 17 %.

c) Production au niveau européen

Les pays européens n'ont pas de programmes aussi développés et suivis dans le temps que le Brésil ou les États-Unis. Les marchés des carburants sont très différents puisque, en Europe, la motorisation diesel domine avec 60 % de la consommation de carburant. L'Europe est cependant leader mondial pour la production d'EMHV. La production a crû de 35 % par an entre 1992 et 2003, pour atteindre 1,5 Mt.

d) Production au niveau belge¹⁸⁹

La production et la consommation des biocarburants en Belgique aujourd'hui sont nulles. La Commission vient à peine d'agréer le projet de loi sur la défiscalisation. Mais il faut encore attendre un Arrêté Royal pour sa mise en œuvre. Il y a par contre plusieurs projets :

- Biodiesel : Gand (BIORO-Cargill, 200.000 tonnes), Gand (Oleon, 95.000 tonnes) et Feluy (quantité non déterminée aujourd'hui) attendus pour fin 2006, début 2007, en fonction de l'agrément suite à l'appel d'offre qui aura lieu en mai 2006.
- Bioéthanol : Gand (ALCO-Biofuels, 300.000 m³) et Wanze (Südzucker, 300.000 m³) attendus pour fin 2007, début 2008, en fonction de l'agrément suite à l'appel d'offre qui aura lieu en mai 2007.
- huilé végétale pure : déjà plusieurs producteurs en RW et en RF, mais rien d'officiel. Les producteurs doivent d'abord s'inscrire comme entrepôt fiscal, une charge administrative impossible qui en décourage plus d'un pour le moment ...
- Un belge, a présenté Centre de Ressources TEchnologiques en CHimie (le CERTECH) à Seneffe, un procédé qu'il a développé et qui permet de transformer duastique en carburant. Les premiers test de transformation, réalisés l'an dernier avec l'aide du CERTECH, ont donné des résultats très positifs.¹⁹⁰

Le procédé est capable de convertir 100 grammes de polyéthylène basse et haute densité (matières avec lesquelles sont notamment fabriqués les sacs plastiques) en 120 ml d'hydrocarbures légers, 70% de diesel et 30% d'essence, le tout sans benzène, toluène, ni soufre. Une réaction chimique permet de décomposer la matière finie (le plastique) en matière d'origine (le pétrole). Concrètement, la méthode consiste à faire chauffer le mélange à une température précise - pas trop élevée pour ne pas entraver la qualité du carburant - et de capturer les vapeurs dégagées une fois le point d'ébullition atteint. Ce distillat est ensuite utilisé comme hydrocarbure.

Aujourd'hui, une demande de brevet a été déposée et un dossier de demande de subsides a été introduit à la Direction générale des Technologies, de la Recherche et de l'Energie de la Région Wallonne.

5.3.8. La réglementation européenne

La réglementation européenne intervient à deux niveaux : les normes en matière de carburants au sein du marché unique et la directive d'incitation au développement des biocarburants.

a) Les spécifications des carburants

La directive 98/70/CE sur la qualité des carburants fixe les seuils d'incorporation des biocarburants dans l'essence et le gazole afin de respecter la santé publique et l'environnement.

Aujourd'hui, il n'est pas possible, hors flottes captives, d'incorporer plus de 5 % d'EMHV et d'éthanol et 15 % d'ETBE (directive 85/538/CE). Des taux plus élevés sont possibles mais le consommateur doit en être informé

¹⁸⁹ Source - Valbiom 2006.

¹⁹⁰ http://www.7sur7.be/hln/cch/det/art_175900.html

sur les pompes. La masse d'oxygène ne peut être supérieure à 2,7 %. Des États peuvent en outre demander à mener des expérimentations.

Pour l'éthanol, il est toutefois possible, dans le cadre actuel, en incorporant 15 % d'ETBE, d'y inclure jusqu'à 7 % d'éthanol et ainsi de dépasser le seuil limite d'incorporation directe.

b) L'incitation au développement des filières biocarburants

Le développement des biocarburants résulte de deux directives européennes :

- la directive sur la promotion des biocarburants (2003/30/CE) qui fixe des objectifs indicatifs dans le secteur des transports routiers : 2 % en 2005 et 5,75 % en 2010, calculés sur une base énergétique, soit pour l'éthanol 2,9 et 8,3 % en volume, et pour l'EMHV 2,2 et 6,4 %.
- la directive (2003/96/CE) sur la fiscalité des biocarburants rendant possibles des mesures de défiscalisation. Seuls des taux d'accises minimum sont votés par l'UE. De fait, *le niveau de défiscalisation est très variable d'un pays à l'autre :*

- En 2003, pour l'EMHV, 350 €/m³ en France avec un quota de 317 500 t/an, 470 €/ m³ en Allemagne sans quota, 403 €/ m³ en Italie avec un quota de 300 000 t/an, 290 €/ m³ en Autriche, totale en Espagne soit 294 €/ m³, 344 €/ m³ en Suède et 138 €/ m³ au Royaume-Uni.

- Pour l'éthanol, la situation est identique : 380€/ m³ en France, 654 €/ m³ en Allemagne, 390 €/ m³ en Espagne (exemption totale), 520 €/ m³ en Suède (exemption totale) et 138 €/ m³ au Royaume-Uni.

Ces mesures de défiscalisation représentent un coût financier très élevé, mais ne sont pas du tout perceptibles par les conducteurs. L'IFP a fait la simulation suivante pour la France :

Défiscalisation	Prix à la pompe	Carburant pétrolier pur	Impact sur le consommateur
Gazole 5% EMHV	0.787 €/l	0.801 €/l	- 0.014 €/l
Essence 5% éthanol	0.991	1.005	-0.014

Sans défiscalisation	Prix à la pompe	Carburant pétrolier pur	Impact
Gazole 5 % EMHV	0.807	0.801	+ 0.006
Essence 5 % éthanol	1.013	1.005	+ 0.008

c) Stratégies de l'UE en faveur des biocarburants

Dans le cadre de son approche globale sur les questions énergétiques, l'Union européenne promeut les biocarburants dans le but de i) réduire les émissions des gaz à effet de serre, ii) de diversifier les sources d'approvisionnement énergétique et iii) de développer des technologies de substitution à long terme au pétrole fossile.

La Commission a proposé une stratégie (COM(2006) 34 final - février 2006) de l'Union européenne pour les biocarburants visant à refléter l'état actuel des connaissances et à préparer la voie aux développements d'avenir. Elle est assortie d'une évaluation d'impact qui compare trois options d'action future.

Les trois objectifs principaux sont :

3. l'action en faveur des biocarburants tant au sein de l'UE que dans les pays en développement;
4. la préparation de l'utilisation à grande échelle des biocarburants grâce à l'amélioration de leur compétitivité en termes de coût et au renforcement de la recherche dans le domaine des carburants de la «deuxième génération»; et enfin,
5. l'aide aux pays en développement dans lesquels la production de biocarburants pourrait stimuler une croissance économique durable.

L'utilisation accrue des biocarburants se traduira par de nombreux avantages, notamment :

- la réduction de la dépendance de l'Europe à l'égard des importations de combustibles fossiles,
- la limitation des émissions de gaz à effet de serre,
- de nouveaux débouchés pour les agriculteurs, et
- de nouvelles possibilités économiques pour un certain nombre de pays en développement.

La stratégie définit SEPT axes d'action prioritaires pour encourager la production et l'utilisation de biocarburants.

6. Stimuler la demande de biocarburants.

- les États membres à privilégier les biocarburants (y compris les produits de la deuxième génération) et des obligations concernant l'utilisation des biocarburants seront mises à l'étude.
- favoriser l'emploi de véhicules propres et efficaces du point de vue énergétique.

7. Agir en faveur de l'environnement.

La Commission examinera la manière dont les biocarburants peuvent contribuer au mieux à la réalisation des objectifs en matière d'émissions; elle s'attachera à garantir la durabilité de la culture des matières premières utilisées dans la fabrication des biocarburants et réexaminera les valeurs seuils de la teneur en biocarburants dans l'essence et le diesel.

8. Développer la production et la distribution de biocarburants.

La Commission proposera la mise en place d'un groupe spécial chargé d'analyser les possibilités offertes par les biocarburants dans le cadre des programmes de développement rural, et renforcera ses mesures de surveillance afin d'éviter la discrimination à l'égard de leur utilisation.

9. Étendre le champ d'approvisionnement en matières premières.

La Commission va inclure la production de sucre en vue de la fabrication de bioéthanol dans les régimes d'aide au titre de la PAC. Elle étudiera les possibilités de transformer les stocks de céréales d'intervention, financera une campagne d'information à l'intention des agriculteurs et des propriétaires de forêts, présentera un plan d'action pour la sylviculture et examinera les possibilités d'utilisation des sous-produits d'origine animale et des déchets propres.

10. Renforcer les possibilités commerciales.

La Commission étudiera la possibilité de présenter une proposition concernant des codes douaniers distincts pour les biocarburants; elle adoptera une approche équilibrée dans les négociations commerciales avec les pays producteurs d'éthanol, et elle présentera des propositions de modification de la norme biodiesel.

11. Aider les pays en développement.

La Commission veillera à ce que les mesures en faveur des pays ACP signataires du protocole sur le sucre touchés par la réforme du régime sucrier de l'UE puissent être utilisées pour favoriser le développement de la production de bioéthanol. Elle mettra au point un paquet cohérent de mesures d'aide aux pays en développement dans le domaine des biocarburants et étudiera les moyens de soutenir au mieux les plateformes nationales et régionales de biocarburants.

12. Recherche et développement.

La Commission continuera de soutenir le développement d'une «plateforme technologique sur les biocarburants» conduite par l'industrie, qui formulera des recommandations sur la recherche à mener dans ce secteur. Le 7e programme-cadre accordera une priorité essentielle aux biocarburants, en particulier au concept de «bioraffinerie» (recherche d'une utilisation optimale de toutes les parties de la plante), et aux biocarburants de la deuxième génération. Les activités de recherche devraient permettre de réduire considérablement après 2010 les coûts de production. Par l'intermédiaire du programme «Énergie intelligente pour l'Europe», la Commission financera la mise sur le marché et la diffusion de technologies éprouvées.

d) Un exemple de stratégie nationale en Europe : la Suède

En Europe, la Suède se place désormais comme le laboratoire européen de la généralisation de l'usage de l'éthanol. Les premières expérimentations débutées il y a plus de 15 ans sur les flottes captives de bus se sont accompagnées du développement d'un réseau de distribution d'éthanol pur unique en Europe. Aujourd'hui 150 stations le proposent, elles devraient être 300 en janvier 2006 et un millier en 2008, soit une sur quatre.

La Suède est aujourd'hui le premier consommateur européen d'éthanol, dont plus de 80 % sont importés du Brésil. L'éthanol y est totalement exempt de taxe jusqu'en 2013. Cela lui permet d'être 40 % moins cher que l'essence à la pompe.

Des mesures supplémentaires d'accompagnement ont été prises au niveau local (gratuité du parking) ou à l'initiative d'entreprises privées (réduction des polices d'assurance).

5.3.9. Filières futures : la biomasse - une réelle opportunité à long terme et un enjeu de recherche

a) Introduction

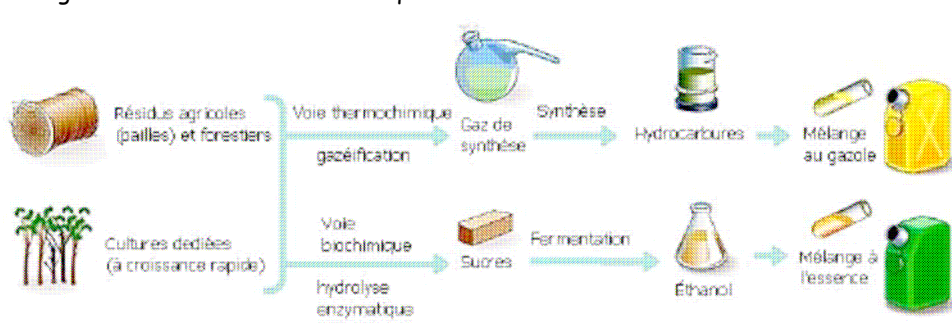
Les limitations inhérentes aux biocarburants d'origine agricole : quantité et coût, conduisent à envisager la production de biocarburants de manière chimique et industrielle à partir de la totalité des plantes et plus généralement de la biomasse.

Le saut qualitatif entre la génération actuelle de biocarburants et la prochaine peut être schématisé grâce au tableau suivant présenté par M. Daniel Le Breton (Total) lors de l'audition publique que vos rapporteurs ont organisé le 18 octobre 2005 :

Ressource actuelle	1 ^{ère} génération	2 ^e génération
Alcool (bio-éthanol), et huiles (colza, tournesol..)	Les éthers et les esters, issus des alcools et des huiles	Les bio-hydrocarbures de synthèse issus de la biomasse au sens large
Fortement oxygénés, ils posent des problèmes de logistique ou de compatibilité avec les moteurs. Leur ressource est limitée (surfaces,	Entièrement compatibles et fongibles avec les carburants conventionnels, mais contenant encore de l'oxygène, limité en %	Chimiquement identiques aux hydrocarbures fossiles, et donc substituables aux carburants classiques mais
cultures dédiées, transformation)	par la Directive	renouvelables Souplesse plus grande par la multiplicité des ressources

b) Les filières futures : Biomass to liquid (BtL)

Les filières du futur visent à transformer non pas seulement les graines ou racines des plantes agricoles en carburant, mais l'ensemble de la plante ou biomasse. Au-delà même des plantes agricoles, il s'agit de tirer parti de tous les déchets de la biomasse, par exemple de l'exploitation forestière. Ces procédés sont regroupés sous la dénomination anglo-saxonne de « biomass to liquid » ou BtL.



c) Une solution écologique et économique ?

L'étude ADEME-DIREM de 2002 a permis d'évaluer à 90 % au lieu de 70 % les gains de CO₂ entraînés par la production d'un gazole issue de la biomasse.

d) Une solution économique ?

L'IFP a présenté à vos rapporteurs une prévision optimiste de l'évolution des coûts permettant d'espérer une baisse significative avec l'industrialisation des procédés.

	Aujourd'hui	Demain	Après-demain
Ethanol ex-lignocellulose	0.36 \$/l	0.29 \$/l	0.19 \$/l
	17 \$/GJ	14 \$/GJ	9 £/GJ
BtL		0.8 \$/l	0.4 \$/l
		21 \$/GJ	11 \$/GJ

5.3.10. Conclusions

Les principaux bénéfices potentiels sont :

- émission de GES ;
- autres émissions de polluants ;
- sécurité énergétique ;
- balance commerciale ;
- revenu du secteur agricole, emplois et développement rural.

Les principaux coûts potentiels sont :

- coûts plus élevés des carburants ;
- augmentation de certaines émissions de polluants ;
- prix plus élevés des produits agricoles ;
- autres impacts environnementaux liés à l'utilisation intensive de la terre, perte de biodiversité.

En termes de conclusions :

- Les biocarburants sont parfaitement compatibles avec les motorisations modernes sans modification à hauteur de 30 % pour le biodiesel, 10 % pour l'éthanol et 15 % pour l'ETBE. Avec modifications des moteurs et des normes antipollution, des taux supérieurs à 85 % sont possibles.
- Les biocarburants présentent un réel avantage, dès maintenant, pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. C'est même la seule solution disponible pour toucher l'ensemble du parc automobile et s'affranchir des contraintes de renouvellement.
- Les biocarburants européens ne sont pas aujourd'hui compétitifs par rapport au pétrole, sauf dans le cadre d'un prix durablement supérieur à 120 \$ le baril au minimum. Le coût de la tonne de CO₂ évitée est plus de trois fois celui du prix du marché.
- L'Europe paraît en retard dans ce domaine par rapport aux États-Unis et au Brésil.

5.4. Comparaison des émissions de polluants entre les différents combustibles ¹⁹¹

Elektrische wagens hebben geen emissies bij hun gebruik. Bij de produktie van elektriciteit om de batterij van de elektrische wagen terug op te laden, komen echter wel emissies vrij. Indien men zich enkel zou baseren op de homologatietesten voor het bepalen van een milieuscore, dan zullen elektrische wagens altijd de hoogste milieuscore hebben. Teneinde de invloed van de elektriciteitsproduktie en transport mee in rekening te brengen zijn verschillende denkwijze mogelijk.

- Klassiek wordt de gemiddelde samenstelling van het elektriciteitsproduktie-park genomen. Dit is voor elektrische voertuigen de meest pessimistische benadering. Het is vergelijkbaar met voor alle klassieke thermische voertuigen slechts 1 emissieniveau te nemen overeenkomstig met het gemiddelde van het hele wagenpark.
- Door de introductie van elektrische wagens zal meer elektriciteit geproduceerd moeten worden (10% EV = 1.375 % extra Elektriciteitsproduktie ¹⁹²). Men zou dus ook kunnen opteren om rekening te houden met de investeringsstrategieën van de elektriciteitsproducenten. Nieuwe elektriciteitscentrales zijn meestal STEG-aardgas-centrales of gebaseerd op hernieuwbare energiebronnen (voornamelijk windenergie).

¹⁹¹ Etude VUB, CESE pour le compte de l'IBGE, Schone voertuigen, VERSLAG WP1, "Definitie van het begrip Schone Voertuigen"

¹⁹² 10% EV's van 5 milj voertuigen in België = 500.000 EV's, met een verbruik van 220Wh/km x 10.000km/jaar = 2.2 MWh/jaar 500.000 EV x 2.2 MWh/jaar = 1100 GWh op een totaal elektriciteitsverbruik van 80 000 GWh = 1.375 %

- Voor het Brusselse Gewest zou men kunnen opteren om de dichtstbijzijnde centrale als referentie te gebruiken (STEG centrale van Drogenbos). De elektriciteitsverbruik in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is echter niet uitsluitend afkomstig van deze centrale, daar dit afhankelijk is van de ogenblikkelijke vraag aan elektriciteit.
- Tevens zou men kunnen rekeninghouden met de vraag-productie-eenheid relatie in functie van de tijd. Men zou kunnen veronderstellen dat de meeste wagens opgeladen worden tijdens de nacht, daar ze op dat ogenblik niet gebruikt worden in dienstverband. 's Nachts wordt de elektriciteit voornamelijk geproduceerd door nucleaire energie, waarbij geen emissies gepaard zijn.
- De vrijmaking van de elektriciteitsmarkt zal het mogelijk zijn om regio per regio elektriciteit te bestellen met bijvoorbeeld nulmissies.

In analogie met de benadering voor de achtergrondemissies van elektrische wagens, moet men eveneens rekeninghouden met de achtergrondemissies van wagens die gebruik maken van een verbrandingsmotor. Voor sommige brandstoffen kunnen deze emissies eveneens niet verwaarloosbaar zijn.

Voor verschillende brandstoffen werden de life-cycle emissies berekend rekeninghoudend met de ontginning en transport van ruwe olie (of andere grondstof), raffinage en distributie van de brandstof. Voor de biodiesel is de invloed van de landbouw mee in rekening genomen.

Deze emissies kunnen berekend worden in functie van de energie-inhoud van de verbruikte brandstof (in kWh). Tabel hieronder geeft een overzicht van deze emissies (gemiddelde voor België)

Tableau : Achtergrond emissies voor brandstofproductie ((m)g/kWh¹⁹³)

	CO ₂ g/kWh	CO mg/kWh	NO _x mg/kWh	NMHC mg/kWh	CH ₄ mg/kWh	SO ₂ mg/kWh	PM mg/kWh
Benzine	33.1	18.4	151.9	761.4	62.6	236.2	8.6
Diesel	24.5	16.6	129.6	315.4	56.5	174.2	3.6
LPG	21.6	14.8	116.3	202.7	58.0	114.1	5.4
Kerosene	23.0	16.2	130.7	298.4	57.6	192.6	4.3
Zware olie	19.8	14.4	114.5	283.7	53.3	100.4	4.3
CNG	14.8	5.0	38.2	99.0	805.3	60.8	2.9
Bio brandstof - RME	108.7	493.2	871.9	280.4		245.5	66.6
Elek(Mix-1995)	339.5	60.1	1041.8	44	865	1920.6	97.9
Elek (STEG-1995)	447.5	78	495	129	266	0	0
Elek (Kern- & hernieuwbare)	0	0	0	0	0	0	0
Elek (USA 97) [Erreur ! Signet non défini.]	647	95	2031	10	8	2114	70
Elek (Elektrabel 2000)	280		510		1.2	450	51

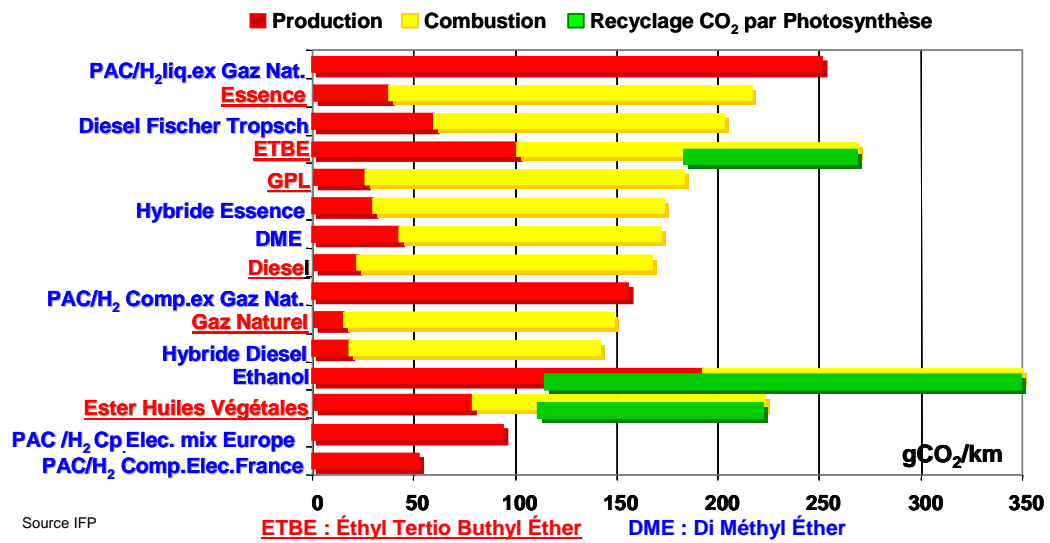
Merk op dat in de USA meer dan de helft van de elektriciteit opgewekt wordt met (vervuilende) steenkool.

De productie van aardgas (CNG) geeft zeer lage emissies tengevolge van de beperkte proces vereisten. Vloeibare brandstoffen gebaseerd op aardolie vereist een grotere productie inspanning waardoor de emissies hoger liggen. De emissies geassocieerd aan de productie van RME liggen heel wat hoger tengevolge van het intensief landbouwproces dat hier mee gepaard gaat. De grootste emissies zijn terug te vinden bij de productie van elektriciteit afkomstig van niet-hernieuwbare energiebronnen. Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat tijdens het gebruik van elektriciteit in het voertuig er geen emissies voorkomen, in tegenstelling tot de andere brandstoffen.

La figure suivante présente une synthèse des différences d'émission de CO₂ entre les différents types de combustibles :

¹⁹³

Voor de brandstoffen wordt de energie-inhoud van de verbruikte brandstof gebruikt en voor elektriciteit de verbruikte elektriciteit aan het net om de batterij terug op te laden



6. Identification des technologies les plus performantes¹⁹⁴

6.1. Introduction

Ce chapitre vise à identifier pour chaque catégorie de véhicules (voitures particulières, utilitaires légers, utilitaires lourds et autobus, deux-roues), la ou les technologies les plus susceptibles d'être utilisées dans le cadre de la constitution de flottes de véhicules propres à court terme en Région de Bruxelles-Capitale.

Cette identification repose sur l'application systématique d'un certain nombre de critères aux différentes technologies potentielles au sein de chaque catégorie de véhicule.

Le premier critère concerne la maturité technique et la disponibilité à court terme de la technologie sur le marché. L'objectif visé étant l'introduction de véhicules propres dans un avenir relativement rapproché, il s'agit d'identifier en premier lieu les technologies qui seront physiquement présentes sur le marché lors de l'entrée en vigueur de l'Ordonnance ou dans l'année qui suit celle-ci. Ce premier critère permet déjà de restreindre le spectre des technologies potentielles.

Les infrastructures requises par chacune des technologies disponibles sont ensuite décrites. Celles-ci jouent un rôle important dans le développement potentiel d'une technologie par rapport aux autres, certaines disposant de réseaux relativement étendus et bon marché, d'autres étant encore à créer et souvent coûteuses.

Il s'agit de ne retenir que les technologies qui peuvent être considérées comme propres et de déterminer les meilleures options sur base des performances environnementales. Celles-ci concernent non seulement les émissions polluantes des véhicules mais également leur consommation énergétique et ceci aussi bien lors de l'utilisation du véhicule et que lors de la production de la source d'énergie utilisée (carburant ou électricité).

A cette fin, les résultats des premières applications de la méthodologie Ecoscore. Les différentes technologies présélectionnées sont ensuite comparées sur base de différents critères dont le plus déterminant est sans doute l'analyse des coûts associés à chacune d'elles. L'analyse de sensibilité a quant à elle permis de déterminer l'influence des différents paramètres intervenant dans le calcul du coût au kilomètre. Parmi ceux-ci, le type d'usage notamment en termes de prestations kilométriques journalières et annuelles ou la disposition d'infrastructures de ravitaillement jouent un rôle important et peuvent influencer directement le choix d'une technologie.

Une série d'autres aspects sont également pris en ligne de compte pour identifier certains avantages complémentaires d'une technologie par rapport aux autres. Ces aspects concernent l'autonomie des véhicules, le temps de ravitaillement ou de recharge ainsi que la sécurité de la technologie considérée.

Finalement, l'analyse de chaque catégorie de véhicules se clôture par un certain nombre de conclusions et de recommandations.

La plupart des considérations relatives aux nouvelles technologies étant valables pour l'ensemble des catégories de véhicules, elles seront rassemblées dans un premier paragraphe. Les considérations spécifiques à chaque catégorie prise séparément seront ensuite exposées.

6.2. Considérations générales

6.2.1. Maturité technique et disponibilité sur le marché

D'une façon générale, outre les motorisations traditionnelles essence et diesel qui sont déjà très bien implantées, les véhicules au LPG, au gaz naturel et électrique sont actuellement les plus susceptibles d'être considérés dans le cadre du renouvellement de la flotte existante par des véhicules propres.

Dans une perspective à court terme, la technologie alternative pour laquelle l'offre la plus importante existe actuellement est la technologie LPG pour les véhicules légers (cf. pour les véhicules lourds, l'adaptation du moteur diesel est plus délicate et pourra encore être améliorée dans les années à venir). Outre la conversion de véhicules traditionnels et la possibilité de fonctionner en mode « bi-fuel » (essence et LPG) pour les véhicules légers, une offre de plus en plus importante existe pour des véhicules spécialement conçus pour fonctionner au LPG (moteurs dédiés) et donc de façon plus efficace et plus propre (cf. réglage moteur optimisé pour le fonctionnement au LPG). En ce qui concerne les véhicules lourds (utilitaires lourds, bus et autocars), la principale alternative actuelle est le gaz naturel comprimé (GNC). Les moteurs diesel sont transformés et dédiés

¹⁹⁴ Etude VUB, CESE pour le compte de l'IBGE, Schone voertuigen, VERSLAG WP5, "Perspectives bruxelloises à court terme"

(monocarburant) à ce nouveau type de carburant, avec le petit inconvénient d'avoir une autonomie quelque peu rabaissée par rapport au diesel.

Certains constructeurs automobiles ont également une offre pour des voitures électriques et/ou au gaz naturel mais l'offre reste inférieure à celle des véhicules LPG (exception faite pour les véhicules lourds au GNC dont plusieurs marques et modèles sont disponibles sur le marché, ce qui n'est pas encore le cas pour les LPG).

Plus spécifiquement pour les véhicules électriques, l'offre actuellement disponible concerne surtout les voitures particulières, les utilitaires légers et les deux-roues. Pour cette dernière catégorie, les véhicules électriques constituent d'ailleurs la seule alternative propre disponible actuellement même si des scooters LPG sont également prêts à être commercialisés.

Par contre, il n'est pas encore possible de disposer de biocarburants¹⁹⁵ ou d'alcools (méthanol et éthanol) à la pompe. Les biocarburants pourraient néanmoins être également pris en considération à moyen terme, principalement le biodiesel, en raison de la volonté manifestée récemment par la Commission Européenne de favoriser ces carburants qui, d'après une proposition de directive récente, devraient constituer à partir de 2005 2% de l'ensemble de l'essence et du carburant diesel vendu pour le transport sur le marché.

En ce qui concerne les véhicules hybrides, l'offre actuelle se limite à la Toyota Prius au niveau des voitures particulières et à la Renault Kangoo au niveau des petits utilitaires. Au niveau des autobus, un certain nombre de modèles sont également disponibles actuellement. A plus long terme (10 ans), les piles à combustibles devraient venir compléter l'offre des véhicules électriques à batteries.

6.2.2. Infrastructures de ravitaillement

Si les motorisations essence et diesel disposent d'un réseau de station assez étendu en Belgique, ce n'est pas encore le cas pour toutes les technologies alternatives.

Beaucoup de ces stations sont également équipées de système de distribution pour le LPG qui, le gaz étant stocké à l'état liquide, sont généralement simples et bon marché (mêmes infrastructures que pour l'essence ou le diesel).

Par contre, pour le gaz naturel, le nombre de station de ravitaillement est encore très limité en Belgique et des infrastructures spécifiques doivent donc être prévues dans le cadre d'utilisation pour des flottes urbaines ce qui a tendance à limiter l'usage de cette technologie au cas de flottes captives importantes où l'investissement dans des infrastructures est économiquement rentable.

En ce qui concerne les véhicules électriques, ceux-ci sont tous munis en Europe d'un chargeur embarqué qui peut être relié à une prise de courant domestique. A côté des prises de courant privées, qui sont présentes dans les habitations, il y a un manque dans notre pays de stations de recharge publiques.

Les infrastructures nécessitées par les véhicules hybrides ou à pile à combustible dépendent du carburant utilisé. Dans le cas où une recharge complémentaire des batteries est nécessaire, les mêmes infrastructures que celles pour les véhicules électriques pourront être sollicitées.

6.2.3. Performances environnementales

6.2.3.1. Consommation énergétique

En ce qui concerne la consommation d'énergie, aussi bien les consommations énergétiques directes et indirectes doivent être prises en compte. La consommation énergétique directe (« Tank-to-Wheel ») est couplée à l'utilisation de la voiture (consommation de carburant ou d'électricité). La consommation énergétique indirecte est liée à la production et à la distribution des carburants (« Well-to-tank »).

Nous reprenons au tableau suivant la synthèse de l'analyse comparative des différentes technologies disponibles. Il faut mentionner qu'il s'agit de valeurs indicatives générales. Les consommations énergétiques réelles des véhicules dépendent en effet de nombreux facteurs tels que le réglage du moteur, le comportement de conduite, les conditions de circulation, la catégorie de véhicules considérée, les accessoires, etc.

Tableau : Synthèse de l'analyse comparative des consommations énergétiques des différentes filières technologiques (par rapport à l'essence).

Energie	Diesel	LPG	CNG	Biodiesel	Alcools	EV	FEV	HEV
---------	--------	-----	-----	-----------	---------	----	-----	-----

¹⁹⁵ En Belgique, il n'existe pas encore d'infrastructure de production et de distribution de biogaz ou d'alcools. Par contre, une petite production de biodiesel est réalisée dans la région de Feluy mais elle est actuellement exportée car aucune application de mélange et/ou de distribution du carburant n'est disponible dans notre pays.

<i>Directe</i>	70 - 90% /essence	85 - 104% /essence	80 - 125% /essence	85 - 90% /essence	105 - 125% /essence	25 - 30% /essence		
<i>Primaire (= directe + indirecte)</i>	70 - 90% /essence	80 - 100% /essence	80 - 115% /essence	63 - 120% /essence	105 - 120% /essence	25 - 80% Dép. prod. Électr.		50 - 90% Dép. carburant et type de propulsion

Par rapport aux véhicules à essence, les véhicules diesel consomment de 10 à 15% de moins d'énergie directe et primaire. Un véhicule fonctionnant au biodiesel a des performances analogues à celles d'un véhicule diesel en terme de consommation énergétique.

La consommation énergétique directe des véhicules LPG varie suivant qu'il s'agit d'une installation en première monte ou pas. Le principe de combustion retenu - mélange stœchiométrique ou pauvre - joue également un rôle, la combustion en mélange pauvre étant plus efficace et plus économe en énergie. D'une façon générale, les véhicules LPG ont une consommation énergétique qui se situe entre celles des véhicules diesel et essence. Au niveau de leur consommation énergétique indirecte, ils sont par contre nettement plus économes. Pour les voitures particulières, le bilan global est en faveur des véhicules LPG qui permettraient une réduction de la consommation énergétique de 20% par rapport aux voitures à essence et de 10% par rapport aux voitures diesel. La consommation varie quelque peu selon qu'il s'agit d'un véhicule léger (moteur essence transformé) ou d'un véhicule lourd (moteur diesel transformé). Dans ce dernier cas en effet, la combustion est de moins bonne qualité.

La consommation d'un véhicule au GNC dépend de la technologie du moteur utilisé. Pour les véhicules bi-fuel (qui fonctionnent aussi bien à l'essence qu'au gaz naturel), il n'est pas possible d'être optimisé à la fois pour l'essence et pour le gaz, ce qui conduit à une surconsommation de 10% pour le fonctionnement au gaz par rapport aux véhicules à essence. Pour des véhicules légers dédiés et équipés d'un moteur spécifiquement mis au point pour l'utilisation de gaz naturel, la consommation d'énergie peut descendre jusqu'à 80% de celle des véhicules à essence.

Un moteur électrique a un rendement beaucoup plus élevé (80 à 90%) que son équivalent thermique (10 à 30%) et consomme par conséquent beaucoup moins d'énergie, même si l'on tient compte du coût énergétique pour la production d'électricité. Les véhicules électriques peuvent consommer jusqu'à 75% d'énergie directe et indirecte en moins que les véhicules à essence, en fonction du mode de production de l'énergie électrique.

Le rendement global d'un véhicule électrique à pile à combustible dépend de la manière dont le carburant est produit. Si on fait appel à de l'électricité produite par de l'énergie éolienne ou solaire pour produire de l'hydrogène par hydrolyse, le rendement énergétique global n'est pas très élevé mais il n'y a aucune émission. Ces sources d'énergie étant renouvelables, le problème de la limitation des matières premières, comme c'est le cas pour les sources d'énergie traditionnelles, ne se pose pas. Cet avantage peut également être exploité dans le cas des véhicules électriques utilisant de l'énergie électrique produite par des sources renouvelables.

Le rendement d'un véhicule électrique hybride ne dépend pas seulement de la topologie du système de transmission et du système de contrôle choisis mais également du carburant. D'une façon générale, les véhicules hybrides ont un rendement énergétique meilleur que leurs homologues essence et diesel, mais moins bon qu'un véhicule purement électrique.

6.2.3.2. Emissions

Par rapport aux émissions d'un véhicule à essence, les véhicules diesel ont des émissions plus importantes pour les NOx, les particules et le dioxyde de soufre et des émissions plus faibles de monoxyde de carbone, de composés organiques volatils et de dioxyde de carbone.

Par rapport au carburant diesel traditionnel, le biodiesel permet des réductions d'émissions à la fois pour les polluants locaux et pour les gaz à effet de serre. Il ne contient pas d'aromatiques (hydrocarbures cancérigènes tels que le benzène) et uniquement du soufre à l'état de traces. D'après les données MIRA, le biodiesel émettrait entre 60% et 63% moins de CO₂ que l'essence ou le diesel et nettement moins de CO. Il réduirait les émissions de COV mais accroîtrait celles de NOx. Il émettrait moins de particules que le diesel mais plus que l'essence. Le réglage moteur permet à lui seul de réduire considérablement les émissions de NOx. Par contre, au niveau des émissions associées à la production du carburant, la filière biodiesel pollue plus (voire beaucoup plus) que la filière diesel traditionnelle. Comme pour tous les biocarburants, les émissions de CO₂ sont compensées par l'absorption de CO₂ lors de la croissance des cultures bien que des émissions de CO₂ supplémentaires aient lieu du fait de l'utilisation d'énergie lors de la culture et de la production. Une réduction de la biodiversité dans certains

cas ainsi que des utilisations élevées d'engrais et de pesticides sont également à signaler parmi les effets négatifs potentiels de ce type de carburants.

Si les véhicules au LPG sont montés correctement, les émissions seront dans tous les domaines nettement plus basses que celles des véhicules conventionnels.

En ce qui concerne les véhicules au gaz naturel, il n'y a qu'au niveau des émissions de COV qu'ils peuvent émettre davantage (2,3 fois plus) que les véhicules à essence. Mais ces émissions sont essentiellement (plus de 90%) constituées de méthane qui est préoccupant principalement pour le réchauffement climatique mais qui, par contre, ne contribue pas à la formation d'ozone troposphérique et n'a pas d'effet sur la santé. Néanmoins, en terme d'émissions de COV nocives pour la santé (notamment pour le cancer), le bilan est nettement favorable au gaz naturel.

Si l'on tient compte non seulement de l'utilisation mais également de la production (raffinage, transport et distribution), les véhicules légers au gaz naturel ou au LPG ont des émissions de CO₂ comparables ou légèrement inférieures à celle des véhicules diesel et 20% plus faibles que celles des véhicules à essence. Pour les véhicules lourds, les performances dépendent notamment du type de technologie utilisé (mélange pauvre ou stœchiométrique).

Le principal attrait des véhicules électriques est qu'ils n'émettent eux-mêmes aucune émission. Si l'électricité qu'ils consomment était produite par des sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie éolienne, solaire ou hydraulique, alors le véhicule n'émettrait pratiquement rien. La manière dont l'électricité est produite, notamment la composition du parc de production d'électricité, est déterminante pour les émissions associées à ces véhicules.

Les émissions de véhicules hybrides dépendent principalement du carburant utilisé et de la configuration adoptée (parallèle, série, mixte). En réalité, en raison du concept même des véhicules hybrides, ces émissions devront être beaucoup plus faibles que pour des véhicules conventionnels avec un moteur thermique. Les véhicules hybrides peuvent également faire appel aux avantages environnementaux liés dans certains cas à la production d'énergie électrique lorsqu'ils sont connectés au réseau pour la recharge de leurs batteries.

6.2.4. Coûts

6.2.4.1. Principales catégories de coûts

En ce qui concerne le coût des carburants, les carburants alternatifs peuvent s'avérer significativement moins chers pour le consommateur que les carburants traditionnels, en raison notamment d'un traitement préférentiel au niveau des taxes. Les véhicules électriques peuvent pour leur part tirer profit d'une électricité bon marché en dehors des heures de pointes en rechargeant pendant la nuit.

Par contre, les véhicules alternatifs sont généralement plus chers à l'achat que les véhicules traditionnels (même après réduction de taxes et subsides), particulièrement pour les véhicules électriques et ceux à piles à combustible. Pour les véhicules au GNC et au LPG, la différence de coûts est moins significative, et beaucoup de véhicules diesel récents sont capables d'utiliser le bio-diesel (en mélange de maximum 30% avec du diesel conventionnel) après simplement quelques réglages mineurs du moteur. Pour une utilisation de biodiesel pur ou en mélange supérieur à 30%, certaines modifications plus complexes sont nécessaires.

Pour les véhicules électriques, le principal obstacle en matière de coûts est le coût de la batterie. Les batteries devant être remplacées après quelques années, ceci peut revenir à un surcoût de plusieurs milliers d'Euros pour une voiture de taille moyenne. Le risque financier pour l'utilisateur final que cela engendre peut néanmoins être réduit par la possibilité de louer à bail la batterie (leasing). A l'avenir, le coût des batteries pourrait diminuer du fait d'une production de masse et de développements techniques.

Les coûts de maintenance pour des véhicules alternatifs peuvent être plus faibles que pour les véhicules traditionnels en raison de leur plus grande propreté de la carburation et du fonctionnement plus doux du moteur, ce qui réduit l'usure et la casse. Certains problèmes peuvent se produire en raison des propriétés lubrifiantes réduites et des risques de corrosion accrus de certains carburants alternatifs tels que les alcools, mais ceci peut être partiellement résolu par le développement d'additifs spécifiques. La maintenance des véhicules électriques peut quant à elle être beaucoup plus simple et bon marché que celle des moteurs à combustion interne. La principale difficulté réside actuellement dans la fourniture d'infrastructures de maintenance adaptées comprenant un personnel formé et la disponibilité de pièces de rechange.

En ce qui concerne le coût des infrastructures, un investissement important est nécessaire pour installer une nouvelle pompe pour un carburant alternatif ou un point de ravitaillement. Cependant, du fait que ces carburants sont habituellement moins chers que les carburants traditionnels, il y a un intérêt pour un fournisseur de

carburant de payer une installation et de récupérer ensuite ces frais en faisant payer le carburant légèrement plus cher.

Finalement, les coûts sur l'ensemble de la vie d'un véhicule pour un consommateur dépendent fortement des niveaux de taxation des carburants. A titre d'exemple spécifique à la Grande-Bretagne, la Task Force pour les véhicules propres mise en place dans ce pays a estimé les coûts publics (c'est-à-dire avant les taxes et sans les subsides) d'une série de carburants comparés à l'essence (pour des voitures et des camionnettes) et au carburant diesel (pour les autobus). Toutes les technologies considérées sont actuellement plus chères avant les taxes que les options essence et diesel aussi bien pour les véhicules légers que lourds. Cependant, le coût pour l'utilisateur sera plus bas en raison des avantages en termes de taxes et des subsides disponibles actuellement, qui, dans certains cas, permettent de faire des économies sur les coûts sur l'ensemble de la vie du véhicule. De plus, les coûts des véhicules devraient diminuer dans le futur.

A plus long terme, si l'intérêt pour les nouveaux carburants se poursuit, les coûts d'achat des véhicules et des infrastructures diminueront fortement. Cela sera dû en partie à des améliorations techniques et en partie à une échelle de production accrue. Par ailleurs, si les restrictions en terme de pollution s'intensifient, les véhicules conventionnels deviendront plus chers se rapprochant et égalant dans certains cas le prix des véhicules alternatifs. Pour les carburants dérivant de ressources soutenables (bio-carburants et électricité renouvelable), le coût du carburant peut devenir plus compétitif également si les ressources en pétrole et en gaz se raréfient et que leurs prix grimpent.

Il est important également de signaler que les coûts considérés pour l'analyse économique réalisée dans le cadre de cette étude et dont les principaux résultats sont résumés dans les paragraphes qui suivent, sont des coûts non-négociés. Comme cela est décrit au Chapitre VI, la constitution de consortiums pour la réalisation d'achats groupés permettrait de réduire, parfois assez nettement, les coûts d'achat ou de location associés aux nouvelles technologies de véhicules.

6.2.4.2. Analyse détaillée des coûts d'infrastructures

Cette catégorie de coûts étant indépendante de la catégorie de véhicules considérée, nous en donnons ici une analyse détaillée. Une analyse plus spécifique des autres coûts sera fournie pour chaque catégorie de véhicule prise séparément dans la suite du rapport.

Parmi les carburants envisagés, certains bénéficient actuellement d'un large réseau de distribution comme l'essence, le diesel et dans une moindre mesure le LPG. D'autres nécessitent la mise en place d'infrastructures spécifiques de ravitaillement plus ou moins onéreuses, n'ayant pas encore l'avantage économique de la diffusion à grande échelle.

Etant donné que les coûts de ces infrastructures varient fortement en fonction de la taille de l'installation et de l'usage qui en est fait, il est difficile de les inclure dans le prix au km des véhicules étudiés. Les prix des carburants utilisés pour les calculs réalisés dans le cadre de cette étude englobent un coût moyen d'infrastructure mais qui peut être très différent selon la situation spécifique des utilisateurs. Le surcoût lié à la modification des véhicules pour les adapter à leur nouveau carburant est inclus dans le prix d'achat du véhicule, tandis que certains travaux de ventilation des éventuels locaux d'accueil des véhicules ne sont pas du tout pris en compte. En effet, dans ce dernier cas, le coût est trop dépendant de la spécificité de la situation et il est nécessaire de faire une étude au cas par cas.

a) Essence-diesel

Ces carburants connaissent un réseau de distribution incomparable par son étendue et son accessibilité. Les infrastructures étant produites en masse, elles bénéficient en outre des économies d'échelle.

Le système actuel est géré et entretenu par les grands groupes pétroliers présents sur le marché, qui répercutent les coûts d'infrastructure dans le prix de vente du carburant. Certaines flottes de véhicules possèdent toutefois leurs propres installations de ravitaillement.

L'arrivée de carburants à faible teneur en soufre ne nécessite aucune modification des citernes et pompes existantes, d'autant que ces carburants peuvent être mélangés aux anciens sans aucun problème. Néanmoins, dans le cadre du système de vente « à la pompe », ils nécessitent une infrastructure dédiée (cf. le client doit pouvoir acheter le diesel à faible teneur en soufre sans qu'il soit mélangé au diesel normal pour une question de prix et de qualité du carburant en cas de présence d'un pot catalytique).

b) LPG

Par comparaison au réseau essence-diesel, la distribution du LPG est nettement moins étendue quoique relativement mieux développée dans notre pays que dans la plupart des autres pays européens.

Le LPG ne nécessite pas d'infrastructure de ravitaillement spécifique (les mêmes infrastructures que pour l'essence lui conviennent parfaitement) mais bien une infrastructure dédiée (il ne peut être mélangé à de l'essence).

Pour illustration, le coût d'une station LPG à haut débit atteint 76.227 - 228.682 €¹⁹⁶ (plus ou moins idem pour une station essence ou diesel).

Par contre, les véhicules roulant au LPG doivent subir une transformation relativement lourde qui consiste à installer des réservoirs spécifiques et une nouvelle arrivée de carburant vers le moteur. Cette transformation est effectuée soit directement par le constructeur (installation de première monte), soit par l'utilisateur auprès d'un garage agréé (installation de deuxième monte). Cela entraîne un surcoût, généralement à l'achat, pour l'utilisateur d'un véhicule LPG.

Pour le moment, les véhicules LPG sont en majorité des véhicules essence ou diesel adaptés (bi-fuel ou dédiés) mais la tendance est de plus en plus tournée vers des moteurs spécifiquement développés pour le LPG et dédiés (seul un petit réservoir essence ou diesel est conservé comme « secours » au cas où la pompe de ravitaillement serait trop éloignée).

Enfin, les éventuels lieux d'accueil des véhicules LPG doivent être munis d'une ventilation adéquate s'ils sont clos. Ce surcoût d'infrastructure étant spécifique à la situation, il n'est pas possible d'en tenir compte dans les calculs de coût de revient au km de l'utilisation des véhicules LPG.

c) GNC

Dans cette étude, nous n'avons considéré que le cas du gaz naturel comprimé. Il existe en effet une deuxième forme de gaz naturel accessible pour les transports, le gaz naturel liquéfié (LNG), mais diverses considérations techniques¹⁹⁷ le rendent peu attrayant pour l'instant bien qu'il permette un allongement d'autonomie des véhicules au gaz.

Si le gaz naturel est généralement accessible à tout un chacun par le réseau de distribution, l'utilisation de ce gaz comme carburant n'est pas aussi simple que cela. Pour pouvoir stocker suffisamment d'énergie dans un véhicule, il faut en effet que le gaz soit mis sous une pression de 200 bars. Cela requiert non seulement l'installation d'un compresseur, mais également d'un réservoir de stockage intermédiaire du gaz sous pression si l'on ne veut pas attendre des heures avant que le ravitaillement du véhicule soit effectué. Le coût de l'installation dépend du nombre de véhicules à ravitailler par jour et de leur consommation (voiture, bus,...) et du bon dimensionnement de l'installation par rapport aux besoins réels (cf. différence de coût entre l'installation utilisée à 100% ou à 50% de sa capacité).

A partir de ces données, de la consommation moyenne annuelle de la flotte et du prix du gaz naturel en Belgique, il est possible d'estimer le prix de revient du GNVc au m³ ou au MWh (voir annexes WP1 : analyse de sensibilité).

Selon la taille de l'installation et de l'intensité d'utilisation, le prix de revient du m³ de GNVc peut varier de plus de 1,4 €/m³ à moins de 0,5 €/m³. A cela doivent encore s'ajouter les éventuelles accises et TVA appliquées au carburant.

Par ailleurs, les véhicules roulant au GNVc doivent subir une transformation relativement lourde qui consiste à installer des réservoirs spécifiques et une nouvelle arrivée de carburant vers le moteur. Cela entraîne un surcoût, généralement à l'achat, pour l'utilisateur d'un tel véhicule.

Pour le moment, les véhicules GNV sont en majorité des véhicules essence ou diesel adaptés (bi-fuel ou dédiés) mais la tendance est de plus en plus tournée vers des moteurs spécifiquement développés pour le GNV et dédiés (seul un petit réservoir essence ou diesel est conservé comme « secours » au cas où la pompe de ravitaillement serait trop éloignée).

Enfin, les éventuels lieux d'accueil des véhicules GNV doivent être munis d'une ventilation adéquate s'ils sont clos. Ce surcoût d'infrastructure étant spécifique à la situation, il n'est pas possible d'en tenir compte dans les calculs de coût de revient au km de l'utilisation des véhicules GNV.

d) Electricité

Comme dans le cas du gaz naturel, l'électricité est disponible à peu près partout via le réseau de distribution, domestique notamment.

¹⁹⁶ Transbus, 2000.

¹⁹⁷ Il doit notamment être maintenu à une température de -164°C pour conserver sa forme liquide. En outre, le LNG est extrêmement volatile.

Un véhicule électrique peut dès lors être rechargé au moyen d'une simple prise domestique (16A-220V) pour les véhicules légers ou d'une « prise rouge » pour les véhicules lourds. Toutefois, il est parfois nécessaire de se munir d'un coffret mural, par exemple en cas d'absence de garage fermé ou d'installer des bornes de recharge, par exemple au niveau du réseau routier.

D'autre part, on peut également prévoir des bornes de recharge rapide qui permettent de réduire de façon importante le temps de charge. Des expériences menées à l'étranger (La Rochelle notamment) ont montré que celles-ci sont peu utilisées en pratique, mais qu'elles apportent aux utilisateurs de véhicules électriques un sentiment d'apaisement du fait qu'ils puissent recharger rapidement leurs batteries en cas de nécessité. Le coût de ces bornes dépend notamment de leur capacité et de la présence ou non d'un système de paiement.

Dans ce cas-ci, le coût d'infrastructure est directement répercuté sur le coût du « carburant ». Il peut donc être entièrement repris dans les calculs du coût de revient au km des véhicules électriques. Toutefois, dans le scénario de base pour l'évaluation des coûts dont nous mentionnerons les résultats plus loin, nous n'avons considéré que le cas de la recharge nocturne à l'aide d'une prise domestique ou d'une prise rouge.

e) Ethanol

Quand il est utilisé pur, l'éthanol, comme le méthanol, nécessite une adaptation des infrastructures de ravitaillement étant donné le caractère corrosif du carburant. Certaines pièces des moteurs doivent également être remplacées pour cette raison (les élastomères notamment).

Le surcoût engendré n'est toutefois pas très important et même minime en comparaison aux cas du LPG et du GNV.

En outre, l'éthanol est généralement employé en mélange avec un carburant « traditionnel », principalement de l'essence, dans une proportion telle que ces modifications ne sont pas nécessaires.

f) Biodiesel

L'infrastructure de production dépend de la matière première utilisée et du processus suivi pour la fabrication.

Le coût est entièrement répercuté dans le prix de vente du carburant.

g) Biogaz

Les mêmes remarques que celles pour le biodiesel sont d'application.

Pour illustration, un tableau reprend en annexe la répartition des prix de revient de la production et de la distribution du biogaz d'un projet français de 1997 .

h) Aquazole

Ce carburant issu du mélange d'un additif aqueux en faible proportion au diesel ne nécessite aucune infrastructure particulière. Excepté pour les anciens moteurs diesel pour lesquels le mélange n'est d'ailleurs pas très performant en matière d'émissions, les moteurs diesel ne doivent subir aucune transformation pour pouvoir fonctionner à l'aquazole.

6.2.5. Autres aspects

6.2.5.1. Temps de recharge

Si le temps de recharge des véhicules à essence, diesel ou LPG est de quelques minutes, il existe deux systèmes de ravitaillement pour les véhicules au gaz naturel, respectivement le « quick fill » et le « slow fill ». Lors d'un « quick fill », le ravitaillement prend quelques minutes alors que pour le « slow fill » l'opération prend 5 heures environ. Les installations « quick-fill » sont par contre beaucoup plus coûteuses puisqu'elles exigent la constitution d'un réservoir tampon de gaz maintenu sous pression élevée, alimenté par un compresseur. Pour les véhicules électriques, il existe trois types d'infrastructures de recharge, respectivement les infrastructures « normale », « semi-rapide » et « rapide ». Pour le type normal, la recharge dure environ 5 à 8 heures, pour le type semi-rapide la moitié et pour le type rapide la recharge prend seulement une dizaine de minutes.

6.2.5.2. Sécurité

L'essence est particulièrement inflammable sous forme liquide ou gazeuse et peut avoir un effet sur le système nerveux central.

La majorité des composants constituant le carburant diesel sont de nature nocive. Les tests en laboratoire ont permis de conclure que les évaporations de gasoil sont toxiques, mutagènes et cancérigènes.

Les véhicules qui sont équipés d'origine d'un réservoir LPG, sont beaucoup plus sûrs que les véhicules transformés. Les crash tests ont montré que les véhicules au LPG ne présentaient pas de risques plus importants que les véhicules à essence.

Les véhicules au gaz naturel requièrent pour leur part un réservoir de stockage dans lequel le gaz est maintenu sous pression élevée (200 bars). La technologie actuelle de tels réservoirs est très sûre. La sécurité est comparable à celle des véhicules à essence.

Les risques associés aux véhicules électriques à batterie sont minimes par rapport aux véhicules à moteur thermiques. La batterie est recyclable à la fin de sa vie.

La sécurité des véhicules électriques hybrides et à pile à combustible dépend du carburant utilisé.

6.2.5.3. Autonomie

Les véhicules diesel se caractérisent par une plus grande autonomie que celle des véhicules à essence qui atteint environ 500 km.

Les véhicules LPG et GNC mono-carburant ont une autonomie un peu plus faible de 200 à 300 km.

Les véhicules électriques à batterie ont une autonomie qui oscille entre 70 et 100 km.

Les véhicules électriques à pile à combustible ont une autonomie d'environ 600 km et les véhicules hybrides (essence ou diesel) ont une autonomie qui se situe au-delà de celle des véhicules à essence et diesel, en raison du rendement élevé de la chaîne d'entraînement.

6.3. Voitures particulières

En terme de technologie disponible sur le marché, on y retrouve, outre les motorisations essence et diesel, un large choix de véhicules LPG et une offre plus limitée pour les véhicules électriques et au GNC. Pour ces derniers, la surcharge et le volume du réservoir rendent cette technologie moins adaptée pour la catégorie des voitures particulières que pour les autres catégories.

6.3.1. Performances environnementales

6.3.1.1. Emissions

Les émissions réelles des véhicules dépendent en effet de nombreux facteurs tels que le réglage du moteur, le comportement de conduite, les conditions de circulation, la catégorie de véhicules considérée, les accessoires, etc.

Tableau : Synthèse de la comparaison du potentiel de réduction des émissions pour des voitures particulières par rapport aux véhicules à essence.

Polluants	Diesel	LPG	CNG	Biodiesel	Alcools	EV	EV (prod. d'élec. incluse)	HEV
Tank-to-Wheel							Dép. carburant	Dép. carburant
NOx	150-900%	60-160%	35-100%	190-370%	30-90%	0%	0-15-40%	25-40%
COV	30-1000%	25-170%	10-230%	40-60%	85-230%	0%	0-1-23%	10-50%
CO	15-60%	15-80%	25-80%	20-80%	40-125%	0%	0-1%	10%
SO2	170-900%					0%	0-200%	
PM	1000%	10-100%	5-10%	90-1000%	40%	0%	0-65-75%	

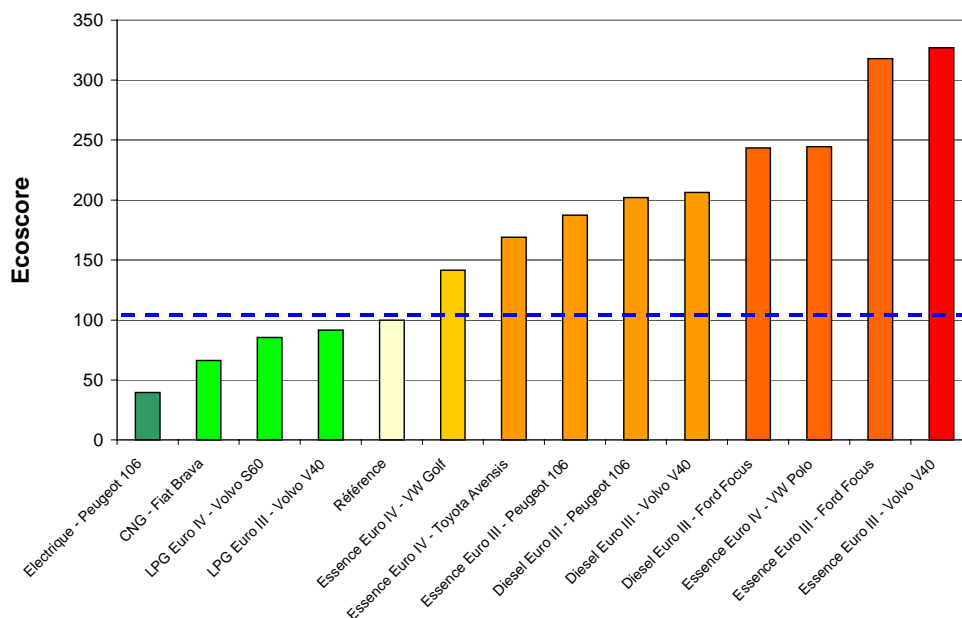
6.3.1.2. Ecoscore

Afin de pouvoir comparer les véhicules non pas sur base uniquement de leurs émissions prises individuellement mais également sur base des dommages qu'occasionnent ces émissions sur les différents compartiments de l'environnement naturel, humain et bâti, un outil d'évaluation environnementale des véhicules routiers a été développé dans le cadre de ce projet. Il s'agit de la méthodologie Ecoscore dont le principe consiste à intégrer l'ensemble de ces dommages en un seul score global caractérisant le véhicule.

Les quelques exemples considérés ont montré que, sur base de leurs dommages comparés à ceux du véhicule de référence, les véhicules électriques réalisaient le meilleur score devant les véhicules au gaz naturel et les véhicules au LPG. Les technologies traditionnelles essence et diesel se situent au-dessus du score de référence 100 comme on peut le voir à la figure reprise ci-dessous. Tous les modèles représentés n'étant pas de gabarit

identique, il faut surtout comparer des modèles pour lesquels différentes motorisations sont disponibles comme, par exemple pour la Peugeot 106 ou la Volvo V40.

Figure : Evaluation des technologies de voitures particulières sur base de la méthodologie Ecoscore.



Outre le score environnemental global réalisé par ces véhicules, tableau suivant donne également les scores partiels relatifs à chaque effet intégré dans l'évaluation. Un code de couleur permet également d'identifier les technologies les plus polluantes (dégradé d'orange) et les plus propres (dégradé de vert).

Tableau: Application de la méthodologie Ecoscore aux voitures particulières.

Motorisation	Norme	Modèle	Source de données	1.1 Effets cancérigènes	1.2 Effets respiratoires - substances organiques	1.3 Effets respiratoires - substances non-organiques	2. Effet de serre	3. Ecosystèmes	4. Bâtiments	5. Bruit	Total
Référence				20.0	15.0	15.0	25.0	10.0	5.0	10.0	100.0
Essence	Euro III	Volvo V40	DIV	155.9	50.0	20.1	41.6	36.8	12.5	9.9	326.8
		Ford Focus	VCA	164.3	44.3	16.9	34.1	38.1	10.3	9.9	317.8
		Peugeot 106	VCA	69.6	34.5	13.7	32.7	17.2	9.9	9.9	187.4
	Euro IV	VW Polo	VCA	103.1	40.2	19.4	35.7	25.3	10.8	9.9	244.4
		Toyota Avensis	VCA	48.0	36.2	14.3	37.0	12.6	11.2	9.9	169.1
		VW Golf	VCA	16.8	37.9	15.7	42.4	6.1	12.8	9.7	141.4
Diesel	Euro III	Ford Focus	VCA	10.5	12.8	81.5	29.8	12.1	87.2	9.6	243.5
		Volvo V40	DIV	17.5	14.2	60.3	29.6	12.5	62.3	9.9	206.3
		Peugeot 106	VCA	25.1	15.5	58.0	28.7	15.3	49.6	9.8	202.0
LPG	Euro III	Volvo V40	VCA	6.1	21.6	12.0	35.0	2.0	4.9	9.9	91.6
	Euro IV	Volvo S60	VCA	2.2	14.6	12.6	38.6	2.2	5.4	10.0	85.6
CNG	Prototype	Fiat Brava	UTOPIA	0.7	6.6	5.2	40.1	0.9	3.1	9.6	66.1
Electrique		Peugeot 106	Electrabel	0.0	0.6	9.4	11.7	1.9	6.6	9.5	39.6

Cette analyse sur base d'Ecoscore montre également que les progrès réalisés par les motorisations traditionnelles essence et diesel notamment via la norme Euro IV ne suffisent pas à rendre ces véhicules « propres » au sens de la définition retenue dans le cadre de ce projet. Des progrès techniques supplémentaires et le recours à des systèmes de dépollution plus avancés s'avèrent donc nécessaires mais intrinsèquement ces deux technologies présentent des défauts par rapport aux autres. Il s'agit des émissions de COV, parmi lesquelles on trouve des substances cancérigènes et génératrices d'ozone troposphérique, pour les véhicules à essence et des émissions de particules et de HAP, substances cancérigènes non prise en compte dans l'évaluation au stade actuel de développement d'Ecoscore, pour les véhicules utilisant le carburant diesel. Le recours aux

filtres à particules pourrait améliorer de manière importante les scores réalisés par les véhicules diesel dans un avenir proche au détriment cependant d'un coût d'achat plus élevé.

6.3.2. Coûts

6.3.2.1. Analyse principale

Tableau : Comparaison des technologies de véhicules sur base du coût au kilomètre pour la catégorie des voitures particulières.

Véhicule de référence

Scénario de base 7 ans		essence	Diesel	lpg	gnv	électricité	Prius	éthanol	biodiesel	biogaz	aquazole
Petite citadine polyvalente	5.000 km/an	☺	☹	☹	☹	☹☹☹☹		☹	☹	☹	☹
	10.000 km/an	☺	☺	☺	☺	☹☹		☹	☹	☺	☹
	15.000 km/an	☺	☺☺	☺	☺	☹		☹	☺☹	☺	☺
Familiale	5.000 km/an	☺	☹	☹	☹		☹☹	☹	☹	☹	☹
	10.000 km/an	☺	☺☹	☺	☺		☹	☹	☹	☺☹	☹
	15.000 km/an	☺	☺	☺	☺☺		☹	☹	☹	☺	☺

Légende :

☹	☹	☺	☺	☺
surcoût de +/- 10% par rapport au véhicule de référence	surcoût de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	+/- même coût que le véhicule de référence	économie de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	Economie de +/- 10% par rapport au véhicule de référence

Le nombre de « smilies » détermine l'importance de l'écart de coût par rapport au véhicule de référence : plus il y a de « smilies » verts, plus la technologie alternative considérée est avantageuse d'un point de vue économique en comparaison avec son homologue traditionnelle (interprétation inverse avec les « smilies » rouge).

- En matière de coûts, le kilométrage parcouru annuellement est déterminant pour le choix d'une option alternative : d'une part les surcoûts à l'achat sont moins pénalisants si le véhicule roule beaucoup, mais d'autre part le coût de la consommation énergétique peut s'avérer être un atout avec un kilométrage annuel plus important (coût moindre que pour le véhicule de référence comme pour le LPG, le GNC, le biogaz) ou un handicap (coût plus élevé que pour le véhicule de référence comme pour l'éthanol pur).

Il est donc essentiel que le mode d'utilisation du véhicule soit correctement défini avant de se lancer dans la sélection d'une technologie plutôt que d'une autre.

- Si l'on veut promouvoir les technologies alternatives, il est essentiel de conserver un régime préférentiel en matière d'accises sur les carburants et de ne pas le limiter aux projets pilotes comme dans certains cas (éthanol, biodiesel).
- La réduction de la TMC n'a qu'un impact négligeable sur les coûts totaux.

- Le LPG apparaît comme une option très intéressante du point de vue économique et cela même sans subside à la transformation ou réduction de la taxe de mise en circulation, à condition qu'au moins 10.000 km soient parcourus par an. Si l'on tient compte du surcoût maximal pour l'installation (2.500 € au lieu de 1.983 €), l'option LPG reste intéressante à 10.000 km/an sur 7 ans d'utilisation.

Le subside de 508,2 € permet de réduire de 2,6% le coût au km du scénario de base d'une petite voiture LPG, tandis que la réduction de la TMC pour les véhicules Euro IV le diminue seulement de 0,3%.

Ces remarques ne tiennent pas compte de l'éventuel investissement nécessaire pour adapter la ventilation du lieu d'accueil des véhicules.

- L'option GNVC pourrait également être intéressante à condition d'une part que le coût d'infrastructure ne rende pas le carburant plus cher que 0,69 €/m³ et que la consommation ne dépasse pas les 7 m³ au 100

km comme enregistrés pour une Renault Clio (SIGEIF, 1997).¹⁹⁸ En fonction de la taille et de l'utilisation de l'infrastructure, nous pouvons signaler que le coût du m³ de gaz, hors accises et TVA mais y compris le prix du gaz, peut varier de 0,5 à 1,4 €/m³.

Ces remarques ne tiennent pas compte de l'éventuel investissement nécessaire pour adapter la ventilation du lieu d'accueil des véhicules.

- La Toyota Prius enregistre un surcoût relativement important (environ 11% dans le scénario de base avec 10.000 km/an) dont une petite partie doit être corrigée de par le luxe relatif de la version par rapport aux options de série des autres familiales. Ce surcoût est essentiellement dû à la présence de batteries en plus du moteur thermique (cf. remarque sur les voitures électriques). Toutefois, avec une moyenne de 15.000 km parcourus par an, le surcoût devient très raisonnable (environ 7%), surtout si l'on tient compte des avantages de confort supplémentaire par rapport aux autres voitures de série.
- Les voitures électriques sont fortement pénalisées par le coût des batteries même avec une formule de leasing mensuel. Une production à plus grande échelle permettrait de réduire considérablement ce surcoût, voire même de le supprimer, mais actuellement, l'option électricité n'est pas intéressante d'un point de vue purement économique, surtout si ces véhicules sont, pour différentes raisons (psychologiques notamment), sous-utilisés comme cela est apparu dans diverses expériences passées. Une meilleure formation des utilisateurs et une utilisation plus répandue de ces véhicules devraient permettre des taux d'utilisation comparables à ceux des autres technologies (dans les limites imposées par leur autonomie intrinsèque).

Ces remarques ne tiennent pas compte de l'éventuel investissement nécessaire en bornes de recharge normales ou rapides.

- Les variations possibles au niveau des coûts de maintenance plaident en faveur d'une formule de leasing, qui réduit fortement le risque pour l'investisseur, engage directement la responsabilité du constructeur, permet une mise à disposition de véhicules de remplacement et évite un investissement initial considérable.

6.3.2.2. Analyse de sensibilité

- Pour les véhicules alternatifs, il est essentiel qu'un marché de seconde main performant s'installe rapidement pour éviter qu'ils ne soient pénalisés économiquement en cas de revente. Pour les utilisateurs qui ont l'intention de conserver le véhicule sa vie durant, le problème ne se pose pas vraiment.
- Les aides aux véhicules Euro IV octroyées de 2002 à 2004 et au-delà uniquement pour les véhicules LPG et qui consistent en une réduction de la taxe de mise en circulation (TMC), sont négligeables par rapport au coût moyen au km.
- La suppression de la taxe annuelle de circulation (TC) engendre par contre un effet plus important mais inégal selon les technologies : les véhicules diesel/biodiesel/aquazole et LPG sont très favorisés par la mesure, alors que les véhicules électriques n'en profitent quasiment pas (cf. la TC est actuellement fixée en fonction de la cylindrée et complétée par une surtaxe compensatoire pour les véhicules diesel ou LPG). Dès 2002 toutefois, la taxe de circulation devrait être déterminée sur base des émissions des véhicules.
- Une forte hausse des prix de l'essence et du diesel serait tout bénéfique pour les véhicules alternatifs (exception faite de ceux roulant avec un carburant issu d'un mélange à base d'essence ou de diesel).
- Selon l'infrastructure de ravitaillement mise en place, les voitures GNV peuvent être plus ou moins intéressantes que les scénarios envisagés. Si elles bénéficient du prix de revient du gaz d'une infrastructure de plus de 200 « équivalents voitures » (soit environ 0,46 €/m³) et en tenant compte d'une TVA de 21%, le prix du m³ de GNV tombe à 0,55 €/m³ au lieu de 0,69 comme dans l'exemple. Le coût au km des voitures au gaz est alors réduit de 1,8% à 4,2% en fonction du kilométrage annuel moyen. Par contre, un prix de revient TVAC supérieur à 0,69 €/m³ pénaliserait les résultats des voitures GNV par rapport aux exemples calculés.
- La réduction de la durée d'utilisation à 5 ans (et 10.000 km/an) pénalise l'indice de coût au km des véhicules alternatifs, tandis qu'avec une durée d'utilisation de 9 ans (10.000 km/an), ces mêmes véhicules améliorent leurs scores de coût au km, ce qui les rend plus intéressants d'un point de vue économique.

¹⁹⁸ La consommation en m³ peut varier de +/- 10% en fonction de la composition du gaz distribué localement mais le prix, fixé au kWh, compense cette différence de qualité énergétique. Un m³ de gaz pauvre (ex : le Slochteren vendu en Belgique) doit être moins cher qu'un m³ de gaz riche.

- D'après l'analyse de sensibilité, si la Prius bénéficie d'un marché de seconde main performant et peut, dès lors, compter sur un taux de dépréciation identique au véhicule essence traditionnel, elle réduit fortement son surcoût au km.

6.3.3. Conclusions

Le tableau ci-dessous reprend pour les principales technologies disponibles sur le marché des voitures particulières leur score environnemental calculé sur base de l'approche Ecoscore, d'une part, les coûts au kilomètre comparés pour différents niveaux d'utilisation, d'autre part.

Tableau : Synthèse de l'analyse comparative des aspects économiques et environnementaux des technologies disponibles pour la catégorie des voitures particulières.

		Essence	Diesel	LPG	GNC	Electricité	Prius
Performances environnementales							
Ecoscore		☹☹	☹☹☹☹	☺☺	☺	☺☺☺	-
Coûts							
Petite citadine polyvalente	5.000 km/an	☺	☹	☹	☹	☹☹☹☹	
	10.000 km/an	☺	☺	☺	☺	☹☹	
	15.000 km/an	☺	☺☺	☺	☺	☹	
Familiale	5.000 km/an	☺	☹	☹	☹		☹☹
	10.000 km/an	☺	☺☹	☺	☺		☹
	15.000 km/an	☺	☺	☺	☺☺		☹

Légende :

☹	☹	☺	☺	☺
Score environnemental supérieur de 25% à celui du véhicule de référence	Score environnemental supérieur de 12,5% à celui du véhicule de référence	Score environnemental +/- égal à celui du véhicule de référence	Score environnemental inférieur de 12,5% à celui du véhicule de référence	Score environnemental inférieur de 25% à celui du véhicule de référence
Surcoût de +/- 10% par rapport au véhicule de référence	surcoût de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	+/- même coût que le véhicule de référence	économie de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	économie de +/- 10% par rapport au véhicule de référence

D'un point de vue environnemental, les voitures électriques constituent incontestablement la meilleure option disponible actuellement comme l'a révélé l'évaluation menée à l'aide d'Ecoscore. Les véhicules au gaz naturel suivis de ceux au LPG représentent également de bonnes solutions alternatives répondant à la définition de « véhicules propres » même si elles présentent un moins bon bilan environnemental. Avec un score de 40, les voitures électriques réalisent un score environnemental de 33% inférieur à celui des véhicules au gaz naturel et plus de 2 fois plus faible que celui des véhicules au LPG.

Le choix d'un véhicule propre dépend également de la prise en compte d'autres aspects tels que la disponibilité de véhicules sur le marché, la disponibilité d'infrastructures et surtout des coûts. Le type d'utilisation qui est faite du véhicule est également important surtout par le biais de son impact sur le coût au kilomètre parcouru.

Sur base de ces critères complémentaires, les voitures au LPG apparaissent comme l'alternative la plus complète aux technologies traditionnelles dans la situation actuelle. Caractérisés par une offre assez importante surtout en deuxième monte et un réseau de ravitaillement assez étendu, les véhicules LPG se caractérisent par les coûts au kilomètre les plus faibles à partir d'un kilométrage annuel de 10000 km. Ils disposent d'une autonomie suffisante pour les usages courants en milieu urbain et ne présentent pas de problèmes d'utilisation ou de sécurité particuliers.

A côté des véhicules LPG, les véhicules au GNC présentent également un intérêt au niveau des coûts mais seulement à partir d'un kilométrage de 15000 km par an. L'offre est par contre encore réduite au niveau des voitures particulières et le manque d'infrastructures risque de limiter le recours à cette technologie au cas de flotte suffisamment importante pour justifier l'investissement dans des infrastructures de ravitaillement propres.

L'utilisation de véhicules électriques est quant à elle contrariée par des coûts au kilomètre plus élevés. L'importance de ce surcoût par rapport aux véhicules à essence pris comme référence a pu être évalué à environ 20% pour une utilisation de 10.000 km/an (sur 7 ans) et 10% à partir de 15.000 km/an.

Il est clair cependant que ces surcoûts sont largement compensés par les réductions importantes des coûts externes (coûts des dommages à l'environnement) que ces véhicules procurent, en milieu urbain, par rapport aux véhicules traditionnels (surtout diesel) et aux autres technologies propres. Une analyse détaillée de ces coûts sort du cadre de cette étude mais nous pouvons néanmoins renvoyer à l'étude de Favrel et al. (2001) [27] pour des estimations de ces coûts et des avantages comparés de différentes technologies de véhicules. Cette étude avait notamment permis d'estimer la réduction des coûts externes locaux (c'est-à-dire sur la Région bruxelloise elle-même) associée à l'introduction de nouvelles technologies de véhicules dans le parc bruxellois. Une introduction de 10% de véhicules légers (voitures et camionnettes) électriques permettrait de réduire de plus de 6% ces coûts par rapport à la situation existante en 1998, ce qui correspond, selon les estimations, à un bénéfice environnemental de plus de 55 M€. Une introduction équivalente de véhicule LPG permettrait quant à elle un bénéfice environnemental annuel de 41 M€ par rapport à la situation de référence.

Au niveau des coûts, l'utilisation d'un véhicule hybride (Prius) est plus avantageuse que son équivalent électrique avec un surcoût de l'ordre de 10% pour une utilisation de 10.000 km/an et de 5% à partir de 15.000 km/an par rapport au véhicule à essence.

Les réductions importantes de coûts externes environnementaux que permettent de réaliser les nouvelles technologies de véhicules justifient le fait que ces technologies puissent être soutenues financièrement et favorisées au premier stade de leur introduction.

6.4. Véhicules utilitaires légers

Destinés aussi bien au transport de marchandises que de personnes, ces véhicules couvrent une large gamme d'usages pour les différents organismes communaux et régionaux recensés dans la Région de Bruxelles-Capitale. On y trouve notamment aussi bien la fourgonnette légère (style Peugeot Partner) destinée à différentes interventions techniques rapides au niveau communal ou régional que des camionnettes plus conséquentes (style Ford Transit) permettant le transport plus lourd de marchandises ou de personnes.

6.4.1. Performances environnementales

Sur base de la méthodologie Ecoscore, un certain nombre d'exemples d'utilitaires légers ou de véhicules comparables (Volvo V70, par exemple) de par leur gabarit ont été évalués dans le cadre du WP1. Les résultats de ces évaluations sont repris à la figure et tableau qui suivent.

Figure : Evaluation des technologies de véhicules utilitaires légers sur base de la méthodologie Ecoscore.

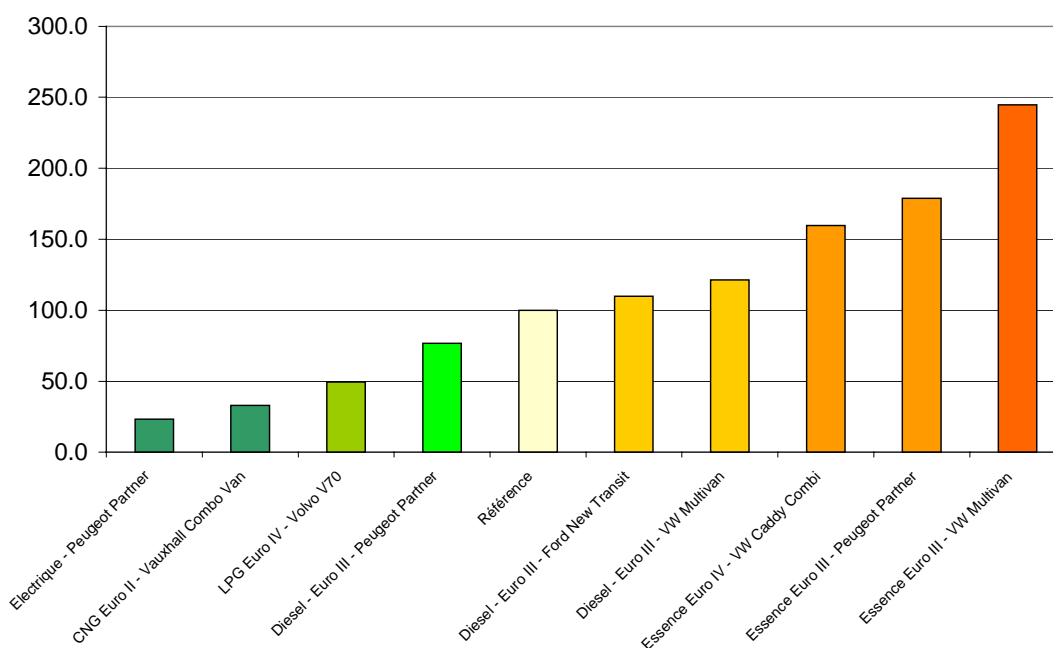


Tableau : Application de la méthodologie Ecoscore aux véhicules utilitaires légers. Synthèse des résultats.

Motorisation	Norme	Modèle	Source de données	1.1 Effets cancérigènes	1.2 Effets respiratoires - substances organiques	1.3 Effets respiratoires - substances non-organiques	2. Effet de serre	3. Ecosystèmes	4. Bâtiments	5. Bruit	Total
Référence				20.0	15.0	15.0	25.0	10.0	5.0	10.0	100.0
Essence	Euro III	VW Multivan	VCA	116.0	46.8	7.0	36.7	27.0	1.2	10.0	244.7
		Peugeot Partner	VCA	94.2	29.1	3.3	20.7	21.0	0.7	9.9	178.8
	Euro IV	VW Caddy combi	VCA	73.9	29.8	4.6	23.4	17.3	0.8	9.9	159.7
Diesel	Euro III	Ford New Transit	VCA	16.3	12.7	26.8	22.7	12.6	8.5	10.1	109.9
		VW Multivan	DIV	18.2	14.5	29.0	26.1	13.6	10.1	9.9	121.4
		Peugeot Partner	VCA	6.4	10.2	16.7	21.5	6.8	5.2	9.8	76.7
LPG	Euro IV	Volvo V70	VCA	1.4	10.0	2.9	23.5	1.4	0.4	10.0	49.5
CNG	Euro II	Vauxhall Combo Van Bi-Fuel	VCA	0.2	3.3	1.0	18.1	0.4	0.2	10.0	33.1
Electrique		Peugeot Partner	Electrabel	0.0	0.5	2.8	8.5	1.5	0.5	9.5	23.3

On peut remarquer que, pour cette catégorie de véhicule également, les technologies LPG, GNC et électrique apparaissent comme les plus propres. Avec un score de 23, le Partner électrique réalise de loin le meilleur score devant le véhicule au GNC (33) et le véhicule au LPG (50). Le fait d'avoir pris un véhicule diesel de catégorie moyenne comme véhicule de référence modifie par contre la position des véhicules diesel par rapport aux véhicules à essence qui apparaissent comme les moins intéressants pour cette catégorie du fait principalement de leurs émissions de COV plus élevées. D'autre part, des véhicules légers comme le Peugeot Partner qui se rapproche très fort des voitures particulières réalisent un score inférieur à la valeur de référence 100. Comme pour les voitures particulières, il est également possible de comparer les différentes options technologiques offertes pour un même modèle, dans ce cas-ci le Peugeot Partner et le Volkswagen Multivan.

6.4.2. Coûts

Tableau : Comparaison des technologies de véhicules sur base du coût au kilomètre pour la catégorie des utilitaires légers.

		Véhicule de référence									
Scénario de base 7 ans		Essence	diesel	lpg	gnv	électricité	hybride	éthanol	biodiesel	biogaz	aquazole
Petits utilitaires légers	5.000 km/an	☺	☺	☺	☹☹	☹☹☹		☹	☹	☹☹	☺
	10.000 km/an	☺	☺	☺	☹	☹		☹	☺	☹	☺
	15.000 km/an	☺	☺	☺	☺	☺		☹	☺	☺	☺
Grands utilitaires légers	5.000 km/an		☺	☹	☹☹	☹☹☹☹		☹	☹	☹☹	☺
	10.000 km/an		☺	☺	☹☹	☹☹☹		☹☹	☹	☹☹	☺
	15.000 km/an		☺	☺	☹	☹☹		☹☹	☹	☹☹	☺☹



Véhicule de référence

La consommation varie considérablement selon le type d'usage et selon la charge transportée. Les données figurant dans l'étude ne tiennent pas compte de cela par manque de résultats comparables en la matière.

- Les véhicules « alternatifs » sont pénalisés au niveau de la charge utile maximale étant donné le surpoids des batteries ou des réservoirs spécifiques (lpg, gnv, biogaz).
- Avec la prime d'installation du LPG (508,2 €), l'option LPG devient encore plus intéressante (coût au km d'environ 10% plus faible que pour la version essence à 10.000 km/an).

- Pour la catégorie « Petits utilitaires légers », le GNV et le biogaz arrivent à compenser le handicap du surcoût à l'achat si les véhicules roulent un peu plus de 10.000 km/an et ce, grâce au différentiel de la facture « consommation d'énergie » par rapport au diesel qui penche en leur faveur.
- Les moins bonnes performances des véhicules au LPG, au GNV ou au biogaz entre les deux exemples d'utilitaires légers peuvent être dues à la différence de technologie qui existe entre les deux. Le type « Petits utilitaires légers » est en effet dérivé d'un véhicule essence, tandis que le type « Grands utilitaires légers » est supposé dérivé d'un véhicule diesel. Or, la transformation d'un moteur diesel pour l'adapter au carburant gazeux est nettement plus complexe et délicate que dans le cas d'un moteur essence.
- En fonction du type d'infrastructure mis en place et de son intensité d'utilisation, le prix du GNV TVAC peut être inférieur de 20% à l'hypothèse posée de 0,68 €/m³ (cf. commentaires voitures « petites citadines polyvalentes » à ce propos) ou supérieur.
- Le véhicule roulant à l'éthanol pur est fortement pénalisé sur le plan économique par la combinaison d'un prix du carburant relativement élevé et d'une surconsommation volumique importante (cf. contenu énergétique moindre d'un litre d'éthanol par rapport au diesel). L'effet serait beaucoup moins marqué dans le cas d'un mélange de carburants¹⁹⁹.
- Les variations de score pour le véhicule électrique sont très marquées en fonction du kilométrage moyen parcouru annuellement. Cela s'explique notamment par le fait que le contrat leasing est supposé de montant identique quelle que soit la distance parcourue par an. Les modalités actuelles semblent en effet offrir un tel avantage. On peut ainsi remarquer que pour un kilométrage annuel de 15.000 km, le « Petit utilitaire léger » électrique devient même plus intéressant que son équivalent essence pris comme référence. Il se peut toutefois que le loyer du leasing devienne plus cher dans le scénario des 15.000 km/an.

6.4.2.1. Analyse de sensibilité

- Pour les véhicules alternatifs, il est essentiel qu'un marché de seconde main performant s'installe rapidement pour éviter qu'ils ne soient pénalisés économiquement en cas de revente.
Pour les utilisateurs qui ont l'intention de conserver le véhicule sa vie durant, le problème ne se pose pas vraiment.
- Si les véhicules alternatifs peuvent bénéficier du même taux de dépréciation que leurs homologues essence ou diesel, ils réduisent leur surcoût au km. Le GNVc devient par exemple quasi aussi intéressant du point de vue économique que l'essence dès 10.000 km/an ; et le surcoût des véhicules électriques n'est alors plus que de 4,5% pour ce kilométrage annuel. Pour un kilométrage annuel de 15.000 km/an, le véhicule électrique présente des coûts au kilomètre 9% plus faible pour la catégorie « Petits utilitaires légers ». Pour la catégorie « Grands utilitaires légers », son surcoût reste par contre de plus de 25% par rapport à l'équivalent diesel pour ce kilométrage annuel.
- La suppression de la taxe annuelle de circulation réduit de manière quasi uniforme (de 2,4% à 2,8% de réduction) le coût au km des véhicules. Etant liée à la charge maximale autorisée, toutes les technologies sont en effet mises sur un même pied d'égalité. Pour la catégorie « Petits utilitaires légers », cela permet aux véhicules GNC et électriques de présenter des coûts au kilomètre proches de ceux des véhicules essence avec des surcoûts de respectivement 3,5% et 4,6% pour un kilométrage annuel de 10.000 km. A partir de 15.000 km/an, les véhicules électriques deviennent nettement plus intéressants avec des coûts au kilomètre inférieurs de 9% au véhicule à essence. Pour la catégorie « Grands utilitaires légers », la suppression de la taxe de circulation, permet aux véhicules GNC de se rapprocher de la référence Diesel. Les véhicules électriques demeurent pour leur part nettement plus coûteux (27,5%).
- Le passage du scénario de base à une durée d'utilisation de 5 ans (10.000 km/an) au lieu de 7 ans, pénalise les indices de coût au km des véhicules alternatifs. A contrario, l'allongement de cette durée à 9 ans (10.000 km/an) rend ces mêmes véhicules plus attractifs économiquement.

6.4.3. Conclusions

Le tableau ci-dessous reprend pour les principales technologies disponibles sur le marché des utilitaires légers, leur score environnemental calculé sur base de l'approche Ecoscore, d'une part, les coûts au kilomètre comparés pour différents niveaux d'utilisation, d'autre part.

¹⁹⁹ En théorie, l'éthanol peut être aussi bien mélangé à de l'essence qu'à du diesel.

Tableau : Synthèse de l'analyse comparative des aspects économiques et environnementaux des technologies de véhicules pour la catégorie des utilitaires légers.

		Essence	Diesel	LPG	GNC	Electricité
Performances environnementales						
Ecoscore		☹☹	☹☺	☺☺	☺☺☺	☺☺☺
Coûts						
Petits utilitaires légers	5.000 km/an	☺	☺	☺	☹☹	☹☹☹
	10.000 km/an	☺	☺	☺	☹	☹
	15.000 km/an	☺	☺	☺	☺	☺
Grands utilitaires légers	5.000 km/an		☺	☹	☹☹	☹☹☹☹
	10.000 km/an		☺	☺	☹☹	☹☹☹☹
	15.000 km/an		☺	☺☺	☹	☹☹

Légende :

☹	☹	☺	☺	☺
Score environnemental supérieur de 25% à celui du véhicule de référence	Score environnemental supérieur de 12,5% à celui du véhicule de référence	Score environnemental +/- égal à celui du véhicule de référence	Score environnemental inférieur de 12,5% à celui du véhicule de référence	Score environnemental inférieur de 25% à celui du véhicule de référence
Surcoût de +/- 10% par rapport au véhicule de référence	surcoût de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	+/- même coût que le véhicule de référence	économie de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	économie de +/- 10% par rapport au véhicule de référence

D'un point de vue environnemental, les véhicules électriques apparaissent de nouveau comme la solution la plus intéressante sur base de la méthodologie Ecoscore. Les véhicules GNC et LPG réalisent également des scores intéressants par rapport aux technologies traditionnelles. L'écart entre ces différentes technologies est du même ordre que dans le cas des voitures, les véhicules GNC réalisant un score de plus de 40% supérieur et les véhicules LPG plus de 2 fois plus important que celui des véhicules électriques.

Au niveau des coûts, la sous-catégorie à laquelle appartient l'utilitaire léger - type « Petits utilitaires légers » ou type « Grands utilitaires légers » - a une importance en terme de choix technologique au même titre que l'intensité d'utilisation qui est faite du véhicule.

Pour les camionnettes légères (type « Partner »), les véhicules LPG s'avèrent des alternatives aussi rentables que les véhicules diesel à partir de kilométrages annuels de 10.000 km/an. Pour une utilisation plus intense (15.000 km/an), l'alternative électrique est également intéressante pour cette sous-catégorie de véhicules largement représentée dans le parc bruxellois, notamment au niveau des administrations communales. Les véhicules électriques ne présentent déjà qu'un faible surcoût à partir de 10.000 km/an.

Pour les véhicules plus lourds (type « Movano), les alternatives LPG et GNC sont moins intéressantes par rapport au diesel du fait d'une transformation moins adaptée et plus coûteuse des moteurs diesel par rapport aux moteurs essence comme cela peut se faire pour les véhicules plus légers de la catégorie. Les véhicules au LPG ne seraient intéressants qu'à partir d'une utilisation de 15.000 km/an. Pour ces utilitaires plus lourds, l'alternative électrique présente des surcoûts dépassant les 25% dans les cas les plus favorables et apparaît donc économiquement moins adaptée que pour la catégorie des utilitaires plus légers.

Ces considérations économiques doivent cependant être relativisées compte tenu des réductions importantes de coûts externes environnementaux que permettent les nouvelles technologies de véhicules par rapport aux technologies actuelles et qui compensent largement les surcoûts que peuvent encore présenter ces technologies dans leur stade actuel de développement.

6.5. Autobus urbains

Cette catégorie de véhicules est particulièrement adaptée pour l'introduction de carburants alternatifs, notamment pour les raisons suivantes :

- les autobus réalisent des trajets courts et réguliers et retournent à un dépôt central pour leur ravitaillement en carburant, de sorte que l'autonomie plus limitée des technologies propres n'est généralement pas un problème ;

- la taille et le poids du réservoir de carburant ou de la batterie jouent un rôle moins important que pour des véhicules plus petits comme des voitures ;
- étant donné que les véhicules sont chers, les surcoûts associés aux nouvelles technologies sont moins significatifs ;
- il est généralement plus facile de développer et de soutenir des projets de bus propres parce que les flottes d'autobus sont généralement sous le contrôle public et le soutien public est perçu comme légitime ;
- les autobus circulent dans des centres-villes très peuplés où les bénéfices d'une pollution atmosphérique et d'un bruit réduits sont particulièrement importants ;
- les autobus au centre-ville sont extrêmement visibles et ils aident à accroître la prise de conscience pour les technologies de transport plus propres ;
- les autobus propres véhiculent une meilleure image des transports publics et sont donc susceptibles d'encourager un transfert modal.

6.5.1. Technologies disponibles sur le marché

Actuellement, des autobus utilisant les différents carburants alternatifs fonctionnent dans de nombreuses villes européennes.

Les flottes d'autobus les plus importantes en circulation actuellement sont celles au GNV. Les technologies utilisées sont diverses : véhicules diesel transformés, moteurs dédiés fonctionnant en mélange pauvre avec convertisseurs catalytique, etc. La STIB notamment dispose d'une flotte importante de bus au GNC.

Le LPG en tant que carburant pour autobus est actuellement moins répandu que le GNV même si un certain nombre de projet d'extension de cette filière sont prévus au sein des flottes de bus en Europe.

On peut également mentionner un certain nombre d'utilisations du biocarburants (principalement bio-diesel et bio-gaz).

Même si le nombre de véhicules électriques et hybrides est en croissance dans des zones où la capacité de produire des émissions nulles est un élément clé (par exemple, dans les centres-villes, les hôpitaux ou les applications intérieures), seul un nombre limité de constructeurs produisent actuellement des autobus électriques. Néanmoins, des utilisations de bus électriques et hybrides sont actuellement développées, au moins au stade de la démonstration, un peu partout en Europe.

6.5.2. Performances environnementales

Le tableau ci-dessous résume les réductions d'émissions potentielles que différentes technologies alternatives peuvent apporter par rapport aux véhicules diesel.

Tableau : Synthèse des réductions d'émissions potentielles des technologies alternatives par rapport au diesel.

	Diesel	LPG	Gaz naturel	Méthanol	Ethanol	Biodiesel	Hydrogène	Hybride
NOx	100%	20 à 25%	15 à 35%	43 à 50%	81 à 90%	105 à 115%	Dép. du carburant choisi	
CO	100%	200 à 500	100 à 620%	80 à 400 %	107 à 400%	65 à 100%		
COV	100%	200 à 210%	150 à 650%	60 à 615%	140 à 145%	80 à 96%		
PM	100%	25%	15%	20%	20%	65%		
CO ₂	100%	100 à 115%	85 à 120%	80 à 95%	85 à 100%	100 à 105%		

Dans le cadre du développement de la méthodologie Ecoscore, différents modèles de bus ont pu être évalués sur base des données disponibles actuellement. Les résultats de ces évaluations sont repris à la figure ci-dessous et au tableau ci-dessous. Ils fournissent un certain nombre d'indications sur les performances environnementales comparées des principales technologies disponibles actuellement.

Figure : Evaluation des technologies d'autobus sur base de la méthodologie Ecoscore.

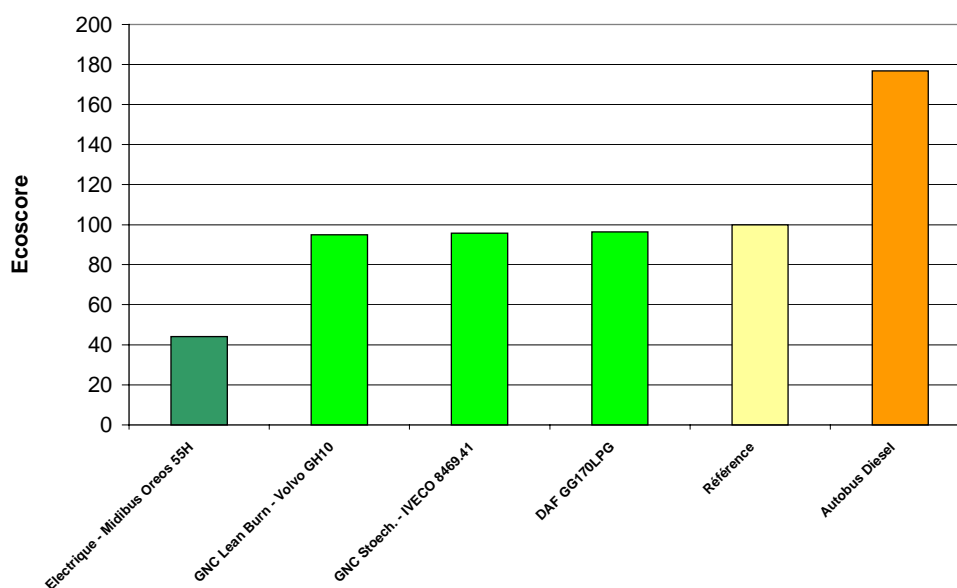


Tableau : Application de la méthodologie Ecoscore aux autobus.

Motorisation	Test	Modèle	Source de données	Ecoscore Emissions directes								Ecoscore Emissions indirectes	Ecoscore pondéré
				1.1 Effets cancérigènes	1.2 Effets respiratoires - substances organiques	1.3 Effets respiratoires - substances non-organiques	2. Effet de serre	3. Ecosystèmes	4. Bâtiments	5. Bruit	Total		
Référence				20.0	15.0	15.0	25.0	10.0	5.0	10.0	100.0	100.0	100.0
Diesel	ECE R49		CSIRO	39.5	30.0	31.4	39.0	20.0	25.0	10.0	194.9	139.2	176.3
LPG	ECE R49	DAF GG170LPG	IANGV	0.2	0.3	1.9	44.0	1.1	2.5	10.0	60.0	169.4	96.4
GNC Stoech.	ECE R49	IVECO 8469.41	IANGV	0.4	0.1	3.4	40.3	1.9	5.0	9.7	60.7	166.3	95.9
GNC Lean-burn	ECE R49	Volvo GH10	IANGV	0.5	2.5	8.4	36.7	5.6	1.7	9.7	65.2	154.3	94.9
Electrique		Midibus Oréos 55H	Electrabel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	9.6	112.9	44.0

Synthèse des résultats.

Nous pouvons remarquer que l'autobus diesel se situe très au-dessus du niveau de référence. Les bus LPG et GNC se situent à un niveau comparable avec un score d'environ 95. Nous constatons, pour les technologies LPG et GNC stœchiométriques, l'effet prépondérant des émissions de CO₂ plus élevées que celles du véhicule diesel et du véhicule de référence. C'est également le cas du véhicule GNC "lean-burn" dont les émissions sont quant à elles légèrement meilleures que celle de l'autobus diesel. Finalement, nous constatons que pour cette catégorie de véhicules, également, les véhicules électriques offrent les meilleures performances environnementales globales. Ils présentent un écoscore plus de deux fois plus petit que celui des véhicules GNC et LPG, et plus de quatre fois plus petit que celui du bus diesel.

Il faut néanmoins être prudent avec ces conclusions étant donné que les autobus considérés comme exemple ne sont pas toujours tout à fait comparables. L'autobus électrique considéré en particulier est un véhicule de 50 à 60 places (midibus) alors que les autres bus peuvent comporter de 70 à 90 places. Il s'agit donc d'un véhicule plus petit que les autres véhicules considérés.

6.5.3. Coûts

Tableau : Comparaison des technologies de véhicules sur base du coût au kilomètre pour la catégorie des autobus.

Véhicule de référence

Scénario de base 10 ans		essence	diesel	lpg	gnv (stoechiométrique)	électricité	hybride	éthanol	biodiesel	biogaz	aquazole
Bus 70-90 places	10.000 km/an		☺	☹☹	☹☹☹			☹☹	☹	☹☹☹	☹
	20.000 km/an		☺	☹	☹☹			☹☹☹	☹	☹☹	☹
	40.000 km/an		☺	☹	☹☹			☹☹☹	☹☹	☹☹	☹

- Le coût au km du bus GNV stœchiométrique atteint encore un surcoût d'environ 20% par rapport au diesel même avec un kilométrage annuel moyen de 40.000 km. Si l'on tient compte des prix moyens pratiqués à la STIB pour le diesel (0,48 €/litre en 2000) et pour le GNVc (0,38 €/m³ en 2000), c'est néanmoins une nettement meilleure performance que pour les bus GNV « lean-burn » car le surcoût enregistré n'est alors que de 14% pour 40.000 km/an sur 10 ans d'utilisation contre 24% pour le « lean-burn ».

Ces remarques ne tiennent pas compte des éventuels investissements à consentir pour l'adaptation du système de ventilation des lieux d'accueil des bus.

Signalons à titre d'information que, pour ses installations de compression de gaz naturel, la STIB payait en 1996 un forfait mensuel de 5.473 € pour des infrastructures relativement importantes permettant le ravitaillement d'une vingtaine de bus.

- Malgré une surconsommation importante et un prix élevé pour la transformation, les bus au LPG deviennent aussi intéressants économiquement parlant que leur homologue diesel dès 40.000 km parcourus par an sur 10 ans d'utilisation. Il ne faut toutefois pas oublier que certains travaux au système de ventilation des éventuels garages d'accueil sont nécessaires mais pas repris dans les calculs de coût au km.
- L'adjonction d'un système de post-traitement des émissions de type CRT reviendrait à augmenter le prix d'achat du bus diesel de 6.488,24 - 8.110,3 € actuellement (2.433 - 3.244 € estimés en 2005) et à comptabiliser une surconsommation de carburant d'environ 5%²⁰⁰. Cela aurait pour conséquence de faire passer l'indice de coût au km du bus diesel à 104 en moyenne (103 avec les prix estimés pour 2005) au lieu de 100.

6.5.3.1. Analyse de sensibilité

- Le raccourcissement de la durée d'utilisation des bus de 10 ans à 8 ans (40.000 km/an) pénalise les technologies « alternatives ». Par contre, son allongement à 12 ans a l'effet inverse.
- L'écart entre le diesel et l'éthanol / biodiesel est encore accentué par la mesure de réduction d'accises sur le diesel pour les sociétés de transport en commun. Malgré que ces deux « biocarburants » soient défiscalisés (aucune accise n'est perçue), leur coût au litre plus élevé que celui du diesel les pénalise d'autant que le kilométrage annuel moyen est élevé. Au prix estimé actuellement (1 €/litre), une suppression de la TVA sur les « biocarburants » rendrait le biodiesel plus ou moins compétitif mais n'améliorerait pas suffisamment la situation pour l'éthanol pur.

6.5.4. Conclusions

Le tableau ci-dessous reprend pour les principales technologies disponibles sur le marché des autobus, leur score environnemental calculé sur base de l'approche Ecoscore, d'une part, les coûts au kilomètre comparés pour différents niveaux d'utilisation, d'autre part.

²⁰⁰ Cleaner vehicles task force, 2000.

Tableau : Synthèse de l'analyse comparative des aspects économiques et environnementaux des technologies disponibles pour la catégorie des autobus.

Scénario de base 10 ans		essence	diesel	lpg	gnv (stoechiométrique)	électricité
Performances environnementales						
Ecoscore			☹☹☹	☺	☺	☺☺☺
Coûts						
Bus 70-90 places	10.000 km/an		☹	☹☹	☹☹☹	n.d.
	20.000 km/an		☹	☹	☹☹	
	40.000 km/an		☹	☹	☹☹	

Légende :

☹	☹	☹	☺	☺
Score environnemental supérieur de 25% à celui du véhicule de référence	Score environnemental supérieur de 12,5% à celui du véhicule de référence	Score environnemental +/- égal à celui du véhicule de référence	Score environnemental inférieur de 12,5% à celui du véhicule de référence	Score environnemental inférieur de 25% à celui du véhicule de référence
Surcoût de +/- 10% par rapport au véhicule de référence	surcoût de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	+/- même coût que le véhicule de référence	économie de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	économie de +/- 10% par rapport au véhicule de référence

Pour cette catégorie de véhicules, les différentes technologies alternatives sont suffisamment développées pour pouvoir être envisagées dans le cadre d'une utilisation normale par les compagnies de transport public.

Comme pour les autres catégories de véhicules, les véhicules électriques présentent le meilleur bilan environnemental et leur utilisation semble particulièrement indiquée dans des zones congestionnées et fortement polluées (dans les centres-villes notamment) ainsi que dans les zones touristiques où des véhicules à émissions nulles et aux niveaux sonores fortement réduits peuvent justifier les surcoûts qui caractérisent cette technologie.

Les autobus LPG et GNC réalisent des scores environnementaux plus ou moins équivalents avec un petit avantage néanmoins pour les autobus GNC fonctionnant en mélange pauvre.

D'un point de vue économique, la filière GNC est cependant moins intéressante notamment en raison des coûts d'infrastructures qu'elle demande.

Dans le cas du scénario de base, toutes les alternatives au diesel s'avèrent plus chères.

L'allongement de la durée d'utilisation et du kilométrage annuel moyen réduit le surcoût des alternatives (sauf pour les biocarburants à cause du coût énergétique).

L'adjonction d'un filtre CRT sur le véhicule diesel réduit le surcoût des technologies alternatives.

6.6. Véhicules utilitaires lourds

Même s'ils ne représentent qu'une part très faible (6%) du parc des véhicules visés par l'Ordonnance tel qu'il a pu être évalué sur base de l'enquête menée au WP2, les véhicules utilitaires lourds sont intrinsèquement de gros pollueurs d'autant plus que l'enquête a révélé que la moyenne d'âge de cette fraction du parc est particulièrement élevée - plus de 9 ans - par rapport au reste du parc. Ces véhicules utilisent actuellement presque exclusivement le carburant diesel et émettent de ce fait des quantités importantes de particules qui, en milieu urbain, sont responsables d'effets très importants sur la santé humaine. Remplacer ces véhicules par des véhicules récents utilisant une source d'énergie alternative plus propre est donc susceptible d'avoir des effets importants.

6.6.1. Technologies disponibles sur le marché

Cette catégorie de véhicules est très diversifiée, couvrant une grande gamme de type de véhicules et d'applications, dont notamment :

- des flottes de service public telles que les services postaux, les bennes à ordures et les véhicules d'entretien des voiries ;
- des flottes privées telles que les flottes de véhicules lourds pour le transport de marchandises ou de courrier ;

des véhicules utilisés à des fins privées par des petits opérateurs de transport routier par exemple.

En conséquence, la satisfaction de la demande pour cette catégorie nécessite une gamme assez large d'options au niveau des véhicules disponibles, chaque application ayant ses propres spécificités en terme de type de conduite, d'infrastructures de ravitaillement et d'entretien requises, de vitesse et de puissance. La pénétration de nouvelles technologies dans cette catégorie nécessite donc la multiplication des modèles disponibles ; ce qui n'est pas encore le cas à l'heure actuelle.

Parmi l'offre disponible actuellement, nous pouvons mentionner :

- des camions de marchandises lourds LPG et GNC utilisés notamment pour le transport de marchandises, la maintenance des voiries, le nettoyage des rues ;
- des camions GNC utilisés pour l'approvisionnement nocturne des supermarchés dans des zones résidentielles ;
- des camions hybrides électriques pour la livraison de marchandises ;
- des bennes à ordures utilisant des technologies alternatives diverses : électricité, éthanol.

6.6.2. Performances environnementales

En ce qui concerne les performances environnementales, une évaluation des différentes technologies disponibles sur le marché sur base de la méthodologie Ecoscore n'a pu être menée spécifiquement pour les véhicules utilitaires lourds dans le cadre limité de ce projet. Nous pouvons néanmoins nous référer aux caractéristiques environnementales générales de ces technologies détaillées précédemment et à l'application d'Ecoscore pour les autobus urbains qui, en terme d'émissions polluantes, sont très proches des utilitaires lourds.

6.6.3. Coûts

Tableau : Comparaison des technologies de véhicules sur base du coût au kilomètre pour la catégorie des utilitaires lourds (cas d'une benne à ordures).

		Véhicule de référence									
Scénario de base 10 ans		essence	diesel	lpg	gnv	électricité	hybride	éthanol	biodiesel	biogaz	aquazole
Benne > 19t	5.000 km/an		☺	☹	☹☹			☹☹	☹	☹☹	☹
	10.000 km/an		☺	☹	☹☹			☹☹	☹	☹☹	☹
	15.000 km/an		☺	☹	☹☹			☹☹☹	☹☹	☹☹	☹

6.6.3.1. Analyse de sensibilité

- Si la durée d'utilisation du scénario de base passe de 10 ans à 8 ans (10.000 km/an), l'indice de coût au km des véhicules alternatifs est pénalisé de 2 à 4 points par rapport au véhicule diesel (score de 111 au lieu de 108 pour le LPG ; 120 au lieu de 116 pour le GNV). Si, par contre, la durée d'utilisation est allongée à 12 ans, ces mêmes véhicules améliorent leurs indices et deviennent plus intéressants économiquement parlant (106 au lieu de 108 pour le LPG ; 114 au lieu de 116 pour le GNV).
- L'adjonction d'un système de post-traitement des émissions d'une benne au diesel coûterait environ 7.000 € actuellement (2.600 € estimés en 2005) et engendrerait une surconsommation volumique de 5%. Cela reviendrait à ce que l'indice de coût au km de la benne au diesel passe à 104 (102 avec le prix estimé en 2005) dans le scénario basé sur 10 ans d'utilisation et 10.000 km parcourus par an.
- En fonction du type d'infrastructure mis en place et de son intensité d'utilisation, le prix du GNV TVAC peut être inférieur de 20% à l'hypothèse posée de 0,68 €/m³ (cf. commentaires voitures « petites citadines polyvalentes » et autobus urbains à ce propos) ou supérieur. S'il est inférieur de 20%, les indices respectifs des véhicules au GNV passent à : 110 pour 10.000 km/an ; 114,7 pour 5.000 km/an et 107,5 pour 15.000 km/an.
- L'éthanol pur et le biodiesel sont pénalisés par un coût énergétique plus important que celui de leur homologue diesel. Un meilleur réglage du moteur pourrait éventuellement améliorer la situation.

6.6.4. Conclusions

Les principaux obstacles à l'introduction de technologies propres au sein des flottes de véhicules lourds sont liés à l'inadéquation entre, d'une part, les besoins de la gamme d'opérateurs et d'applications concernés et, d'autre part, le nombre limité de modèles disponibles actuellement. De plus, les surcoûts associés aux véhicules propres constituent un obstacle important pour des opérateurs privés du secteur très concurrentiel du transport de marchandises.

Au niveau des coûts, des conclusions analogues à celles faites pour les autobus peuvent être faites pour la comparaison des technologies considérées comme propres (LPG, GNC et électrique).

Dans le cas du scénario de base, toutes les alternatives au diesel s'avèrent plus chères.

L'allongement de la durée d'utilisation et du kilométrage annuel moyen réduit le surcoût des alternatives (sauf pour les biocarburants à cause du coût énergétique).

L'adjonction d'un filtre CRT sur le véhicule diesel réduit le surcoût des technologies alternatives.

6.7. Deux-roues

La catégorie des véhicules deux-roues comprend les vélos, les cyclomoteurs, les scooters et les motocyclettes. Les deux-roues sont particulièrement adaptés à la circulation en ville en réduisant la congestion et en permettant dans une certaine mesure d'échapper aux files de trafic. Ils sont également plus faciles à manœuvrer dans des rues fort fréquentées et ne demandent pas beaucoup d'espace pour leur stationnement.

Même s'ils consomment moins de carburant par véhicule-kilomètre que les voitures, les motos et les scooters ont des émissions polluantes qui ont jusqu'à présent été moins limitées que celles-ci. Les moteurs deux-temps très répandus dans la catégorie des deux-roues sont des sources locales particulièrement importantes de pollution et de bruit. Dans ce cadre, l'introduction de scooters électriques permettrait de réaliser des réductions d'émissions et de bruit importantes. L'utilisation de vélos à assistance électrique devrait permettre de réaliser une réduction de pollution en évitant le recours à la voiture pour certains trajets susceptibles d'être réalisés en vélo tout en évitant une fatigue physique excessive à celui qui le réalise, notamment pour des villes au profil accidenté.

6.7.1. Technologies disponibles sur le marché

À l'heure actuelle, l'offre pour des deux-roues alternatifs se limite essentiellement aux vélos à assistance électrique et aux scooters électriques.

Les deux-roues électriques sont particulièrement bien adaptés pour les autorités locales dans le cadre de services spécifiques tels que la police, la livraison, l'entretien ou le nettoyage de l'espace public. Dans certains cas, ces véhicules peuvent être utilisés comme alternatives à la voiture lorsque l'usage de celle-ci n'est pas strictement nécessaire.

6.7.2. Performances environnementales

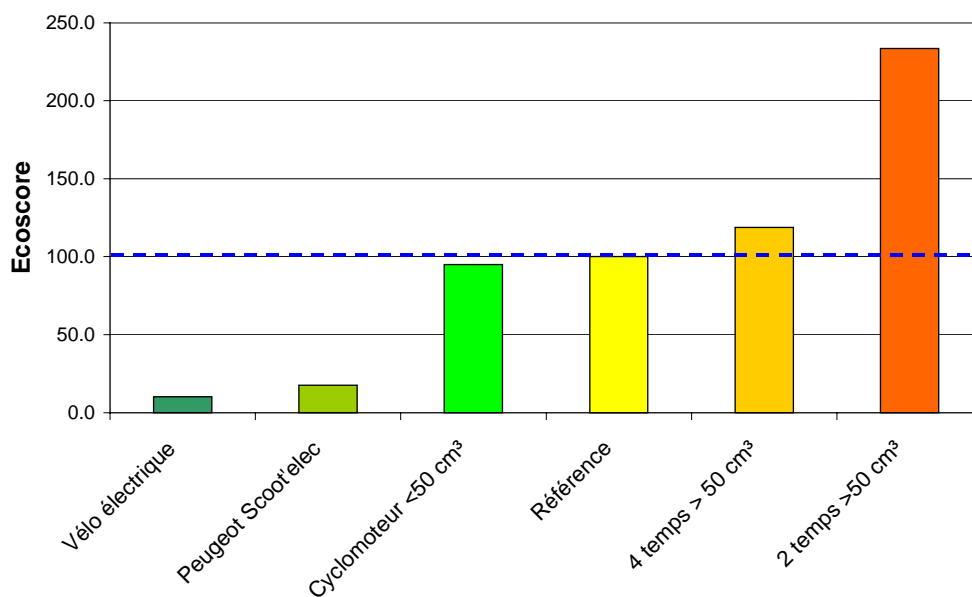
D'un point de vue environnemental, les véhicules électriques permettent des réductions très importantes des émissions polluantes et du niveau sonore pour la catégorie des deux-roues.

L'intérêt le plus évident des scooters électriques est leur fonctionnement silencieux par rapport à leurs homologues thermiques.

La réduction globale des émissions polluantes dépend pour sa part de la façon dont l'électricité est produite.

L'application de la méthodologie Ecoscore à un scooter électrique a conduit à un score environnemental de 17 ce qui indique clairement l'intérêt de ces véhicules dans le cadre de flottes de véhicules propres. Avec un score de 10, les vélos électriques constituent également une alternative intéressante pour un certain nombre d'utilisations en zone urbaine.

Figure : Evaluation des technologies de deux-roues sur base de la méthodologie Ecoscore.



On peut observer que les motos deux-temps sont de loin les plus polluantes. Les motos quatre-temps ne semblent pas trop éloignées du niveau de référence. Les cyclomoteurs de cylindrée inférieure à 50 cm³ se situent juste en dessous de ce niveau.

6.7.3. Coûts

Tableau : Comparaison des technologies de véhicules sur base du coût au kilomètre pour la catégorie des deux-roues.

Véhicule de référence
↓

Scénario de base 7 ans		essence	diesel	lpg	gmv	électricité
Scooter	1.500 km/an	☹		☹		☹
	5.000 km/an	☺		☺		☺

- Pour le coût le kilométrage annuel moyen est essentiel dans la comparaison des technologies de scooters. Le Scoot'elec coûte en effet près de 10% de plus au km qu'un scooter essence 100 cm³ dans un scénario de 7 ans d'utilisation et 1.500 km/an, mais économise 10% par rapport à ce même scooter dès que l'on passe à 5.000 km/an.
- Si la durée d'utilisation est raccourcie à 5 ans (1.500 km/an), cela pénalise particulièrement le Scoot'elec et un peu moins le véhicule LPG. Dans le cas inverse où la durée d'utilisation s'étend sur 9 ans, les indices respectifs du Scoot'elec et du scooter LPG descendent à 106 et 104. Un même constat légèrement atténué peut être tiré dans le cadre d'un kilométrage annuel moyen de 5.000 km.
- Les deux versions alternatives (LPG et électricité) s'avèrent intéressantes d'un point de vue économique à condition de rouler quelques 4.000-5.000 km par an. Elles combinent encore l'avantage de réduire le bruit émanant de ce type de véhicules.
- Le prix d'un scooter électrique peut être jusqu'à deux fois plus élevé que celui d'un scooter thermique traditionnel (en tenant compte du remplacement des batteries après 4 ans), mais les coûts d'utilisation sont significativement plus bas. Les coûts de maintenance représentent seulement 60% de ceux d'un véhicule thermique et la fréquence d'entretien est plus faible. On estime également que les coûts de carburant sont environ 10 fois plus faibles que pour des scooters traditionnels. Ces facteurs permettent

de rentabiliser les véhicules au bout d'une période de quatre ans si l'on tient compte de la valeur résiduelle du véhicule.

6.7.4. Autres aspects

En ce qui concerne la recharge des véhicules, des batteries disponibles actuellement peuvent garantir une autonomie de 30 à 50 km avant d'être rechargées. Cette distance est considérée en général comme suffisante pour les trajets journaliers en deux-roues. Il n'y a donc pas de besoins importants en termes d'infrastructures de recharge sur le réseau routier. La recharge pourra donc se faire à un tarif préférentiel durant la nuit.

6.7.5. Conclusions

Le tableau ci-dessous reprend pour les principales technologies disponibles sur le marché des deux-roues, leur score environnemental calculé sur base de l'approche Ecoscore, d'une part, les coûts au kilomètre comparés pour différents niveaux d'utilisation, d'autre part.

Tableau : Synthèse de l'analyse comparative des aspects économiques et environnementaux des technologies disponibles pour la catégorie des deux-roues.

		essence	diesel	lpg	gnv	électricité
Performances environnementales						
Ecoscore		☹️ à ☹️☹️☹️☹️	-	n.d.	-	😊😊😊😊
Coûts						
Scoter	1.500 km/an	☹️		☹️		☹️
	5.000 km/an	☹️		😊		😊

Légende :

☹️	☹️	☹️	😊	😊
Score environnemental supérieur de 25% à celui du véhicule de référence	Score environnemental supérieur de 12,5% à celui du véhicule de référence	Score environnemental +/- égal à celui du véhicule de référence	Score environnemental inférieur de 12,5% à celui du véhicule de référence	Score environnemental inférieur de 25% à celui du véhicule de référence
Surcoût de +/- 10% par rapport au véhicule de référence	surcoût de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	+/- même coût que le véhicule de référence	économie de +/- 5% par rapport au véhicule de référence	économie de +/- 10% par rapport au véhicule de référence

Au niveau des deux roues, les scooters électriques semblent constituer actuellement la seule alternative propre envisageable même si un modèle LPG est également en développement et pourrait devenir prochainement concurrentiel.

D'un point de vue économique, les alternatives au scooter essence sont intéressantes à condition de rouler suffisamment, c'est-à-dire environ 3.000 km/an.

Le scooter électrique s'impose actuellement comme la meilleure alternative (cfr coûts beaucoup plus faible si on roule 5.000 km/an).

7. Identification des contraintes²⁰¹

Comme cela a été décrit au Chapitre précédent, si les véhicules fonctionnant avec de nouveaux carburants présentent en général des émissions polluantes ainsi que des niveaux de bruit souvent réduits et, dans beaucoup de cas, des coûts en carburant également plus faibles, ces véhicules présentent par rapport aux carburants traditionnels certains désavantages qui créent des obstacles à leur entrée sur le marché.

L'objet de ce chapitre est d'identifier les principaux obstacles auxquels sont confrontées ces nouvelles technologies et qui limitent l'achat et/ou l'utilisation de véhicules propres dans le contexte régional bruxellois.

Ces obstacles ont été regroupés suivant les catégories suivantes :

- obstacles techniques ;
- obstacles économiques ;
- obstacles liés au marché ;

²⁰¹ Etude VUB, CEESE pour le compte de l'IBGE, Schone voertuigen, VERSLAG WP5, "Perspectives bruxelloises à court terme"

- obstacles législatifs et réglementaires ;
- obstacles psychologiques et institutionnels.

7.1. Obstacles techniques :

Les véhicules utilisant des carburants alternatifs peuvent encore présenter certaines limites au niveau de leurs performances telles que :

- une autonomie réduite ;
- des réservoirs et des batteries lourds et encombrants ;
- des temps de recharge et de ravitaillement longs ;

Plus spécifiquement, en fonction des technologies considérées, on peut encore identifier les obstacles suivants :

- OBD²⁰² non-optimal pour les véhicules bi-fuels et transformés : les OBD obligatoires dès 2005 sont généralement optimisés pour un seul type de carburant de sorte que les véhicules bi-fuel sont pénalisés lorsqu'ils passent au deuxième type de carburant (consommation, émissions). Un système comprenant deux programmes d'optimisation que le conducteur pourrait sélectionner en fonction du carburant qu'il utilise serait idéal. Cet obstacle des OBDs peut également être contourné par le développement de véhicules dédiés monocarburant à condition que l'offre en matière de ravitaillement suive;
- Nécessité d'une convergence au niveau du fuel pour les piles à combustible (PAC): on constate actuellement un foisonnement de technologies en matière de pile à combustible (ex : hydrogène embarqué et station de ravitaillement spécifique ; production d'hydrogène à bord du véhicule au moyen d'un gazogène alimenté par du GNC, du méthanol ou même un carburant traditionnel). Cela a pour conséquence de priver les PAC des avantages de la standardisation indispensable à la baisse des prix de production des divers éléments ;
- Diversité des filières de production des alcools et biodiesel : cette diversité s'observe principalement dans le choix du matériau de base (betteraves, cannes à sucre, colza, soja,...) et agit directement sur la composition du biocarburant et sur son contenu énergétique. Tant que ces deux paramètres ne seront pas plus ou moins standardisés, le recours à des proportions importantes d'alcools ou de biodiesel dans les carburants sera handicapé par la nécessité de régler le moteur à chaque changement de fournisseur (le problème est moins criant pour les flottes de véhicules possédant leur propre installation de ravitaillement et un fournisseur « attitré ») ou par un fonctionnement non optimal du moteur en matière de consommation et d'émissions ;
- Disponibilité sur le marché des véhicules, des infrastructures de ravitaillement mais aussi des services de maintenance et de vente de pièces de rechange.

7.2. Obstacles économiques :

Les obstacles économiques auxquels sont confrontées les nouvelles technologies de véhicules comprennent :

- un coût initial plus élevé pour la plupart des véhicules propres, dans beaucoup de cas un coût sur la vie du véhicule également plus élevé (en fonction notamment du système de taxation national et des subsides), ainsi qu'un surcoût à la production pour la plupart des biocarburants ;
- des risques commerciaux en raison d'incertitudes sur les coûts sur la vie du véhicule (notamment en fonction du niveau de taxe et des valeurs de revente). Pour les technologies les plus récentes, il existe assez bien de coûts « cachés » résultant des « maladies de jeunesse » imprévues et de la nécessité de former le personnel ;
- une disponibilité moindre sur le marché ;
- fiscalité : politique fiscale pour les nouveaux carburants potentiellement défavorable

7.3. Obstacles du marché

Si les obstacles techniques et économiques énoncés précédemment peuvent être réduits par de la recherche et développement supplémentaires, même dans les cas où un véhicule propre est potentiellement compétitif par

²⁰²

On board diagnostics : ordinateur de bord (obligatoire dès 2005) qui régule le moteur en fonction des émissions et de la consommation. Etant réglé sur un type de carburant, il ne peut être optimal pour l'autre sauf si un programme spécifique permet de « switcher » d'un carburant à l'autre.

rapport à un véhicule traditionnel, un autre type d'obstacles apparaît qui vient compliquer l'introduction de nouvelles technologies sur un marché déjà établi.

Ces obstacles liés au marché comprennent notamment :

- le manque d'information concernant les performances en conditions réelles des nouvelles technologies et le manque de confiance parmi les utilisateurs potentiels qui en résulte ;
- le manque de confiance parmi les constructeurs et fournisseurs de carburant concernant la viabilité des marchés pour les nouvelles technologies ;
- les coûts de fabrication élevés avant que des économies d'échelle puissent être réalisées ;
- le manque d'infrastructures pour le ravitaillement, la recharge, de fourniture de pièces détachées et d'entretien (partiellement en raison du manque de confiance). En Belgique par exemple, il existe une infrastructure de production de biodiesel mais vu l'absence de débouchés nationaux due notamment à la politique fiscale du pays, l'entièreté de la production est exportée vers l'Italie et l'Allemagne.²⁰³

La plupart des obstacles liés au marché ont tendance à être des « problèmes de la poule et de l'œuf » dans le sens où ils seraient éliminés si la technologie était suffisamment étendue, mais ceci ne peut pas se produire tant que les problèmes ne sont pas résolus.

La solution consiste à introduire, dans un premier temps, les véhicules propres dans des niches d'applications prometteuses où les barrières sont moins importantes. Des mesures de soutien comprennent notamment des campagnes d'information, des projets de démonstrations, des taxes incitatives, des subsides et d'autres règlements destinés à lancer le marché. Ces mesures sont reprises dans le détail dans les chapitres suivants.

7.4. Obstacles législatifs et réglementaires

Un certain nombre d'obstacles sont liés à la législation et aux règlements en place actuellement qui peuvent s'avérer directement ou indirectement contraignants pour les nouvelles technologies et freiner leur expansion.

En distinguant les différents niveaux de compétences, on peut identifier les obstacles suivants :

7.4.1. Au niveau européen :

Problème des quotas de production dans le cadre de la Politique Agricole Commune (notamment pour les biocarburants, l'éthanol et le méthanol) : cela concerne essentiellement les alcools et le biodiesel dérivés de la culture de plantes sucrières ou oléagineuses. La politique agricole commune s'oppose en effet à ce que la production agricole non-alimentaire se développe à outrance. Pour éviter cela, des quotas maxima de production non-alimentaire sont attribués aux différents pays membres avec interdiction de les dépasser. Une extension du recours aux biocarburants de ce type engendrerait rapidement un étranglement de la production. Néanmoins, la Commission européenne planche pour le moment sur une directive favorisant l'utilisation des alcools et biodiesel dans le transport et pourrait dès lors lever ou contourner cet obstacle ;

Les cycles d'homologation actuels ne tiennent pas compte des conditions réelles d'utilisation (ils sont en effet caractérisés par des accélérations qui représentent à peine la moitié de l'intensité de celles enregistrées dans le trafic réel) et donnent de ce fait une image faussée des impacts environnementaux des véhicules.

Inexistence de labels environnementaux harmonisés au niveau européen. Een uniform milieulabel gebaseerd op reële emissies zou het aankoopgedrag van de consument gunstig kunnen beïnvloeden.

7.4.2. Au niveau fédéral belge :

Homologation des carburants, des véhicules, des réservoirs (problèmes des ré-épreuves régulières), des stations de ravitaillement : avant que la vente et l'utilisation d'un carburant soient admises, une série d'autorisations légales, issues de différents niveaux de pouvoir, doivent être réunies de manière à garantir la sécurité non seulement des usagers de tels modes de transport mais également de la population en général. Par exemple, des expériences européennes de véhicules roulant à l'hydrogène se sont vues interdire l'accès de certaines villes pour raison de sécurité alors que le transport d'hydrogène pour l'industrie se fait couramment au moyen de camions citernes spécifiques ;

²⁰³ F. Guillaume, *Rapport d'information sur les biocarburants dans l'UE*, Assemblée Nationale, France, 04/05/2000.

Remarque : la mesure de défiscalisation des biocarburants pour les projets de démonstration en Belgique n'a pas été reconduite au-delà du délai initial de 1996, alors qu'une telle mesure est en vigueur en Italie et en France et étendue à tout type d'utilisation de ces biocarburants. Cet obstacle de marché découle donc directement d'un obstacle économique-fiscal lié au surcoût de production des biocarburants.

Reconnaissance des carburants (actuellement, uniquement essence, diesel, LPG et CNG) : le fait qu'un carburant alternatif ne soit pas reconnu officiellement engendre plusieurs incertitudes quant aux taxes et accises qui le grèveraient lui ou le véhicule (ex : taxe de circulation ou montant du contrôle technique spécifique) et rend impossible la signature d'un contrat d'assurance en responsabilité civile semblable à ceux des véhicules roulant avec des carburants reconnus.

7.4.3. Au niveau régional :

Accès au parking non-autorisé au LPG par exemple :

Possibilité d'achats groupés: actuellement, en région bruxelloise notamment, la réforme des polices n'a toujours pas clarifié la situation de la propriété et de la gestion des flottes de véhicules. Selon l'option retenue (notamment la constitution de zones de police), ces flottes seront ou non visées par l'ordonnance sur les véhicules propres ;

Procédure d'adjudication des marchés (intégration de critères autres que le prix) : cette procédure peut s'avérer défavorable aux nouvelles technologies si le critère du prix est seul pris en compte ;

7.4.4. Au niveau communal :

problème de l'achat groupé de véhicules ou infrastructures par plusieurs communes. Aucune association avec la personnalité juridique adéquate pour ce genre d'opération n'existe pour le moment.

8. Obstacles psychologiques

L'introduction de nouvelles technologies de transport se heurte à un certain nombre de freins psychologiques de la part des personnes qui sont amenées à les utiliser. Nous pouvons notamment mentionner les freins suivants :

- Résistance au changement (postulat sociologique impliquant que tout changement rencontre des résistances naturelles de la part des personnes auxquelles il s'impose) : cette résistance est exacerbée par plusieurs éléments tels que le manque d'implication dans la décision prise (le changement est imposé et non négocié) ou son caractère top théorique (la décision du changement vient « d'en haut » sans trop se soucier de son application réelle sur le terrain et auprès de ceux qui le vivront au quotidien). Une manière de réduire cet obstacle consiste notamment à associer les « usagers du changement » à sa mise en place et à son évaluation, à communiquer ouvertement sur tous les tenants et aboutissants de la mesure (notamment sur les risques et les opportunités qu'elle représente) et à écouter les griefs et autres réticences pour fédérer les interlocuteurs autour de valeurs communes et pour vérifier la faisabilité sur le terrain de cette mesure.
- Appréhension : au cours de plusieurs expériences menées avec des véhicules au GNV ou électriques, le manque de confiance des utilisateurs quant à la fiabilité du véhicule ont conduit à une sous-utilisation de la flotte disponible. Cela a pour conséquence directe d'accroître considérablement le surcoût de ces véhicules et des éventuelles infrastructures de ravitaillement (cf. étude sur les coûts et analyse de sensibilité : annexe du WP1). Le LPG souffre également d'un tel obstacle psychologique suite à quelques accidents spectaculaires qui l'ont mis en cause et engendré une réticence nette à l'achat de véhicules LPG;
- Sensation: la conduite des véhicules alternatifs est souvent différente de celle des véhicules traditionnels. Le conducteur qui se fie au bruit du moteur ou à la réaction de reprise pour régler son comportement est perturbé dans ses repères. Il doit apprendre à détecter les « signaux » spécifiques de ce nouveau véhicule et adapter son système de références. Des stages de conduite sont souvent nécessaires sous peine de voir une surconsommation conséquente ou une dégradation trop rapide du matériel ;
- Manque de formation: outre le comportement de conduite, la manière dont le ravitaillement et l'entretien s'effectuent doit également être adaptées à la nouvelle technologie pour des raisons de sécurité (ex : aspect corrosif des alcools), de longévité du matériel ou de soucis d'éviter le gaspillage et les émissions « parasites » (ex : fuites et émissions causées par une mauvaise procédure de ravitaillement).

9. La télématique et les systèmes de transport intelligents

9.1. Qu'est-ce-qu'ITS (Intelligent Transport system)?²⁰⁴

C'est un ensemble de différentes technologies qui, au moyen de l'informatique et de la télécommunication, appliquées sur la chaussée et dans les voitures poursuit les buts suivants :

13. Renforcer la sécurité routière
14. Optimiser l'utilisation des capacités de transport tout en assurant un déroulement efficace du trafic
15. Encourager le comportement intermodal et multimodal des personnes en déplacement
16. Diminuer les atteintes à l'environnement et augmenter le confort.

9.2. Applications des ITS ?

9.2.1. Gestion de la circulation

9.2.1.1. Sécurité du trafic et réglementation de la vitesse

La télématique des transports peut aussi servir à accroître la sécurité du trafic par des aides à la conduite. Les limitations de vitesse qui, aujourd'hui encore, sont indiquées sur le bord des chaussées pourraient très bientôt céder la place à des dispositifs embarqués signalant sous forme optique et acoustique aux conducteurs qu'ils roulent trop vite et quelle est la limite imposée à l'endroit où ils se trouvent. Des solutions plus radicales prévoient même d'équiper les véhicules d'un limiteur de vitesse.

Les systèmes influant sur la marche des véhicules et limitant le pouvoir des conducteurs d'en disposer sont toutefois controversés.²⁰⁵

9.2.1.2. Fluidité du trafic - Engorgements - Déplacements

Les technologies des STI ont surtout un effet positif sur les Kilomètres-véhicules parcourus (KVP), du fait que l'amélioration de l'information à l'intention des voyageurs est fort susceptible d'aider les conducteurs à prendre des décisions éclairées durant leurs déplacements quant au choix des itinéraires.²⁰⁶

En effet, l'application de la télématique — 'Intelligent Transport Systems' dans les véhicules peut accroître l'efficacité du transport en :

- avertissant à temps le conducteur de l'existence de files ;
- indiquant des itinéraires pour éviter les encombrements ;
- Spécifiant certaines données relatives au stationnement afin de réduire les déplacements inutiles lors de la recherche d'un lieu de stationnement.²⁰⁷

Remarquons cependant que les technologies des STI liées à l'information sur les KVP peuvent néanmoins avoir, dans l'ensemble, un impact mixte, du fait qu'il peut y avoir un plus grand nombre de déplacements de véhicules en raison de la plus grande capacité et des vitesses supérieures associées à une meilleure gestion du trafic.

9.2.1.3. Vitesses maximales réalisables

Les systèmes évolués de gestion de la circulation (SEGC), y compris la gestion des incidents, devrait amener une amélioration du débit de trafic et une réduction de l'encombrement, ce qui se traduit typiquement par une amélioration des vitesses maximales réalisables. Ces améliorations des vitesses maximales réalisables entraînent, en grande partie, une réduction des émissions dans le réseau routier urbain.

9.2.2. Environnement

La mise en place des STI se traduira probablement par des retombées bénéfiques pour la qualité de l'air (diminution des émissions et des consommations), grâce à l'amélioration du débit de circulation et de l'atténuation de l'encombrement des voies de circulation.²⁰⁸

²⁰⁴ <http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/?lang=fr&msg-id=987>

²⁰⁵ www.ta-swiss.ch/www-remain/reports_archive/press_releases/pressemitteilungen2003/PM_Verkehrstelematik_f.pdf

²⁰⁶ <http://www.its-sti.gc.ca/fr/downloads/Phase%20I%20-%20Guidelines%20Document-french.pdf>

²⁰⁷ www.cemt.org/online/council/2000/CM0004Ff.pdf

²⁰⁸ <http://www.its-sti.gc.ca/fr/downloads/Phase%20I%20-%20Guidelines%20Document-french.pdf>

9.2.3. Surveillance²⁰⁹

9.2.3.1. Environnementale

La surveillance, la détection et le diagnostic météorologiques et environnementaux permettent aux organismes gouvernementaux d'améliorer leurs stratégies de contrôle de la qualité de l'air et de surveiller et de prévoir des conditions climatiques qui présentent des risques pour la conduite. On peut citer à titre d'exemples : les alertes de smog, les émissions de monoxyde de carbone dans les tunnels, les routes glacées, les routes fermées, la visibilité réduite, les risques d'avalanches, etc.

Le centre de régulation de la circulation peut utiliser cette information pour limiter la pollution et formuler des stratégies de gestion du trafic.

9.2.3.2. Systèmes de péages

L'utilisation des ITS peut permettre de mettre à exécution des structures de péage.²¹⁰

9.3. Données chiffrées d'impacts liés à la mise en place d'un système intégré de ITS

9.3.1. Gestion de la circulation

Une évaluation routière²¹¹ menée de mai à juin 1993 faisait état de :

- une réduction moyenne de 8 % du temps de déplacement ;
- une diminution moyenne de 22 % des arrêts des véhicules ;
- une baisse moyenne de 17 % du temps de retard des véhicules,

9.3.2. Réduction des consommations

L'effet de l'application généralisée des ITS sur la consommation des véhicules est significative. Certaines études font même état d'une réduction potentielle de la consommation de 25%²¹².

Un style de conduite adapté donne lieu à une réduction de la consommation de 10%²¹³.

9.3.3. Réduction des émissions

L'évaluation routière mentionnée ci-dessus faisait état pour une réduction moyenne de 8 % du temps de déplacement, une diminution moyenne de 22 % des arrêts des véhicules, une baisse moyenne de 17 % du temps de retard des véhicules, et une diminution moyenne de 5,7 % de la consommation de carburant de

- une réduction moyenne de 3,7 % des hydrocarbures ;
- une baisse moyenne de 5 % des émissions de monoxyde de carbone.

10. Systèmes augmentant la pollution atmosphérique

10.1. Les "4X4" ou les véhicules surdimensionnés

Depuis quelques années, les 4x4 prolifèrent dans toutes les grandes villes européennes. En 2004 en Europe, leurs ventes ont progressé de 15% en moyenne contre 4% pour les voitures normales. En Belgique, près de 36.000 4x4 ont été immatriculés en 2004 contre 11.000 en 1997.

A l'heure où le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources naturelles deviennent une réalité tangible, la prolifération de ce genre de véhicules sur-dimensionnés est contradictoire avec les mesures publiques destinées à protéger l'environnement, à réduire l'empreinte écologique et à limiter ou à varier la consommation énergétique. Les 4x4 consomment en moyenne bien plus de carburant (surtout en ville où les

²⁰⁹ <http://www.crt.umontreal.ca/atlantic/groupe1.2.php>

²¹⁰ <http://www.crt.umontreal.ca/atlantic/groupe1.2.php>

²¹¹ ATLANTIC - A Thematic Long-term Approach to Networking for the

Telematics and ITS Community - Évaluation des avantages et des coûts des STI- État des connaissances et de la pratique au Canada -April 2004

²¹² Ministeri dei Trasporti e della Navigazione, dell'Ambiente e dei Lavori Pubblici, 'Nuovo Piano Generale dei Trasporti e della Logistica', Luglio 2000, CAPITOLO 15.

²¹³ W. Dijkstra et al. : Brandstofverbruikstest voor trucks - Rapport door het centrum voor energiebesparing en schone technologie, april 1999.

arrêts sont fréquents) et émettent une quantité moyenne plus importante de gaz CO₂ (230 grammes de CO₂/km contre 146 g/km pour les berlines)²¹⁴.

Les statistiques de la Febiac montrent en effet pour l'année 2004 une augmentation significative du nombre des immatriculations de véhicules de type 4X4. La tendance ne devrait a priori pas s'inverser pour les années à venir. C'est un phénomène préoccupant, dans la mesure où ce genre de véhicule est responsable de nombreuses nuisances publiques, en particulier lorsqu'ils sont utilisés en ville, là où leur usage se justifie le plus rarement :

- Le premier problème est celui de la sécurité routière. Il est lié au poids et aux dimensions de ce type de véhicules, qui, en cas d'accident, causent des *dommages bien plus importants qu'un véhicule classique*. En cas de collision avec un piéton, un adulte sera touché au niveau du thorax et un enfant à hauteur de la tête. Par ailleurs, le poids des 4X4, qui peut atteindre 2 tonnes, occasionne des dégâts matériels et humains très graves. Par ailleurs, ce genre de véhicules pose un *problème de visibilité*, puisqu'il est très difficile pour le conducteur de voir les obstacles qui se situent à proximité de son véhicule, a fortiori quand ils sont bas (enfants, personnes en chaises roulantes).
- Un second problème posé par les 4X4 est leur consommation. Malgré les efforts des constructeurs, il reste un problème d'émission de CO₂ et de consommation de carburant. En milieu urbain, les arrêts et démarrages fréquents amplifient la consommation des véhicules lourds. Ce phénomène va à l'encontre des efforts mis en œuvre par la Région bruxelloise, qui offre des primes incitant les entreprises et les ménages à diminuer leur consommation d'énergie et encourage les automobilistes à se diriger vers les véhicules les moins polluants possibles.
- Ensuite, la question de l'occupation et de l'usage de l'espace public est également posée par les SUV. D'une part, ces véhicules sont généralement plus volumineux que les autres et occupent un espace de parking plus grand, tant en provoquant un encombrement visuel certain. Il faut régulièrement constater que des SUV sont garés sur des trottoirs rendus inaccessibles à des voitures classiques. Cela pose un problème en terme de respect du code de la route, mais également au niveau des travaux publics : le recours à la bordure surélevée destinée à empêcher le parking sauvage perd de son efficacité et, les 4X4 étant des véhicules lourds, ils participent à la dégradation de trottoirs financés par la collectivité.

Ce phénomène n'est pas spécifique à la Belgique, diverses mesures ont déjà été prises ailleurs :

- la Ville de Paris a adopté une motion visant à prendre des mesures restrictives pour les véhicules 4X4.
- Amsterdam envisage de proscrire le stationnement pour ces véhicules ;
- l'Espagne est en train de prendre de nouvelles mesures suite à une série d'accidents dramatiques impliquant ce type de véhicules durant les vacances^{215, 216}.

La politique bruxelloise est de décourager au lieu d'interdire²¹⁷.

La FEBIAC²¹⁸ pour sa part a un avis sur les 4x4 légèrement différent :

- en ce qui concerne les ventes : les chiffres pour l'année 2004, basés sur les statistiques de la Febiac, font effectivement état d'une forte hausse du nombre d'immatriculations de véhicules 4x4. Cependant, on observe un recul des ventes, depuis mai 2005. Cette chute serait liée à deux mesures prises visant à fortement décourager l'achat de 4x4 :
 - à partir du 1er janvier 2006, le régime fiscal appliqué à ces véhicules va être profondément modifié. C'est-à-dire que le fisc ne fera plus la différence entre le fait que la voiture soit immatriculée comme camionnette ou pas. Cette mesure vise à décourager l'utilisation impropre des 4x4 ;
 - depuis avril 2005, les exigences techniques ont été renforcées pour les camionnettes : Ainsi, la cloison de séparation entre les sièges et la zone de chargement doit être fixe et ne peut donc pas être retirée. De plus, la zone de chargement doit au moins être égale à la moitié de l'empattement, soit la distance séparant les essieux. Febiac estime que c'est principalement cette mesure qui freine la vente des 4x4, puisqu'elle ne permet plus l'immatriculation impropre d'un véhicule 4x4 en tant que camionnette.

²¹⁴ http://www.hns-info.net/article.php3?id_article=7093

²¹⁵ Question orale posée par Céline Delforge, députée, Parlement bruxellois le 12.10.2005

²¹⁶ Question orale concernant la prolifération des 4x4.

<http://www.ecolo.be/index.php?class=home&page=interventions/docs/interparl&fiche=2240&numand=2161>

²¹⁷ Question orale concernant la prolifération des 4x4.

<http://www.ecolo.be/index.php?class=home&page=interventions/docs/interparl&fiche=2240&numand=2161>

²¹⁸ <http://www.febiac.be/fr/content/default.asp?T=2&C=1&FID=489>

- En ce qui concerne les émissions, les 4x4 ne seraient pas plus polluantes que les voitures moyennes. Son argumentaire est le suivant : Certaines voitures tout-terrain consomment bien sûr plus de carburant qu'une voiture moyenne. Mais saviez-vous que le plus vendu des 4x4, la Toyota RAV4 diesel ne consomme que 7,1 l par 100 km ? Le numéro deux consomme 7,6 l. (Hyundai Santa Fé) et le numéro trois 8,5 l. (Volvo XC 90). Ces valeurs de consommation se situent certes au-dessus de la moyenne. La FEBIAC estime cependant qu'il faut :
 - comparer les 4x4 avec des voitures appartenant à des segments concurrents (les grands monovolumes). Les plus vendus, sont deux versions de la Renault Espace qui, en fonction de la motorisation, consomment 6,8 ou 7,7 l/100 km. A la troisième place, nous avons la Citroën C8 avec 7,2 l/100 km. Toutes ces valeurs sont très proches les unes des autres.
 - la plupart des voitures tout-terrain sont jeunes. Leur âge moyen est de 4 ans et 9 mois par rapport à 7 ans et 8 mois pour l'ensemble de notre parc automobile. Elles disposent de ce fait des technologies les plus modernes et répondent aux normes d'émissions les plus sévères. Trois quarts satisfont au moins à la norme Euro 2.
- Leur conclusion est donc que « Les voitures tout-terrain produisent donc peu d'émissions nocives et sont de ce fait beaucoup plus respectueuses de l'environnement que la voiture belge moyenne. »

Cette conclusion doit cependant être analysée avec prudence.

Par émissions nocives, il faut entendre NOx, CO. Ces véhicules étant plus jeunes, ils sont de fait équipés des technologies modernes mais :

- la consommation de ces véhicules et donc leurs émissions de CO₂ sont supérieures à la moyenne ;
- si ces voitures sont relativement jeunes et polluent donc moins que les anciennes voitures encore présentes dans le parc, il faut néanmoins les comparer avec les standards d'émissions des voitures actuelles (EURO4) et non aux EURO2;

En France²¹⁹, ces constatations ont encouragé l'association Agir pour l'environnement (APE) à mettre en place une campagne contre l'essor des 4x4 et leur place grandissante dans nos villes. Cette campagne, soutenue par le RAC-F, a pour objectifs d'interpeller le Ministre des Transports, le Président de l'Association des maires des grandes villes de France et les principaux constructeurs automobiles pour :

- généraliser un étiquetage qui classe les voitures (de A à G en fonction des émissions de gaz à effet de serre) ;
- interdire des centres urbains les véhicules E, F et G et limiter l'accès des véhicules C et D lors des pics de pollution de niveau 2 ;
- relancer le projet de malus à l'achat de véhicule polluant et réintroduire une taxe annuelle pour les particuliers proportionnelle aux émissions de gaz à effet de serre ;
- imposer un message sensibilisant aux effets du dérèglement climatique, sur toutes les publicités pour 4x4 et autres véhicules polluants ;
- promouvoir, par l'intermédiaire d'incitations financières, les modes de déplacement non émetteurs de gaz à effet de serre ;
- rétablir le financement des plans de déplacement urbain et des transports en commun en site propre, et faire en sorte que les collectivités locales et les établissements et organismes publics se dotent de plan de déplacement d'entreprises.

10.2. La climatisation

10.2.1. Principe²²⁰

La puissance requise pour le fonctionnement d'un système de climatisation embarqué conventionnel peut être divisée en deux parties distinctes : d'une part, la puissance nécessaire à l'activation du compresseur de l'air conditionné, et d'autre part, la puissance électrique consommée par les ventilateurs entraînant l'air à travers le condenseur et l'évaporateur.

²¹⁹ Source : Infos de serre (Bulletin mensuel sur les changements climatiques) n°25 - Octobre 2004 - page 3 - <http://www.rac-f.org/DocuFixes/IDS/IDS25.pdf>

²²⁰ Source : OCDE - "Voitures propres - Stratégies pour des véhicules peu polluants" - 2004

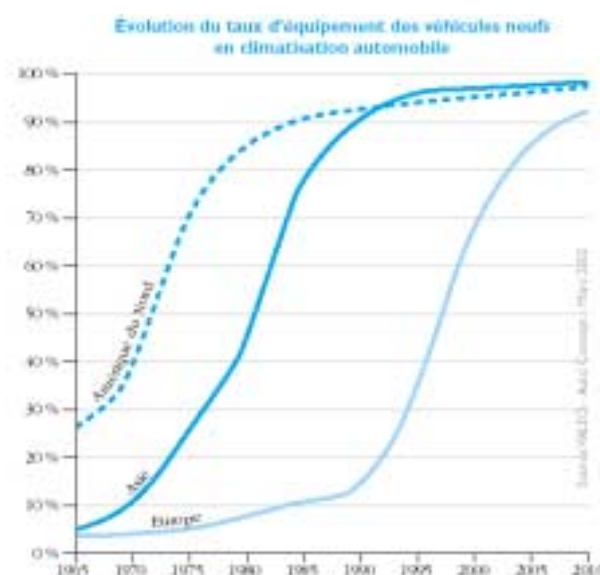
La température ambiante, la température intérieure pré-réglée ou souhaitée, la quantité d'air recirculé, l'humidité ambiante et l'isolation du véhicule des rayonnements solaires ou thermiques sont d'importants facteurs influant sur la consommation de CO₂ ainsi que sur les émissions de polluants locaux.

Les climatiseurs sont aussi parfois utilisés pour désembuer les fenêtres du véhicule, en général, juste après un démarrage à froid quand la température ambiante est basse et que l'humidité relative est élevée. La vapeur d'eau de l'air qui pénètre dans le climatiseur se condense à la surface froide du condenseur. L'air refroidi au niveau du condenseur doit être réchauffé jusqu'à une température acceptable avant d'entrer dans l'habitacle. Un chauffage complémentaire est évidemment nécessaire à ce niveau.

10.2.2. Pénétration de la climatisation²²¹

Marginal il y a 20 ans en Europe avec moins de 10 % des véhicules neufs équipés, la climatisation est devenue un phénomène de masse. Plus de 90 % des véhicules neufs vendus en Europe en sont équipés. Avec 20 et 25 ans de décalage, le marché européen rejoint ainsi les marchés asiatiques et américains. La progression a été extrêmement rapide puisque le taux d'équipement est passé de 12 % environ en 1990 à plus de 90 % en 2005.

Figure : Taux de pénétration de la climatisation dans les voitures 1965 - 2010.



Progressivement c'est donc l'ensemble du parc automobile qui en est équipé. L'ADEME estime que 2/3 du parc seront équipés en 2010 et 9/10 en 2020.

10.2.3. Influence sur l'environnement²²²

La présence d'une climatisation n'est pas sans conséquence sur la consommation (voir figure ci-dessous):

- En cycle extra-urbain, les résultats les plus favorables sont compris en +12 et + 28 % (EUDC) ;
- En cycle mixte (MVEG), les surconsommations sont comprises entre 19 et 36 % ;
- En cycle urbain, les résultats sont très négatifs : entre 26 et 43 % de surconsommation.

²²¹ Barbusse S., Gagnepain L. (2003) "La climatisation automobile. Impact énergétique et environnementale". ADEME, Valbonne (F.), 8 pages

²²² Barbusse S., Gagnepain L. (2003) "La climatisation automobile. Impact énergétique et environnementale". ADEME, Valbonne (F.), 8 pages

	Surconsommation en l/100 km (entre parenthèses variation en %)		
	Cycle urbain (ECE)	Cycle extra-urbain (EUDC)	Cycle mixte (MVEG)
Essence (moyenne 10 véhicules)	+ 3,1 (+ 31 %)	+ 0,9 (+ 16 %)	+ 1,7 (+ 23 %)
Diesel atmosphérique	+ 2,4 (+ 26 %)	+ 0,7 (+ 12 %)	+ 1,3 (+ 19 %)
Diesel suralimenté (turbo Diesel)	+ 4,0 (+ 43 %)	+ 1,5 (+ 28 %)	+ 2,5 (+ 36 %)
Ensemble des Diesel (moyenne 10 véhicules)	+ 3,2 (+ 35 %)	+ 1,1 (+ 20 %)	+ 1,9 (+ 27 %)

T extérieure = 30 °C, T consigne = 20 °C, essai sur cycle NMVEG cf. Dir. 98/69.

Surconsommations moyennes en l/100 km
entre l'essai climatisation en marche et sans climatisation

Ainsi, la climatisation utilise à elle seule, voire au-delà, tous les progrès accomplis par les constructeurs en matière d'amélioration des consommations.

De plus, l'augmentation de la consommation de carburant se traduit par une augmentation des polluants qui est dans la majorité des cas plus que proportionnelle, voir figure ci-dessous :

	CO	HC	NO _x	Particules
Essence				
Urbain	+ 17 %	~ 0	+ 74 %	-
Extra-Urbain	+ 75 %	- 0	+ 51 %	-
Diesel				
Urbain	- 30 %	- 24 %	+ 47 %	+ 60 %
Extra-Urbain	- 28 %	- 23 %	+ 27 %	+ 32 %

T extérieure = 30 °C, T consigne = 20 °C, essai selon Directive 98/69 – nouveau cycle MVEG.

Émissions moyennes de polluants mesurés en g/km
Écart en % entre essai climatisation en marche et sans climatisation

Finalement, à cette surconsommation de carburant s'ajoutent en plus les pertes de fluides frigorigènes en cours d'utilisation en raison de l'usure ou de fuites dans les raccords, les flexibles, le compresseur, les joints...

Une directive européenne devait être adoptée avant fin 2005 (approuvée par le Conseil en octobre 2004). Elle imposera la limitation des fuites de fluide frigorigènes et l'abandon progressif du R134a et son remplacement par deux gaz : le CO₂ et le R152a. Elle s'appliquera aux véhicules particuliers et aux utilitaires légers (masse inférieure à 1 205 kg).

Ainsi, à partir du 1er janvier 2007 pour les nouveaux types de véhicules et du 1er janvier 2008 pour tous les véhicules neufs, le fluide frigorigène utilisé devra avoir un PRG inférieur à 150 ou un taux de fuite inférieur à 40 g/an ou 60 g/an pour les doubles évaporateurs. A partir du 1er janvier 2011, la climatisation de tous les nouveaux types de véhicules et du 1er janvier 2017, de tous les véhicules neufs, devra utiliser un fluide frigorigène dont le PRG est inférieur à 150.

11. Conclusion

Beaucoup d'efforts ont été faits par l'industrie et la recherche pour améliorer les performances techniques des véhicules. En effet, grâce aux progrès techniques et aux normes d'émissions imposées progressivement aux nouveaux véhicules ou aux carburants, les émissions de NO_x, SO₂, COV ou particules des véhicules routiers sont en nette diminution.

Une part prépondérante des économies d'émissions attendues dans le secteur des transports peut encore provenir de nouvelles technologies, et il est à ce titre important de soutenir la recherche ; néanmoins tant que le prix du pétrole sera bas, ces technologies nouvelles et en particulier les bio - carburants auront du mal à percer.

Cependant, les progrès technologiques peuvent-ils apporter seuls la solution ?

La demande en transport est en augmentation et par conséquent la consommation de carburant et les émissions de CO₂ devraient augmenter. Dès lors, les progrès techniques importants ne suffiront pas et nos sociétés devront s'engager vers une évolution importante de l'organisation du système de transport et des comportements.

LÉGISLATION EN MATIÈRE DE QUALITÉ DE L'AIR : PROTÉGER LA SANTÉ PUBLIQUE

1. Directive-cadre 96/62/CE - qualité de l'air ambiant

L'Union européenne a adopté une directive-cadre concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant (directive 96/62/CE du conseil du 27 septembre 1996) qui établit un cadre pour les mesures nationales, régionales et locales destinées à :

- définir et fixer des objectifs concernant la qualité de l'air ambiant dans l'Union, afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé humaine et pour l'environnement dans son ensemble,
- évaluer, sur la base de méthodes et de critères communs, la qualité de l'air ambiant dans les États membres,
- disposer d'informations adéquates sur la qualité de l'air ambiant et faire en sorte que le public en soit informé, entre autres par des seuils d'alerte,
- maintenir la qualité de l'air ambiant lorsqu'elle est bonne, et l'améliorer dans les autres cas.

Elle a été suivie par quatre « directives filles » fixant entre autres la valeur limite de concentration et, le cas échéant, le seuil d'alerte de la population pour chacun des polluants clés dans l'air ambiant :

- le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, les particules en suspension, le plomb
- le benzène, le monoxyde de carbone
- l'ozone
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le cadmium, l'arsenic, le nickel, le mercure

Les objectifs des nouvelles directives doivent être atteints pour le 1er janvier 2005, le 1er janvier 2010 ou le 1er janvier 2012.

Dès l'année calendrier 2001, les données doivent toutefois être évaluées par rapport aux directives plus récentes (objectif qualité de l'air 2005 ou 2010). Pour la période entre 2001 et 2005 (ou 2010), une marge de dépassement est prévue, qui est exprimée en pourcentage de la valeur limite ultime. L'existence d'une marge de dépassement autorisée n'introduit toutefois pas de valeur limite intermédiaire. La valeur limite reste inchangée et doit être respectée pour 2005 ou 2010 et pas avant.

2. Directive fille 1999/30/CE : SO₂, NO_X, particules et plomb

Une première directive fille a été adoptée pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules (PM₁₀) et le plomb. Les États membres devaient transposer cette directive (directive 1999/30/CE du Conseil, du 22 avril 1999) en droit national pour le 19 juillet 2001 au plus tard.

Cette directive a été transposée en droit bruxellois par l'arrêté du Gouvernement du 28 juin 2001.

3. Directive fille 2000/69/CE : CO et benzène

Une deuxième directive fille a été adoptée pour le monoxyde de carbone et le benzène. Les États membres devaient transposer cette directive (directive 2000/69/CE du Conseil du 16 novembre 2000) en droit national pour le 13 décembre 2002 au plus tard.

Cette directive a été transposée en droit bruxellois par l'arrêté du Gouvernement du 5 juillet 2001.

Tableau : Aperçu des valeurs limites pour les deux premières directives-filles (SO_2 , NO_x , PM_{10} , Pb, CO, benzène)

Polluant	Protection	Période d'intégration	Valeur limite	Nombre de dépassements autorisés	Date pour le respect de la valeur limite	Marge initiale au 01/01/2001
SO_2	Santé publique	1 heure	$350 \mu g/m^3$	24 par an	1-janv-2005	$150 \mu g/m^3$ (43%)
	Santé publique	24 heures	$125 \mu g/m^3$	3 par an	1-janv-2005	Néant
	Eco-systèmes	Année calendrier et hiver (1 oct. - 31 mars)	$20 \mu g/m^3$		19-juil-01	Néant
NO_2 et NO_x	Santé publique	1 heure	$200 \mu g/m^3 NO_2$	18 par an	1-janv-2010	50%
	Santé publique	Année calendrier	$40 \mu g/m^3 NO_2$		1-janv-2010	50%
	Végétation	Année calendrier	$30 \mu g/m^3 NO_x$		19-juil-01	Néant
PM_{10}	PHASE 1					
	Santé publique	24 heures	$50 \mu g/m^3 PM_{10}$	35 par an	1-janv-2005	50%
	Santé publique	Année calendrier	$40 \mu g/m^3 PM_{10}$		1-janv-2005	20%
	PHASE 2					
	Santé publique	24 heures	$50 \mu g/m^3 PM_{10}$	7 par an	1-janv-2010	à déterminer
	Santé publique	Année calendrier	$20 \mu g/m^3 PM_{10}$		1-janv-2010	50%
Pb	Santé publique	Année calendrier	$0.5 \mu g/m^3$		1-janv-2005	100%
CO	Santé publique	Maximum journalière de la moyenne sur 8	$10 mg/m^3$		1-janv-2005	Marge initiale au 13/12/00
						$6 mg/m^3$
Benzène	Santé publique	Année civile	$5 \mu g/m^3$		1-janv-2010	Marge initiale au 13/12/00
						$5 \mu g/m^3$

4. Directive fille 2002/3/CE : Ozone troposphérique

La Directive Ozone a été adoptée le 12 février 2002. Elle devait être transposée par les Etats Membres pour le 9 septembre 2003.

Cette directive a été transposée en droit bruxellois par l'arrêté du Gouvernement du 18 avril 2002.

La directive pour l'ozone ne donne pas de valeur limite (limit value), mais une "valeur cible" (target value), c'est-à-dire, un niveau fixé dans le but d'éviter à long terme des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre là où c'est possible sur une période donnée.

Outre la valeur à atteindre, des valeurs sont également données comme "objectif à long terme": une concentration d'ozone dans l'air ambiant en dessous de laquelle, selon les connaissances scientifiques actuelles, des effets nocifs directs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement dans son ensemble sont peu probables. Sauf lorsque cela n'est pas faisable par des mesures proportionnées, cet objectif doit être atteint à long terme, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Tableau : Valeurs à atteindre et objectif à long terme pour l'Ozone (O3)

Protection	Valeur d'appréciation	Valeur cible	Nombre de dépassements autorisés	Première année dont les données seront utilisées pour calculer la conformité	Objectif Long terme	Date pour le respect de l'objectif long terme
Santé publique	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (calculée sur base de moyennes glissantes sur 8 heures)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 par an en moyenne sur 3 ans	2010	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2020
Végétation	AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1h de mai à juillet	18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ (moyenne calculée sur 5 ans)		2010	6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	2020

En plus, la directive 2002/3/CE fixe un "seuil d'information" et un "seuil d'alerte". Le "seuil d'information" est un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population et à partir duquel des informations actualisées sont nécessaires. Le "seuil d'alerte" est un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de toute la population et à partir duquel les États membres prennent immédiatement des mesures conformément aux articles 6 (information du public) et 7 (plans d'action à court terme) de la directive.

Tableau : Seuil d'information et seuil d'alerte pour l'Ozone (O3)

* Pour la mise en œuvre de l'article 7 (plans d'action à court terme), le dépassement du seuil doit être mesuré ou prévu pendant trois heures consécutives.

5. Directive fille 2004/107/CE : HAP et métaux lourds

Cette directive a pour objectif de fixer, à l'horizon 2012, des valeurs cibles pour les concentrations dans l'air ambiant des métaux lourds suivants : l'arsenic (6 ng/m^3) ; le cadmium (5 ng/m^3) et le nickel (20 ng/m^3) ainsi que pour un HAP : le benzo(a)pyrène (1 ng/m^3) utilisé comme traceur du risque cancérigène lié à ces polluants. Ces valeurs cibles sont une moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction de particules (PM10).

La directive détermine aussi des méthodes et des critères communs pour l'évaluation des concentrations dans l'air ambiant et des dépôts de ces polluants ainsi que pour le mercure. L'information sur ces concentrations et dépôts devra être transmise à la Commission et mise à disposition du public.

LÉGISLATION EN MATIÈRE DE QUALITÉ DE L'AIR : PROTÉGER LES ÉCOSYSTÈMES POUR PROTÉGER L'HOMME

1. Convention sur les changements climatiques et protocole de Kyoto

La convention cadre sur les changements climatiques (New-York, 1992) a pour objectif de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les engagements de la convention ont été renforcés par l'adoption d'un protocole (Kyoto, 1997) qui impose aux pays industrialisés de réduire leurs émissions globales pour six gaz à effet de serre : le CO₂, le CH₄, le N₂O, les HFC, les PFC et le SF₆.

Pratiquement, les six gaz sont combinés en un "pot commun", chaque gaz à effet de serre étant pondéré suivant son potentiel de réchauffement : "l'équivalent CO₂".

Bien qu'ayant le potentiel de réchauffement le plus faible, c'est néanmoins le CO₂ qui, vu son abondance, joue un rôle déterminant dans le mécanisme de l'effet de serre.

La Belgique s'est engagée à réduire ses émissions pour l'ensemble de ces six gaz de 7.5% par rapport aux niveaux de 1990 au cours de la période de 2008 à 2012.

Suite à l'accord du 8 mars 2004 entre les Régions et le Fédéral, la Région de Bruxelles-Capitale (RBC) s'est vue octroyée un plafond d'émissions, pour la période 2008-2012, de 4.13Mt de CO₂ équivalent (CO₂eq) par an.

Bien qu'exprimé différemment, cet accord de répartition de la charge revient à une répartition linéaire de l'effort de réduction entre les trois Régions, le fédéral apportant un appui complémentaire à la Flandre et la RBC par le biais de l'achat de crédits CO₂. Cet appui complémentaire est sensé tenir compte des spécificités respectives de la Flandre et de la RBC.

Tableau : Répartition de la charge du protocole de Kyoto entre entités fédérées (en Mtonnes de CO₂ équiv.)

Entité	Emissions 1990	Objectif FK (-7.5%)	Apport fédéral	Plafonds régionaux	Plafonds régionaux*
		(a)	(b)	(a)+(b)	(accord)
RBC	3.69	3.69	0.44	4.13	4.13
Wallonie	54.3	50.23		50.23	50.23
Flandre	87.35	81.35	2.02	83.37	83.37

*Selon l'accord intervenu, soit +3.475% pour la RBC, -7.5% pour la Wallonie et -5.2% pour la Flandre par rapport aux émissions de 1990 (sur base des chiffres actuels)

Concrètement, cet accord impose à la Région de Bruxelles-Capitale, d'ici 2010, un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 950.000 t de CO₂, soit un effort de réduction d'environ 20% par rapport à son scénario BAU 2010.

Tableau : Statut de la ratification de la convention UNFCCC et du protocole de Kyoto pour la Belgique

Convention (entrée en vigueur 15 avril 1996)	Signature	4-juin-92
	Ratification	16-janv-96
Protocole de Kyoto	Signature	29-avr-98
	Ratification	31-mai-02

Deux conditions devaient être remplies pour que le protocole de Kyoto puisse entrer en vigueur, à savoir, que 55 pays représentant 55 % des émissions mondiales de CO₂ en 1990 l'aient ratifié. Les instruments de ratification de la Fédération de Russie ayant été transmis en novembre 2004 au secrétariat de la convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique (UNFCCC), le protocole entrera en vigueur 90 jours après ce dépôt, soit le 16 février 2005. Les dispositions du protocole seront alors contraignantes pour les 128 pays (et la Communauté européenne) l'ayant ratifié. Selon l'UNFCC, quatre pays industrialisés - dont les Etats-Unis et l'Australie - n'ont toujours pas ratifié le Protocole.

2. Décision relative à un mécanisme de surveillance des émissions de CO₂

La décision n° 280/2004/CE du 11 février 2004, relative à un mécanisme pour surveiller les émissions de gaz à effet de serre dans la Communauté et mettre en œuvre le protocole de Kyoto établit un mécanisme destiné à :

- surveiller les émissions anthropiques (y compris leur absorption par les puits) de gaz à effet de serre non réglementées par le protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone
- veiller au respect des engagements pris dans le cadre du protocole de Kyoto et évaluer les progrès réalisés dans ce domaine

Elle impose entre autres aux États membres de communiquer chaque année à la Commission, au plus tard le 31 décembre, les données concernant leurs émissions anthropogéniques de CO₂ et son élimination par dépôts au cours de l'année civile précédente. Les États membres communiquent également à la Commission des informations concernant les données sur les émissions des autres gaz à effet de serre non soumis aux dispositions du protocole de Montréal.

La présente décision abroge la décision 93/389/CEE qui établissait l'ancien mécanisme communautaire de surveillance des émissions de CO₂ et autres gaz à effet de serre car il ne portait que sur les exigences découlant de la CCNUCC de 1992. Le mécanisme actuel respecte également les exigences du protocole de Kyoto.

3. Convention de Vienne et protocole de Montréal

La convention de Vienne concernant la protection de la couche d'ozone date de 1985. Le protocole de Montréal signé le 16/09/1987 contient des mesures pour contrôler la production et la consommation des CFC et des halons les plus destructeurs (cfr Tableau ci dessous). Différents amendements à ce protocole ont été ensuite adoptés, réglementant de plus en plus strictement la production et la consommation des CFC et des halons et rajoutant à la liste des substances réglementées les HCFC, les HBFC, le CCL₄, le méthylchloroforme et le bromochlorométhane.

Tableau : Échéancier d'élimination progressive des substances réglementées par la convention de Vienne

Substance réglementée	% Éliminé	Pays non visés par l'article 5 dont la Belgique	Pays visés par l'article 5
CFC	100	1er jan. 1996	1er jan. 2010
Halons	100	1er jan. 1994	1er jan. 2010
Tétrachlorométhane	100	1er jan. 1996	1er jan. 2010
HCFC *	100	1er jan. 2020	1er jan. 2040
HBFC	100	1er jan. 1996	Non établi
Bromure de méthyle**	100	1er jan. 2010	Gel en 2002
Méthylchloroforme	100	1er jan. 1996	2015
Bromochlorométhane	100	1er jan. 2002	2002

*HCFC

Gel de la consommation au niveau de base à compter du 1er janvier 1996

Réduction de 35% de la consommation d'ici le 1er janvier 2004

Réduction de 65% de la consommation d'ici le 1er janvier 2010

Réduction de 90% de la consommation d'ici le 1er janvier 2015

Élimination complète d'ici 2020

**Bromure de méthyle

Gel de la production et de la consommation aux niveaux de 1991 à compter du 1er janvier 1995

Réduction de 25% de la production et de la consommation d'ici le 1er janvier 2001

Réduction de 50% de la production et de la consommation d'ici le 1er janvier 2005

Élimination complète d'ici le 1er janvier 2010

Tableau : Statut de la ratification de la convention, du protocole et des amendements.

	Signature		Ratification					
	Convention de Vienne	Protocole de Montréal	Convention de Vienne	Protocole de Montréal	Amendement de Londres	Amendement de Copenhague	Amendement de Montréal	Amendement de Beijing
Belgique	22.3.1985	16.9.1987	17.10.1988	30.12.1988	5.10.1993	7.8.1997		

Les amendements de Montréal et de Beijing ne sont pas encore ratifiés par la Belgique.

4. Convention LRTAP de Genève

La convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (LRTAP) a été conclue à Genève le 13 novembre 1979 et approuvée par la Belgique par la Loi du 9 juillet 1982. La Convention est entrée en vigueur le 16 mars 1983.

Les Parties à cette convention s'engagent à élaborer des politiques et stratégies de réduction des émissions atmosphériques et à participer à un programme de surveillance et d'évaluation du transport à longue distance de ces émissions.

4.1. Les protocoles à la convention LRTAP

Afin de lutter contre les problèmes liés au transport transfrontalier de la pollution atmosphérique, plusieurs protocoles à la Convention LRTAP ont été adoptés, concernant divers polluants:

- le protocole de Genève du 28 septembre 1984 relatif au financement à long terme du programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP) ;
- le protocole d'Helsinki du 8 juillet 1985 relatif à la réduction des émissions de soufre ou de leurs flux transfrontières d'au moins 30% ;
- le protocole de Sofia du 31 octobre 1988 relatif à la réduction des émissions d'oxydes d'azote ;
- Le protocole de Genève du 18 novembre 1991 relatif à la lutte contre les émissions des composés organiques volatils ;
- le protocole d'Oslo du 14 juin 1994 relatif à une nouvelle réduction des émissions de soufre ;
- Le protocole d'Aarhus de 1998 concernant les métaux lourds ;
- Le protocole d'Aarhus de 1998 concernant les polluants organiques persistants ;
- Le protocole de Göteborg de 1999 relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique ;

Les trois derniers n'ont pas encore été ratifiés par la Belgique.

Tableau : Dates de signature, ratification et entrée en vigueur en Belgique des protocoles de la Convention LRTAP.

Protocoles	Signature	Ratification	Entrée en vigueur
Genève, 28.09.1984	25.2.1985	5.8.1987	28.1.1988
Helsinki, 8.7.1985	5.7.85	9.7.1989	7.9.1989
Sofia, 31.10.1988	1.11.1988	31.10.2000	6.2.2001
Genève, 18.11.1991	19.11.1991	31.10.2000	6.2.2001
Oslo, 14.6.1994	14.6.1994	31.10.2000	6.2.2001
Aarhus (Métaux lourds), 24.6.1998	24.6.1998	-	29.12.2003
Aarhus (POPs), 24.6.1998	24.6.1998	-	23.10.2003
Göteborg, 30.11.1999	4.2.2000	-	-

4.2. Protocole de Sofia - émissions de NOX

Le protocole de Sofia à la convention LRTAP (1988) imposait la stabilisation, pour le 31 décembre 1994, des émissions d'oxydes d'azote (NOX) au niveau de 1987. De plus, les niveaux d'émissions pour les années postérieures à 1994 ne peuvent dépasser ceux de l'année de référence 1987. En d'autres termes, une fois stabilisées, les émissions ne peuvent croître à nouveau.

4.3. Protocole de Genève - émissions de COV

L'objectif premier était de réduire les émissions annuelles nationales de COV d'au moins 30 % avant 1999 par rapport à 1990.

Aux termes du protocole (article 1er, définitions), on entend par « composés organiques volatils » (COV), sauf indication contraire, tous les "composés organiques artificiels, autres que le méthane, qui peuvent produire des oxydants photochimiques par réaction avec les oxydes d'azote et en présence de lumière solaire".

Le programme « Auto-Oil » de l'Union européenne a établi un certain nombre de directives visant à réduire les émissions de COV en provenance de la source principale, le secteur routier. Des directives relatives au contrôle des émissions dues à l'usage industriel de solvants ainsi qu'aux grandes installations de combustions ont également été adoptées.

Par contre, les mesures sur les produits sont de la compétence du Gouvernement fédéral. Les autorités régionales encouragent et soutiennent les dispositions proposées en matière de normes de produit lorsque celles-ci concourent à la limitation d'émissions de polluants atmosphériques. En ce qui concerne les COV, le Conseil des Ministres du 24 mai 1996 a décidé de mettre sur pied un « programme de lutte contre les concentrations d'ozone », notamment en renforçant les normes pour les produits contenant des solvants, peintures, vernis, colles, et en incitant les voyageurs à utiliser les chemins de fer. En application de cette décision, l'arrêté royal du 26 septembre 1997 a renforcé les normes relatives à la tension de vapeur de l'essence, ce qui a pour effet de limiter les émissions de COV, et a établi un mécanisme de contrôle du respect des normes. Ce « programme de lutte contre les concentrations d'ozone » est actuellement cours de révision entre les autorités fédérales et régionales.

4.4. Protocole de Oslo - émissions de SO₂

L'objectif du protocole d'Oslo à la convention LRTAP (1994) est de réduire et de stabiliser les émissions de soufre selon un calendrier établi en annexe II afin de protéger la santé et l'environnement de tout effet nocif de ces émissions. Les objectifs visés sont une réduction de 70% pour l'an 2000, de 72% en 2005 et de 74% en 2010 par rapport au niveau de 1980.

4.5. Protocole de Aarhus - émissions de métaux lourds

Le protocole d'Aarhus à la convention LRTAP (1998), dit "Protocole métaux lourds" porte sur le cadmium (Cd), le plomb (Pb) et le mercure (Hg). Il impose une limitation des émissions à une valeur inférieure à celle de 1990, par la suppression de l'essence avec plomb et l'utilisation des meilleures technologies disponibles dans les processus industriels. En effet, les principales sources d'émission sont les industries métallurgiques, les processus de combustion - y compris le trafic routier - et l'incinération des déchets.

La clef de répartition des objectifs entre les Régions et l'Etat fédéral n'est pas établie.

4.6. Protocole de Aarhus - émissions de polluants organiques persistants (POP's)

Le protocole d'Aarhus à la convention LRTAP (1998), dit "Protocole POP's" concerne trois types de substances : des pesticides (comme le DDT), certains produits chimiques industriels (comme les PCB) et des sous-produits ou contaminants (dioxines, furannes et hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP).

Ce protocole interdit la production et l'usage de certains POPs (annexe I) et programme l'élimination d'autres à un stade ultérieur ou en restreint sévèrement l'usage (annexe II). Il comporte aussi des dispositions relatives à l'élimination des déchets liés aux produits interdits. Il impose la tenue d'un inventaire et une limitation des émissions des dioxines, furannes et de 4 HAP, ... à une valeur inférieure au niveau de 1990 et précise des valeurs limites d'émissions spécifiques pour l'incinération des déchets municipaux, dangereux et de soins de santé.

La clef de répartition des objectifs entre les Régions et l'Etat fédéral n'est pas établie.

4.7. Protocole de Göteborg - acidification, eutrophisation et ozone troposphérique

Le protocole de Göteborg à la convention LRTAP (1999), relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique, fixe des plafonds d'émissions contraignants pour les oxydes d'azote, les composés organiques volatils, les oxydes de soufre et l'ammoniac, à atteindre pour .

Son application imposera de prendre une série de mesures par rapport aux sources fixes, pour lesquelles les responsabilités régionales et fédérales sont clairement définies, et aux sources mobiles pour lesquelles une approche globale a été préconisée.

5. Directive "plafonds d'émissions"

Parallèlement, dans le cadre des stratégies «Acidification, eutrophisation et ozone troposphérique» destinées réduire la pollution atmosphérique transfrontalière, la directive 2001/81/CE est entrée en vigueur le 27

novembre 2001. Elle fixe des plafonds nationaux d'émission (National Emission Ceiling - NEC) pour les mêmes polluants et les mêmes échéances que le protocole de Göteborg. Les plafonds sont néanmoins plus sévères que ceux du protocole.

Les plafonds d'émissions ont pour objectif d'atteindre l'essentiel des objectifs environnementaux intermédiaires suivants :

- les zones présentant des dépôts de polluants acides à des niveaux critiques seront réduites d'au moins 50 % par rapport à 1990.
- les concentrations d'ozone au sol dépassant le niveau critique pour la santé humaine diminueront de deux tiers par rapport à la situation de 1990. Une limite absolue est aussi fixée. Les dépassements de la valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé ne se produiront pas plus de 20 jours par an;
- les concentrations d'ozone au sol dépassant le niveau critique pour les cultures et la végétation semi-naturelle diminueront d'un tiers par rapport à 1990. Une limite absolue est également fixée.

La directive impose que les États membres :

- élaborent des programmes de réduction progressive de leurs émissions nationales annuelles avant le 1er octobre 2002. Ce qui a été fait en Région de Bruxelles-Capitale avec le « Plan d'Amélioration structurelle de la Qualité de l'Air et de Lutte contre le Réchauffement climatique, 2002-2010 »
- préparent et tiennent à jour annuellement les inventaires d'émission et des prévisions d'émissions nationales pour le SO₂, les NO_x, les COV et le NH₃. Ces inventaires et prévisions sont communiqués chaque année au plus tard le 31 décembre à la Commission et à l'agence européenne de l'environnement

La directive fixe donc des plafonds nationaux pour chaque Etat Membre pour le SO₂, les NO_x, les COV et le NH₃. En Belgique, la Conférence Interministérielle de l'Environnement (CIE) du 16 juin 2000 a scindé le plafond national en trois plafonds régionaux pour les sources fixes. Le plafond pour le transport est resté au niveau de la Belgique. Le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale a transposé la décision de la CIE dans son arrêté du 3 juin 2003.

Tableau : Plafonds d'émissions NEC pour 2010

	SO ₂	réduction	NO _x	réduction	COV	réduction	NH ₃	réduction
	(ktonnes)	2010/1990	(ktonnes)	2010/1990	(ktonnes)	2010/1990	(ktonnes)	2010/1990
RBC*	11	-75,0%	5	-55,1%	4	-84,8%	-	-
Région wallonne *	29	-71,8%	46	-88,4%	28	-43,3%	28,8	-1,2%
Région flamande *	65,0	-77,4%	50,7	-41,1%	70,9	-50,0%	45	-42,4%
Transport Belgique	2	-87,9%	63	-57,3%	35,6	-71,9%	-	-
Total	98,2	-73,4%	175,3	-43,1%	138,5	-58,1%	74	-31%

*hors transport

6. Convention de Stockholm relative aux polluants organiques persistants

La convention de Stockholm relatives aux POP du 22 mai 2001 contient une liste de neuf substances chimiques dont la production est intentionnelle qui sont soumises à une interdiction de production et d'utilisation sauf lorsqu'il existe des dérogations génériques ou spécifiques. En outre la production d'un pesticide, le DDT, est strictement limitée. Il est prévu aussi de réduire au minimum le volume des rejets des sous-produits dont la production est involontaire (dioxines et furannes) et, si possible de les éliminer à terme. Contrairement au protocole d'Aarhus (cfr 2.4.6), qui comprend les 12 mêmes POP de la convention de Stockholm mais avec quatre autres substances supplémentaires, la convention de Stockholm contient des mesures de contrôle plus strictes et est de portée plus étendue.

Cette convention a été signée par la Belgique le 23 mai 2001.

7. Directive 2001/42/CE relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement

Cette directive a pour objet d'assurer un niveau élevé de protection de l'environnement et de contribuer à l'intégration de considérations environnementales dans l'élaboration et l'adoption de plans et programmes en vue

de promouvoir un développement durable, en prévoyant que certains plans et programmes susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement soient soumis à une évaluation environnementale.

En effet, lorsqu'une évaluation environnementale est requise, un rapport sur les incidences environnementales est élaboré, dans lequel les incidences notables probables de la mise en œuvre du plan ou du programme, ainsi que les solutions de substitution raisonnables tenant compte des objectifs et du champ d'application géographique du plan ou du programme, sont identifiées, décrites et évaluées.

Dans ce contexte, le « Plan d'Amélioration structurelle de la Qualité de l'Air et de Lutte contre le Réchauffement climatique » de la Région de Bruxelles-Capitale prévoit, dans sa prescription 72, une évaluation du coût de la mise en œuvre du plan ainsi que l'analyse des incidences de celui-ci sur l'environnement, en terme de réduction des émissions de polluants atmosphériques. Ce rapport d'incidence devra être exécuté endéans les quatre ans de l'approbation du plan, soit avant le 13 novembre 2006.

LA STRATÉGIE QUALITÉ DE L'AIR DE L'UNION EUROPÉENNE²²³

Le sixième programme d'action communautaire pour l'environnement (6^e PAE) prévoit l'élaboration d'une stratégie thématique sur la pollution atmosphérique en vue d'atteindre «des niveaux de qualité de l'air exempts d'incidences négatives et de risques notables en termes de santé humaine et d'environnement»

Dans le cadre de sa communication relative au programme «Air pur pour l'Europe (Clean Air For Europe - CAFE)²²⁴, la Commission a examiné dans quelle mesure la législation en vigueur permettrait à elle seule de réaliser les objectifs du 6^e PAE d'ici à 2020. Cette analyse, fondée sur les meilleures données scientifiques et sanitaires disponibles, portait sur les émissions futures et leurs répercussions sur la santé et l'environnement. Elle a révélé que la pollution atmosphérique continuerait à exercer des impacts négatifs considérables même si la législation actuelle était appliquée de manière effective.

En conséquence, la stratégie thématique sur la pollution atmosphérique définit des objectifs intermédiaires en matière de pollution de l'air dans l'UE et propose des mesures appropriées pour les atteindre. Elle recommande que la législation en vigueur soit modernisée et axée davantage sur les polluants les plus nocifs, et que des efforts supplémentaires soient entrepris pour intégrer les préoccupations ayant trait à l'environnement dans les autres politiques et programmes.

1. Les mesures de la stratégie thématique

La panoplie de mesures proposée sera fondée sur le recours aux Fonds structurels communautaires et à la coopération internationale, sur une mise en œuvre renforcée et sur une sélection judicieuse des instruments.

Les Fonds structurels cofinancent de nombreuses mesures visant à améliorer la qualité de l'air dans les États membres et les régions. La proposition de la Commission concernant la réforme de la politique de cohésion pour la période 2007-2013 comprend des propositions qui contribueront à la réalisation des objectifs de la stratégie en matière de pollution atmosphérique. Il est notamment prévu de soutenir les systèmes de transport durables, un approvisionnement en énergie durable et moins polluant, ainsi que la remise en état et la réutilisation des terrains à l'abandon.

1.1. Aperçu des mesures de la stratégie

La législation qualité d'air sera simplifiée de manière à alléger les obligations administratives et à permettre aux États membres de surmonter les difficultés qu'ils rencontrent pour se conformer aux règles en vigueur actuellement (prolongation des délais fixés). Les mesures -et les obligations de rapportage sont revues. Étant donné que ce sont surtout les petites fractions (PM_{2,5}) qui ont une influence nuisible sur la santé des dispositions viennent compléter les contrôles existants portant sur les PM₁₀ par des mesures destinées à limiter les risques inacceptables liés à l'exposition aux PM_{2,5}.

Une proposition pour la révision de la Directive NEC est prévue pour la deuxième moitié de 2006. Des plafonds d'émission vont être basés sur les objectifs de la stratégie thématique ; le tableau 3 donne donc une première indication au sujet de ces plafonds.

En ce qui concerne l'intégration à l'énergie :

- La Directive IPPC pourrait être élargie aux petites installations de combustion (< 50 MW_{th}) car cette source de plus en plus importante d'émissions ne fait pas encore l'objet d'une réglementation communautaire
- Pour les brûleurs domestiques et leurs combustibles, des normes techniques seront développées.
- Dans la mesure du possible, les immeubles résidentiels et commerciaux de petite taille devraient être inclus dans une directive élargie sur l'efficacité énergétique²²⁵.
- Il n'y a pas de révision prévue pour la Directive LCP (Grandes installations de combustion).

Des mesures seront élaborées pour les émissions de COV des réservoirs des stations-service. La législation est déjà en vigueur dans les 3 régions en Belgique.

²²³ Note de synthèse sur Stratégie thématique sur la pollution atmosphérique ; IBGE ; dpt Données et Plans

²²⁴ COM(2001) 245.

²²⁵ Directive 2002/91/CE - JO L 1 du 4.1.2003, p. 65.

En matière du transport, conformément aux engagements pris dans le livre blanc sur une politique commune des transports²²⁶, la Commission continuera à promouvoir le passage à des modes de transport moins polluants et aux carburants de substitution, l'internalisation des coûts externes des transports. S'agissant de la tarification des infrastructures, la Commission a déjà formulé des propositions concernant l'imposition de redevances pour l'utilisation des infrastructures routières par les poids lourds (Eurovignette), et un cadre commun applicable à tous les modes de transport sera examiné en temps opportun.

Des initiatives ont déjà été prises pour encourager le transport par chemin de fer, aussi bien des personnes que de marchandises.

En 2005, une proposition sera adoptée pour réduire plus avant les émissions des nouvelles voitures particulières et des camionnettes (EURO V).

Dans le cadre des émissions de CO₂ et de l'impact sur le changement de climat, des mesures sont déjà élaborées pour le trafic aérien. Ont également été analysées les mesures qui ont un impact sur d'autres polluants.

La part des émissions des navires est toujours plus importante ; pour cette raison une stratégie autour des émissions des navires a été développée par l'UE, tout comme une directive relative à la teneur en soufre des carburants des navires. La Commission souhaite encore renforcer davantage les normes NO_x et va promouvoir les dispositifs électriques pour les navires à quai.

Pour limiter les émissions d'azote de l'agriculture, la Commission poursuit une approche cohérente et intégrée pour l'administration d'azote. La priorité va vers les mesures pour combattre l'utilisation excessive d'azote dans l'agriculture et en même temps les nitrates dans l'eau et diminuer les émissions de NH₃- et NO_x dans l'air. De telles mesures peuvent concerner la teneur en azote des substances nutritives, l'utilisation excessive d'engrais ou la promotion de la recherche ultérieure autour du cycle d'azote.

2. Avis Belgo-belge : mesures communautaires nécessaires

La Belgique²²⁷ et l'IBGE estiment que cette stratégie thématique est fondamentale en matière de gestion de la pollution atmosphérique et à ce titre la soutient par principe.

La Belgique doit insister sur un paquet ample et ambitieux de mesures communautaires. Dans la liste des mesures communautaires de la stratégie, il manque un certain nombre de mesures : les valeurs limites d'émission pour les installations industrielles (raffineries de pétrole, l'industrie d'acier, l'industrie de ciment...) ; les mesures ultérieures en ce qui concerne la réduction des COV : le renforcement de la directive solvant, normes de produit pour les produits contenant COV, renforcement LCP...

En raison d'une part importante de la pollution atmosphérique transfrontalière provenant de l'extérieur de l'Europe, il est important que l'Europe prenne des initiatives pour inciter d'autres pays à réduire leurs émissions. Ceci peut par exemple être réalisé via les forums internationaux comme UNECE.

En outre, il importe pour la Région qu'elle soit accompagnée par un ensemble de mesures communautaires en matière de Transport. En effet, en matière de transport routier, la Commission ne cite que très rapidement dans la communication un ensemble de mesures techniques et non techniques qui pourraient servir de leviers pour la RBC mais ne s'engage pas sur leur réelle faisabilité, mise en œuvre, contenu précis ou calendrier :

- amélioration des procédures de réception des véhicules de manière à ce que les émissions enregistrées lors des cycles d'essai reflètent davantage les conditions de conduite réelles.
- orientations pratiques en vue d'une tarification différenciée en fonction des dommages et des impacts de la pollution atmosphérique dans les zones écologiquement sensibles
- mise en place d'un cadre commun pour la désignation de zones à faibles émissions.
- recommandations aux États membres, lorsqu'ils élaborent leurs plans en vue de respecter les objectifs de qualité de l'air, d'envisager, pour les véhicules les plus polluants, des programmes de mise à niveau (« retrofitting ») et de mise hors circulation.
- stratégie thématique pour l'environnement urbain où la Commission étudiera la meilleure manière d'aider les États membres à établir et à mettre en œuvre des plans de transport urbain durable intégrant l'amélioration des transports en commun et la gestion de la demande. Ceci afin que les activités

²²⁶ COM(2001) 370 du 12.9.2001.

²²⁷ position définie au sein de groupe directeur ATMOS du CCPIE

de transport contribuent de manière équitable à la réalisation des objectifs fixés en matière de qualité de l'air, de bruit et de changement climatique.

La mise en œuvre de telles actions peut avoir des conséquences importantes sur la diminution des émissions liées au transport ; la RBC se doit dès lors de soutenir un engagement formel de la Commission avant de s'engager elle-même sur des objectifs chiffrés.

Il importe également que la Commission développe fortement les mesures de limitations des émissions dues au transport aérien et transport maritime.

LA STRATÉGIE ENVIRONNEMENT URBAIN DE L'UNION EUROPÉENNE²²⁸

L'approche intégrée de la gestion environnementale au niveau local, et en particulier des transports, fondée sur une consultation approfondie de toutes les parties prenantes, est la clé de la réussite de la mise en oeuvre de la législation relative à l'environnement, et de l'obtention d'améliorations de long terme dans la qualité de l'environnement et les performances environnementales. Il convient de promouvoir ces techniques de gestion auprès des autorités locales.

1. Orientations concernant les plans de transports urbains durables

Les transports urbains, qui influent directement sur la pollution de l'air, le bruit, les encombrements et les émissions de CO₂, sont indispensables aux personnes et aux entreprises. L'adoption et la mise en oeuvre de plans de transports urbains sont obligatoires dans certains États membres²²⁹. Certaines villes adoptent des plans sur une base volontaire en vue d'améliorer la qualité de la vie ou de se conformer aux normes de l'UE relatives à la protection de la santé humaine (applicables à la qualité de l'air, par exemple).

Une planification efficace des transports nécessite une vision à long terme afin de prévoir les besoins de financement pour les infrastructures et les véhicules, de concevoir des mécanismes d'incitation visant à promouvoir une qualité élevée des transports publics ainsi que la sécurité des cyclistes et des piétons, et d'assurer une coordination avec l'aménagement du territoire aux niveaux administratifs appropriés.

La planification des transports doit tenir compte de la sécurité et de la sûreté, de l'accès aux marchandises et aux services, de la pollution de l'air, du bruit, des émissions de gaz à effet de serre et de la consommation d'énergie, de l'occupation des sols, et couvrir le transport de passagers aussi bien que le fret, dans tous les modes.

Les solutions doivent être ad hoc, sur la base d'une large consultation du public et des autres parties intéressées; les objectifs fixés doivent refléter la situation locale. La Commission recommande fortement aux autorités locales de développer et de mettre en oeuvre des plans de transports urbains durables.

La Commission publiera en 2006 des orientations techniques sur les principaux aspects des plans de transports, fondées sur les recommandations du groupe d'experts de 2004, et donnera des exemples de meilleures pratiques

²²⁸ Communication de la commission au conseil et du parlement européen ; stratégie thématique pour l'environnement urbain ; {SEC(2006) 16}

²²⁹ France et Royaume-Uni: législation; Chypre et République tchèque: mécanismes à l'étude; Italie: quelques éléments.

SOURCES

1. *Élaboration et application de sets d'indicateurs de développement durable : approche sectorielle (agriculture et transports) » (contrat de recherche n°HL/DD/017) ; Chercheurs: Juliette DE VILLERS et Jean-Michel RENIERS (avec la participation de Tom Bauler) ; Directeur : Dr Walter HECQ (coordinateur) ; Centre d'Etudes Économiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) ; Université Libre de Bruxelles*
2. ADEME
3. *Enquête nationale sur la mobilité des ménages ; Réalisation et résultats ; RAPPORT FINAL ; Avril 2001 ; Plan d'appui scientifique à une politique de développement durable ; SSTC - Programme « mobilité durable"*
4. *Remèdes juridico-institutionnels pour une mobilité durable en milieu urbain et péri-urbain : le cas de Bruxelles ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrats de recherche MD/15/033 et MD/03/034*
5. *The External Costs of Transportation , Final Report, January 2001 ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; contrats de recherche MD/DD/08 ; MD/DD/09; MD/DD/10*
6. *Maatregelen in de transportsector voor de vermindering van CO2 en troposferische ozon ; Eindrapport ; Août 2001 ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contract MD/67/030*
7. *Système d'Information sur la Mobilité Soutenable (SMIS) ; SSTC - Programme "Mobilité durable" ; Contrat MD/DD/02:*
8. *Mobilité durable en région bruxelloise, SSTC - Programme "Mobilité durable" ; contrats de recherche MD/DD/012 -*
9. *Les territoires de la mobilité, l'aire du temps ; Luc Vodoz et al. ; Presses polytechniques et universitaires romandes*
10. *Plan IRIS*
11. *Pan Air/Climat*
12. *Plan Bruit*
13. *Fiches Air, Bruit et mobilité de l'Observatoire*
14. *"Verkennde en vergelijkende studie voor een mobiliteitsstrategie in functie van het milieu in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest", pour le compte de l'IBGE ; Transport & Mobility Leuven (2004) . 83 pages*
15. *Analyse technico-économique des prescriptions techniques du plan air-climat de la Région de Bruxelles-Capitale, Rapport final; ; 2004 ; ECONOTEC ;*
16. *Communication de la commission au conseil et du parlement européen sur une stratégie thématique pour l'environnement urbain ; {SEC(2006) 16 }*
17. *Communication de la commission au conseil et du parlement européen ; Stratégie thématique sur la pollution atmosphérique ; {SEC(2005) 1132};{SEC(2005) 1133}*
18. *Site Internet de l'IBGE :<http://www.ibgebim.be/>*
19. *Données sur l'Etat de l'Environnement en RBC 2003, 2004, rapport final; IBGE, Dpt Données et Plans; <http://www.ibgebim.be/francais/contenu/content.asp?ref=628>*
20. *Les effets du transport sur la santé des enfants : Vers une évaluation intégrée des coûts et de la prévention ; Programme paneuropéen Transport, Santé & Environnement ; 2005*
21. *Impacts of Europe's changing climate - an indicator-based assessment ; EEA Report N°2/2004*
22. *Samenvatting : Eindverslag DWTC project MD/03/023 ; Telewerken : een Nieuw Perspectief op Mobiliteit ; dr. Viviane Illegems en Professor dr. Alain Verbeke ; VUB*
23. *EUROSTAT 1998. "Indicateurs de l'environnement à court terme pour le transport routier", in Statistiques en bref-Environnement, n°1, juillet 1997.*
24. *Conseil Fédéral du Développement Durable (CFDD) : Troisième avis sur une stratégie de prévention des changements climatiques au-delà de 2012 : volet belge dans le cadre européen, 25 novembre 2005*
25. *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2005, European Environment Agency, EEA Report n°8/2005*
26. *« Potentiel de réduction des émissions de CO2 en Région de Bruxelles-Capitale à l'horizon 2008-2012 », Econotec, décembre 2003*

27. « Analyse coûts-bénéfices des prescriptions techniques du plan Air-Climat de la Région de Bruxelles-Capitale », Econotec, juillet 2004
28. CONVENTION CEESE - ELECTRABEL, Analyse socio-économique et environnementale de la question climatique Des engagements internationaux aux actions domestiques: Quelles contraintes et quelles opportunités pour la Belgique ? Rapport Final, Etude réalisée par Kevin MARECHAL et Benoît LUSSIS sous la direction du Dr. Walter HECQ Février 2005
29. Jens H. Christensen Danish Climate Centre Danish Meteorological Institute, FORUM INTERNATIONAL, Genève, 23-27 janvier 2006, les changements climatiques, Session 1 : lundi 23 janvier 2006
30. Health Impact Assessment Of Air Pollution ; Enhis-1 Project: Wp5 Health Impact Assessment ; Local City Report ; Brussels ; IBGE
31. APHEIS 3. Health Impact Assessment of Air Pollution and Communication Strategy. Third Year Report 2002-2003. July 2004.
32. 4ème Communication Nationale de l'Union européenne à la CNUCC, janvier 2006
33. Rapportage de la Belgique du 15 juin 2005 dans le cadre de la Décision 280/2004/CE "Monitoring Mechanism"
34. Bilan Énergétique De La Région De Bruxelles-Capitale ; Le Bilan Énergétique Global De L'année 2002 ; Document de synthèse - mai 2004 ; Réalisé à la demande de l'IBGE, l'Administration de l'énergie et de l'environnement en Région de Bruxelles-Capitale, dans le cadre d'une convention avec l'Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable asbl
35. Mobilité 2030 : les enjeux de la mobilité durable ; The Sustainable Mobility Project : Vue d'ensemble 2004 ; World Business Council on Sustainable Development (WBCSD)
36. Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix ; COM(2001)370
37. Perspectives d'éco-fiscalité automobile en Région de Bruxelles-Capitale, note interne IBGE, Gabriel Torrès, 2003
38. "Airborne particle granulometry and micromorphology during working and not working days in the Brussels environment." ; Etude réalisée par l'ULB, l'IBGE et l'Université Ben Gourion (Israël) et présentée à Fourteenth International Conference on Modelling, Monitoring and Management of Air Pollution ;
39. The New Forest, UK "Temporal variations of airborne particles concentration in the Brussels environment" ; Etude réalisée par l'ULB, l'IBGE et l'Université Ben Gourion (Israël) ; Article à paraître dans la revue « Journal of Environmental Monitoring and Assessment »
40. "Source apportionment of atmospheric urban aerosol bases on weekdays/weekend variability : evaluation of road re-suspended dust contribution" ; Almeida, Pio, Freitas et all ; Paru dans Atmospheric Environment , avril 2006
41. MM. Christian CABAL et Claude GATIGNOL - office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - rapport sur « Définition et implications du concept de voiture propre » - décembre 2005
42. Etude VUB, CEESE pour le compte de l'IBGE, Schone voertuigen, VERSLAG WP1, "Definitie van het begrip Schone Voertuigen"
43. Etude VUB, CEESE pour le compte de l'IBGE, Schone voertuigen, VERSLAG WP5, "Perspectives bruxelloises à court terme"
44. IBSR, Sécurité routière, Statistiques 2001
45. Etude comparative analysant les impacts environnementaux de différents styles de conduite en voiture en situation réelle et sur un parcours typique de la Région de Bruxelles-Capitale ", réalisée pour l'IBGE. Rapport final - mai 2005 , STRATEC- RDC
46. note STIB sur Le financement des transports publics de la STIB, le Rendez-vous de progrès 2005, Bruxelles, le jeudi 16 juin 2005

TABLE DES MATIÈRES DÉTAILLÉE

Introduction : l'irrésistible ascension du transport.....	5
La protection de la qualité de l'air	7
Principaux enjeux en RBC	9
1. Perspectives de mobilité si la tendance actuelle se confirme	9
2. Viabilité économique des systèmes de transport ?.....	10
2.1. Dépendance vis-à-vis de ressources non renouvelables, et, en particulier, du pétrole	11
2.2. Systèmes de tarification des transports : non-intériorisation des coûts externes	11
2.3. Investissements en infrastructures de transport parfois peu justifiés en terme de productivité	12
2.4. Accroissement de l'intensité de transport	13
2.5. Le financement de la STIB en regard de ces objectifs	13
2.5.1. Objectif régional : transfert modal vers la STIB.....	13
2.5.2. Le budget annuel de la STIB	13
2.5.3. Financement futur de la STIB.....	15
2.5.3.1. Les budgets publics peuvent-ils faire face aux nouveaux enjeux ?	15
a) Investissements programmés.....	16
2.5.3.2. Nouvelles formes de financement ?	17
2.5.3.3. Accroître la productivité par un meilleur usage des ressources publiques.....	17
a) L'impact de l'amélioration des conditions de circulation des transports publics de surface sur la productivité de l'opérateur	17
b) La gestion du stationnement intégrée à l'exploitation des transports publics comme source de productivité et de financement.....	18
3. Viabilité sociale des systèmes de transport ?	18
3.1. La liberté d'aller et venir : un droit fondamental ?	18
3.2. Perception et image des moyens de transport.....	19
4. Viabilité environnementale des systèmes de transport ?.....	20
4.1. Les changements climatiques	20
4.1.1. Impact des changements climatiques	20
4.1.2. Atténuation et adaptation	21
4.2. La qualité de l'air bruxellois.....	22
4.2.1. Qualité de l'air bruxellois en fonction des objectifs 2005 et 2010 pour la santé publique.....	22
4.2.1.1. Particules en suspension PM ₁₀ et PM _{2,5}	23
a) Concentrations moyennes annuelles pour les PM ₁₀	23
b) Nombre de jours avec des concentrations journalières de PM ₁₀ > 50 µg/m ³	24
4.2.1.2. Ozone troposphérique.....	24
a) Valeur cible de 120 µg/m ³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	24
b) Seuil d'information 180 µg/m ³ (appliqué sur moyennes horaires)	25
c) Seuil d'alerte 240 µg/m ³ (appliqué sur moyennes horaires).....	26
4.2.1.3. Dioxyde d'azote.....	26
a) Moyenne annuelle des concentrations.....	26
b) Nombre d'heures de dépassement du seuil de 200 µg/m ³ sur les valeurs horaires	27
c) Cartographie de la qualité de l'air	27
4.2.2. Qualité de l'air dans le tunnel routier Léopold II en 2003	31
4.2.3. Les pics de pollutions en RBC	32
4.2.3.1. Description des problèmes	32
a) Les pics de pollution hivernaux	32
b) Les pics de pollution estivaux.....	32
4.2.3.2. Fréquence des événements hivernaux.....	32
4.2.3.3. Objectif de santé publique.....	32
4.2.4. Journée sans voiture du 18/09/2005.....	33
4.2.4.1. Concentrations de NO ₂ en diminution	33

4.2.4.2. Concentrations de CO en diminution.....	34
4.2.4.3. Concentrations de PM ₁₀ en diminution.....	34
4.2.4.4. Concentrations d'ozone en augmentation.....	34
4.2.4.5. Niveaux de bruit en diminution.....	34
4.2.5. Exposition individuelle au benzène en RBC.....	35
4.3. Impacts du transport sur la santé publique et la qualité de vie.....	35
4.3.1. Effets généraux de la pollution atmosphérique des transports.....	35
4.3.2. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique en RBC - projets APHEIS et ENHIS-1.....	37
4.3.2.1. Données sanitaires pour Bruxelles-Capitale en 2001 attribuables à la qualité de l'air.....	37
4.3.2.2. Impacts sanitaires pour Bruxelles-Capitale du respect des seuils de pollution par les PM ₁₀	37
4.3.2.3. Impacts sanitaires pour Bruxelles-Capitale du respect des seuils de pollution par l'Ozone.....	38
4.3.2.4. Précautions d'usage.....	39
4.3.2.5. Conclusion.....	39
4.3.3. Impact de la pollution atmosphérique sur la santé des enfants.....	39
4.3.3.1. Pollution de l'air : un impact réel sur la santé des enfants.....	40
4.4. Les coûts externes des transports.....	40
4.4.1. Coûts externes totaux du transport routier en Belgique.....	40
4.4.2. Coûts externes du transport en Région bruxelloise.....	41
4.4.2.1. Impacts liés à la pollution atmosphérique.....	41
4.4.2.2. Evaluation des dommages à l'échelle locale.....	41
4.4.2.3. Evaluation des dommages associés à la pollution photochimique.....	43
4.4.2.4. Evaluation des dommages associés au réchauffement climatique.....	43
4.4.2.5. Coûts externes associés au bruit du trafic routier.....	43
Tendances du secteur des transports non durables.....	44
1. Evolution des données transport dans le monde.....	44
2. Evolution des données du transport en Europe.....	44
2.1. Freight transport.....	45
2.2. Passenger transport.....	46
3. Evolution des données transports en Belgique et à Bruxelles.....	47
3.1. Parc des véhicules en Région de Bruxelles-Capitale.....	47
3.1.1. Importance quantitative.....	47
3.1.1.1. Situation en août 2004.....	47
a) Voitures de tourisme.....	47
b) Voitures de société.....	47
c) Autres véhicules.....	47
3.1.1.2. Evolution du parc de véhicules depuis 1970.....	47
3.1.2. Caractéristiques structurelles du parc de véhicules.....	48
3.1.2.1. Voitures privées.....	48
a) Age moyen du parc.....	48
b) Type de carburant.....	49
c) Puissance des véhicules.....	49
d) Poids des véhicules.....	49
3.1.2.2. Véhicules destinés au transport de marchandises.....	49
3.2. Evolution de la circulation.....	50
3.2.1. Kilomètres par véhicule.....	50
3.2.2. Parc de voitures circulant en Région de Bruxelles-Capitale.....	50
3.2.2.1. Trafic en provenance de l'extérieur de la Région de Bruxelles-Capitale.....	50
3.2.2.2. Parc « fictif » des voitures en Région de Bruxelles-Capitale par type de carburant.....	50
3.2.3. Evolution du trafic en RBC.....	50
3.2.4. Comparaison de l'évolution du trafic en RBC avec les autres Régions.....	51
3.2.5. Modélisation de l'évolution du trafic à long terme.....	52
4. Comprendre les choix de mobilité : données mobilité des ménages 2001 en Belgique et à Bruxelles.....	52
4.1. Nombre et types de véhicules.....	52
4.1.1. Nombre de voitures.....	53

4.1.2.	Nombres de vélos.....	54
4.1.3.	Ages des voitures.....	54
4.1.4.	Type de carburant.....	55
4.1.5.	Kilométrage annuel.....	55
4.1.6.	Consommation de carburant.....	56
4.2.	Fréquence d'utilisation des divers moyens de transport.....	56
4.2.1.	Utilisation des Transports Publics.....	57
4.2.1.1.	Lien entre l'utilisation des transports publics en fonction du type de réduction tarifaire.....	57
4.2.1.2.	Relation Permis de conduire et utilisation des TP.....	58
4.2.2.	Utilisation du vélo.....	59
4.2.3.	Utilisation de la voiture.....	60
4.2.4.	Conclusion.....	60
4.3.	Déplacements domicile travail.....	61
4.3.1.	Distance domicile travail en km.....	62
4.3.2.	Utilisation des transports en fonction des possibilités de stationnement.....	62
4.3.2.1.	Impact de la proximité d'une gare pour les déplacements pendulaires.....	62
4.3.2.2.	Impact de la proximité d'un arrêt TP pour les déplacements pendulaires.....	63
4.4.	Accidents.....	63
4.5.	Synthèse des déplacements.....	64
	Sources de non durabilité du secteur des transports.....	67
1.	Introduction.....	67
2.	Consommation d'énergie.....	67
2.1.	Contribution du secteur des transports à la consommation d'énergie.....	67
2.1.1.	Au niveau mondial.....	67
2.1.2.	En Europe.....	67
2.1.3.	En Belgique.....	67
2.1.4.	En Région de Bruxelles-Capitale.....	68
2.1.5.	Conclusion.....	69
3.	Changements climatiques.....	69
3.1.	Description de la problématique.....	72
3.2.	Contribution du secteur des transports dans les émissions de GES.....	74
3.2.1.	Evolution des émissions de CO ₂ en Europe de 1900 à 2003.....	74
3.2.2.	Evolution à long terme des émissions de gaz à effet de serre en Europe.....	76
3.2.3.	Evolution des émissions de gaz à effet de serre en Belgique.....	77
3.2.4.	Evolution des émissions de gaz à effet de serre en Région de Bruxelles-Capitale.....	79
3.2.4.1.	Répartition sectorielle pour les émissions de CO ₂	79
3.2.4.2.	Correction climatique.....	80
3.2.4.3.	Evolution de la répartition sectorielle des émissions.....	81
3.2.5.	Scénario 2010 de référence.....	82
3.2.5.1.	Impact de la climatisation des voitures particulières.....	83
4.	Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique.....	84
4.1.	Couche d'ozone : écran solaire naturel.....	84
4.1.1.	Destruction de la couche d'ozone.....	84
4.1.2.	Effet sanitaire et environnemental.....	84
4.1.3.	Lien avec l'effet de serre.....	85
4.2.	Contribution du secteur des transports.....	85
5.	Emissions atmosphériques.....	85
5.1.	Introduction : combustion de combustibles fossiles.....	86
5.1.1.	Trafic Routier.....	86
5.1.2.	Transport Aérien.....	87
5.1.3.	Transport ferroviaire.....	87
5.1.4.	Transport maritime.....	87
5.1.5.	Véhicules "Hors routes".....	87
5.2.	Inventaire général des émissions atmosphériques régionales et contribution du transport.....	87

5.3.	Oxydes d'azote (incidence locale, régionale et mondiale).....	88
5.3.1.	Description du problème.....	88
5.3.2.	Contribution du secteur des transports.....	89
5.4.	Dioxyde de soufre (incidence locale et régionale).....	90
5.4.1.	Description du problème.....	90
5.4.2.	Contribution du secteur des transports.....	90
5.5.	Monoxyde de carbone (incidence locale, régionale et mondiale).....	91
5.5.1.	Description du problème.....	91
5.5.2.	Contribution du secteur des transports.....	91
5.6.	Les Poussières (incidence locale et régionale).....	92
5.6.1.	Description du problème.....	92
5.6.2.	Contribution du secteur des transports.....	92
5.6.2.1.	Emissions primaires de PM ₁₀ et PM _{2,5}	92
5.6.2.2.	Comparaison des résultats de mesures aux différentes stations.....	93
a)	Concentration moyenne annuelle.....	93
b)	Comparaisons jours ouvrables - week end.....	94
c)	Observations particulières : influence de la météo et de l'absence de trafic.....	94
d)	Importance des phénomènes d'importation.....	96
e)	Dépassements estivaux.....	97
f)	Conclusions.....	97
5.7.	Composés organiques volatils (incidence locale, régionale et mondiale).....	98
5.7.1.	Description du problème.....	98
5.7.2.	Contribution du secteur des transports.....	98
5.8.	Plomb (incidence locale).....	99
5.8.1.	Description du problème.....	99
5.8.2.	Contribution du secteur des transports.....	99
5.9.	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	100
5.9.1.	Description du problème.....	100
5.9.2.	Contribution du secteur des transports.....	101
5.10.	Autres polluants.....	103
6.	Nuisances sonores.....	103
6.1.	Exposition de la population bruxelloise au bruit du trafic routier.....	104
6.2.	Exposition de la population au bruit du trafic aérien - Année 2004.....	105
7.	La sécurité routière : un paramètre toujours préoccupant du transport routier.....	105
7.1.	La sécurité des enfants.....	106
7.2.	En Région de Bruxelles-Capitale.....	107
8.	Stress urbain : des effets psychologiques et sociaux souvent ignorés.....	109
9.	L'activité physique : des effets positifs sur la santé.....	110
10.	Pollution des eaux et des sols.....	110
11.	Utilisation de matériaux et production de déchets.....	111
11.1.	Objectifs de récupération et de traitement des véhicules hors d'usage.....	112
11.2.	Quelques chiffres :.....	112
12.	Impacts au niveau de la faune.....	113
13.	Occupation des sols et fragmentation des habitats.....	113
14.	Organisation spatiale, mobilité et accessibilité.....	114
14.1.	Dissociation des fonctions dans l'espace.....	115
14.2.	Politique en faveur de la voiture.....	115
14.3.	La périurbanisation et la rurbanisation.....	115
14.4.	La (re)localisation des activités urbaines.....	116
15.	Congestion.....	117
	Vers des transports durables.....	118
1.	Approche du concept de transports durables.....	118

1.1.	Dimension sociale	118
1.1.1.	Accessibilité	118
1.1.2.	Santé, sécurité et qualité de vie	119
1.2.	Dimension environnementale	119
1.2.1.	Occupation du sol et fragmentation des habitats	119
1.2.2.	Prévention de la pollution	119
1.3.	Dimension économique	119
1.3.1.	Bien-être socio-économique	119
1.3.2.	Viabilité à long terme	119
1.4.	Conclusion	119
2.	Cadre d'analyse : causes et effets des activités du transport - le modèle DPSIR	121
2.1.	La demande en matière de mobilité	121
2.2.	Le modèle causes à effets DPSIR	121
3.	Leviers pour un développement durable du secteur des transports	123
3.1.	Réduction des besoins de déplacements motorisés	123
3.1.1.	Structuration spatiale plus rationnelle rapprochant les différents lieux d'activités	123
3.1.2.	Changements d'habitude de production et de consommation	124
3.1.3.	Autre organisation du travail	125
3.1.3.1.	Mobilité virtuelle	125
3.1.3.2.	Flexibilité des horaires de travail	125
3.2.	Incitation à des choix modaux plus « écophiles »	125
3.2.1.	Introduction	125
3.2.2.	Meilleure organisation du transport de personnes	125
3.2.2.1.	Développer des réseaux de transports en commun de qualité	126
3.2.2.2.	Développer les infrastructures et services pour les modes de transport durables	126
3.2.2.3.	Trajets aériens de courte distance vers le rail	126
3.2.3.	Meilleure organisation du transport de marchandises	126
3.2.4.	Mesures en matière de fiscalité visant une internalisation des coûts externes	127
3.2.4.1.	Modification de la taxation des carburants	128
3.2.4.2.	La variabilisation de la taxation des véhicules	129
3.2.4.3.	Introduction de droits de péages	130
3.2.4.4.	Changements au niveau de l'impôt sur le revenu	130
a)	Variabilisation du forfait légal imposable	130
b)	Modification du forfait des 0.15 €/km ?	130
c)	Déduction des frais de carburant à repenser	130
d)	Extension des possibilités d'exonération fiscales des éventuels remboursements offerts par les employeurs pour les transports doux	131
e)	Extension, dans le secteur privé, des obligations de remboursement des frais de déplacements en transports en commun, à vélo ou en tout autre véhicule propre, à l'égard des travailleurs, sur base du système particulièrement favorable dont bénéficie le personnel des organismes publics, sachant que:	131
f)	Extension des mesures prises en faveur de l'utilisation du vélo dans le secteur privé:	131
g)	Les voitures de sociétés à décourager	131
3.2.4.5.	Politique appropriée en matière de droit de stationnement	132
3.2.4.6.	Autres instruments économiques et financiers	132
3.2.4.7.	Information et sensibilisation	133
3.2.4.8.	Conclusion	133
3.3.	Réduire les impacts sur la santé, la qualité de vie et l'environnement	133
3.3.1.	Mesures visant à réduire les émissions atmosphériques	133
3.3.2.	Mesures visant à agir sur la sécurité	134
3.3.2.1.	Gestion du trafic et aménagement des voiries	134
3.3.2.2.	Actions au niveau des véhicules	135
3.3.2.3.	Actions au niveau des usagers de la route	135
3.3.3.	Mesures visant à réduire les nuisances acoustiques	135
3.3.3.1.	Le transport routier	135

3.3.3.2. Le trafic aérien.....	136
3.3.3.3. Le trafic ferroviaire.....	136
3.3.4. Mesures visant à réduire les autres impacts des transports sur les écosystèmes et les ressources naturelles :.....	136
3.4. Actions de support.....	137
3.4.1. L'organisation institutionnelle.....	137
3.4.2. Meilleure utilisation des compétences en RBC.....	137
3.4.3. Mesures en matière d'aménagement du territoire de la Région.....	138
3.4.3.1. Intégration de la mobilité dans les plans d'aménagement du territoire.....	138
3.4.3.2. Unifier, coordonner, associer les 19 communes.....	139
3.4.3.3. Ville morphologique plus grande que la Région : une coopération nécessaire.....	139
3.4.4. La participation à la prise de décision.....	139
3.4.5. La recherche et le développement.....	139
3.4.5.1. Effet positif sur l'emploi.....	139
3.4.6. L'information et la sensibilisation.....	140
3.5. Conclusion.....	140
4. Contexte en RBC : contraintes jurido-institutionnelles.....	141
4.1. Bruxelles-Capitale, ville et région.....	141
4.2. Environnement : qui s'occupe de quoi ?.....	141
4.2.1. Les compétences de l'État fédéral.....	141
4.2.2. Les compétences des Régions.....	142
4.2.3. Les compétences des Communautés.....	142
4.2.4. Les compétences des communes.....	142
4.2.5. Règles spécifiques à la Région bruxelloise.....	142
4.3. Transport, mobilité : qui s'occupe de quoi ?.....	142
4.3.1. Compétences régionales et fédérales.....	142
4.3.2. L'AATL.....	143
4.3.3. L'AED.....	143
4.3.4. La STIB.....	143
4.3.5. L'IBGE.....	143
4.3.5.1. P.D.E. : Plan de Déplacement d'Entreprises.....	143
4.3.5.2. Stationnements via le Permis d'Environnement : Ordonnance du 5 juin 1997.....	144
4.3.5.3. Véhicules propres.....	144
4.3.5.4. Ecoscore.....	145
4.3.6. Les communes.....	145
4.4. Instruments de planification en RBC en matière de mobilité.....	146
4.4.1. Le PRD / Plan régional de développement.....	147
4.4.2. Le PRAS / Plan régional d'affectation des sols.....	147
4.4.3. Les Plans communaux de développement.....	147
4.4.4. Les Plans particuliers d'affectations du sol (PPAS).....	147
4.4.5. Le Plan IRIS.....	148
4.4.5.1. Portée juridique du plan.....	149
4.4.6. Ordonnance relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement.....	149
4.4.7. Les plans environnementaux en lien avec la mobilité.....	150
4.5. Le Plan Air/Climat en détail.....	150
4.5.1. Ordonnance Air.....	150
4.5.2. Objectifs du Plan.....	150
4.5.3. Domaines d'action.....	151
4.5.4. Mesures en matière de transport.....	151
4.5.4.1. Mesures pour réduire le volume du trafic routier.....	151
4.5.4.2. Incitation à réduire l'utilisation de la voiture.....	151
4.5.4.3. Encouragement à l'utilisation de modes de déplacements moins polluants.....	151
4.5.4.4. Mesures pour diminuer les facteurs d'émissions du trafic routier.....	151
4.5.4.5. Soutien et diffusion des améliorations technologiques.....	151
4.5.4.6. Gestion des vitesses et débits du trafic.....	152

4.5.5.	Evaluation économique et environnementale des prescriptions du Plan Air/Climat	153
4.5.6.	Evolution du Plan Air-Climat - Vers un plan renforcé ?	154
4.5.6.1.	Evolution du contexte juridique	154
4.5.6.2.	Evolution du contexte politique.....	155
4.5.6.3.	Evaluations du potentiel de réduction du Plan eu regard des objectifs qualitatifs	155
a)	Les polluants de l'air ambiant.....	155
b)	Les changements climatiques.....	156
4.5.6.4.	Conclusion : un Plan "Energie viable"	156
5.	Les pics de pollution en RBC : leviers d'actions.....	157
5.1.	Description des problèmes.....	157
5.2.	Objectif de santé publique	158
5.2.1.	Différenciation des actions en été et en hiver	158
5.3.	Obligations légales de mises en oeuvre de plans d'actions.....	158
5.3.1.	Obligations européennes.....	158
5.3.2.	Valeurs limites européennes	158
5.3.2.1.	En cas de dépassements des valeurs limites.....	159
a)	Plan à court terme.....	159
b)	Plan à long terme.....	159
5.3.3.	Seuil européen d'alerte pour le NO ₂	159
5.3.4.	Seuils belges d'information et d'alerte	160
5.3.5.	Ordonnance Air.....	160
5.3.6.	Arrêté Tunnels.....	160
5.4.	Leviers d'actions.....	161
5.4.1.	Partenariat inter- régional	161
5.4.2.	Information- Sensibilisation	161
5.4.3.	LEZ : aménagement, gestion et contrôle	161
5.4.4.	LEZ : réglementation	161
6.	Recommandations d'actions de l'OMS pour protéger les enfants	161
7.	Evaluation socio-économique de bonnes pratiques à l'étranger et transférabilité potentielle en RBC...165	
7.1.	Péage urbain.....	165
7.2.	Zone à trafic limité (low emission zone).....	165
7.3.	Politique de stationnement	166
7.4.	Plan de déplacements d'entreprises :.....	166
7.5.	Bande de circulation pour les véhicules à haute occupation :.....	166
7.6.	Car-sharing.....	167
7.7.	Limitation du trafic lourd routier.....	167
7.7.1.	Limitation des entrées dans certaines zones.....	167
7.7.2.	Taxation en fonction des kilomètres parcourus	167
7.8.	Transport en commun gratuit.....	167
7.9.	Conclusion	167
8.	Les péages urbains en détail.....	169
8.1.	quelques exemples aujourd'hui	169
8.1.1.	Stockholm.....	169
8.1.1.1.	Caractéristiques du centre-ville :.....	169
8.1.1.2.	Coût de l'opération :	169
8.1.2.	Londres.....	169
8.1.2.1.	Caractéristiques de la zone à péage :.....	169
8.1.2.2.	Coût de l'opération :	170
8.1.3.	Melbourne.....	170
8.1.4.	Singapour	170
8.2.	Le péage urbain en RBC : qui est compétent ?.....	170
8.2.1.	Péage = redevance?.....	170
8.2.2.	Péage = impôt?.....	171
8.2.3.	Conclusions	172
8.2.4.	Dans tous les cas : non déductibilité fiscale	172

9.	Evaluation de certaines mesures en termes environnementaux, économiques, d'acceptabilité sociale et politique.....	173
9.1.	Evaluation environnementale	173
9.2.	Evaluation économique	174
9.3.	Acceptabilité sociale et politique	174
9.4.	Conclusion : geïntegreerde evaluatie van de beleidsopties in de volgende rangschikking.....	176
9.4.1.	Niet-technische maatregelen.....	177
9.4.2.	Technische maatregelen	177
9.4.3.	Verandering van gedragspatronen	178
10.	Analyse des coûts de scénarios de réduction des émissions du trafic routier en RBC.....	180
Rôle potentiel des technologies et des carburants comme « outils de progrès » de la mobilité durable.....		182
1.	Contexte	182
2.	Normes de produits et techniques de dépollution.....	183
2.1.	Normes de produits à l'émission des véhicules	183
2.1.1.	Véhicules légers.....	183
2.1.2.	Véhicules lourds.....	184
2.1.3.	Deux roues	185
2.1.4.	Les futures des normes Euro V	186
2.2.	Normes de produits sur la qualité des carburants	187
2.3.	Normes sur la limitation des fluides frigorigènes et climatisation.....	187
2.4.	Techniques de post-traitement.....	187
2.4.1.	Les convertisseurs catalytiques	188
2.4.2.	Les pièges à NOx	188
2.4.3.	Les filtres à particules.....	188
3.	Verschil homologatie en reëel verkeer.....	189
3.1.	Invloed van de referentiecycclus	189
3.2.	L'éco-conduite	191
3.2.1.	Eco-conduite.....	191
3.2.1.1.	Style sportif	191
3.2.1.2.	Style défensif	192
3.2.1.3.	Style oeuf	192
3.2.2.	Impact environnemental des styles de conduites.....	192
3.2.3.	Conseils pratiques	193
3.2.3.1.	Adopter un style de conduite "éco-drive" représente une économie de carburant de 20 à 40% 193	
3.2.3.2.	Il est préférable de démarrer tout de suite et en douceur.....	194
3.2.3.3.	Utiliser rationnellement l'air conditionné.....	195
3.2.3.4.	Veiller à la pression des pneus	195
3.2.3.5.	Une voiture mal entretenue peut consommer jusqu'à 50% de plus	195
3.2.3.6.	Eviter de surcharger le véhicule	195
3.2.3.7.	Recommandations additionnelles.....	195
3.3.	Vitesses et émissions.....	195
4.	Les technologies de motorisation.....	197
4.1.	Véhicules classiques : les moteurs thermiques.....	198
4.1.1.	Perspectives d'évolution de la part du marché des moteurs thermiques	198
4.2.	Les véhicules hybrides	198
4.2.1.	Principe et différents types d'hybridation.....	198
4.2.2.	Impact environnemental positif	199
4.2.3.	Une technologie demain incontournable ?.....	200
4.3.	La voiture électrique.....	200
4.3.1.	Principe.....	200
4.3.2.	Echec commercial aujourd'hui	200
4.3.3.	Difficultés du véhicule électrique : origine de l'électricité.....	201
4.3.4.	Avantages environnementaux du véhicule électrique	201

4.3.5.	Les projets et les potentialités.....	201
4.3.5.1.	Les nouvelles batteries plus performantes.....	201
4.3.5.2.	Le véhicule hybride rechargeable.....	202
4.4.	L'hydrogène et la pile à combustible (PAC).....	202
4.4.1.	La pile à combustible : principe de fonctionnement.....	203
4.4.2.	Les blocages technologiques et économiques.....	203
4.4.3.	Comment fournir l'hydrogène massivement ?.....	204
4.4.3.1.	Comment le fabriquer ?.....	204
4.4.3.2.	Où le fabriquer ? A bord du véhicule ou de manière centralisée ?.....	204
4.4.3.3.	Comment le transporter et le stocker ?.....	204
a)	Le stockage.....	204
b)	La distribution.....	205
4.4.3.4.	Quel bilan écologique global ?.....	205
4.4.3.5.	Quel bilan économique global ?.....	205
4.4.4.	Conclusions sur la filière hydrogène.....	206
4.5.	Moteurs à eau et procédé pentone.....	206
4.5.1.	AquaFuel.....	206
4.5.1.1.	Carburant et processus.....	206
4.5.1.2.	Applications.....	207
4.5.1.3.	Tests sur les émissions dues à la combustion.....	207
4.5.1.4.	Efficacité de AquaFuel™.....	207
4.5.2.	Pentone.....	207
4.5.2.1.	Fonctionnement.....	207
4.5.2.2.	Applications.....	208
4.5.2.3.	Impact environnemental.....	208
4.5.3.	AquaFuel™ et Pentone aujourd'hui.....	209
5.	Les carburants.....	209
5.1.	Le pétrole.....	209
5.1.1.	Actions sur le parc existant.....	209
5.2.	La filière du gaz.....	209
5.2.1.	Le GTL.....	210
5.2.2.	Le gaz de pétrole liquéfié (GPL).....	210
5.2.3.	Le gaz naturel véhicule (GNV).....	210
5.3.	Les biocarburants.....	210
5.3.1.	Introduction.....	210
5.3.2.	De l'agriculture a la chimie.....	211
5.3.3.	Les filières actuelles dans le monde.....	211
a)	La filière sucre pour un production d'éthanol.....	211
b)	La filière huile végétale pour un biodiesel.....	212
5.3.4.	La valeur énergétique des biocarburants.....	213
5.3.5.	Impact environnemental.....	213
a)	Emissions de CO2.....	213
b)	Impact agricole et environnemental.....	213
5.3.6.	Consommation.....	214
5.3.7.	Production.....	214
a)	Coûts de production.....	214
b)	Production au niveau mondial.....	214
c)	Production au niveau européen.....	215
d)	Production au niveau belge.....	215
5.3.8.	La réglementation européenne.....	215
a)	Les spécifications des carburants.....	215
b)	L'incitation au développement des filières biocarburants.....	216
c)	Stratégies de l'UE en faveurs des biocarburants.....	216
d)	Un exemple de stratégie nationale en Europe : la Suède.....	217
5.3.9.	Filières futures : la biomasse - une réelle opportunité a long terme et un enjeu de recherche....	218
a)	Introduction.....	218

b) Les filières futures : Biomass to liquid (BtL)	218
c) Une solution écologique et économique ?	218
d) Une solution économique ?	218
5.3.10. Conclusions	219
5.4. Comparaison des émissions de polluants entre les différents combustibles	219
6. Identification des technologies les plus performantes	222
6.1. Introduction	222
6.2. Considérations générales	222
6.2.1. Maturité technique et disponibilité sur le marché	222
6.2.2. Infrastructures de ravitaillement	223
6.2.3. Performances environnementales	223
6.2.3.1. Consommation énergétique	223
6.2.3.2. Emissions	224
6.2.4. Coûts	225
6.2.4.1. Principales catégories de coûts	225
6.2.4.2. Analyse détaillée des coûts d'infrastructures	226
a) Essence-diesel	226
b) LPG	226
c) GNC	227
d) Electricité	227
e) Ethanol	228
f) Biodiesel	228
g) Biogaz	228
h) Aquazole	228
6.2.5. Autres aspects	228
6.2.5.1. Temps de recharge	228
6.2.5.2. Sécurité	228
6.2.5.3. Autonomie	229
6.3. Voitures particulières	229
6.3.1. Performances environnementales	229
6.3.1.1. Emissions	229
6.3.1.2. Ecoscore	229
6.3.2. Coûts	231
6.3.2.1. Analyse principale	231
6.3.2.2. Analyse de sensibilité	232
6.3.3. Conclusions	233
6.4. Véhicules utilitaires légers	234
6.4.1. Performances environnementales	234
6.4.2. Coûts	235
6.4.2.1. Analyse de sensibilité	236
6.4.3. Conclusions	236
6.5. Autobus urbains	237
6.5.1. Technologies disponibles sur le marché	238
6.5.2. Performances environnementales	238
6.5.3. Coûts	240
6.5.3.1. Analyse de sensibilité	240
6.5.4. Conclusions	240
6.6. Véhicules utilitaires lourds	241
6.6.1. Technologies disponibles sur le marché	241
6.6.2. Performances environnementales	242
6.6.3. Coûts	242
6.6.3.1. Analyse de sensibilité	242
6.6.4. Conclusions	243
6.7. Deux-roues	243
6.7.1. Technologies disponibles sur le marché	243
6.7.2. Performances environnementales	243

6.7.3. Coûts	244
6.7.4. Autres aspects.....	245
6.7.5. Conclusions	245
7. Identification des contraintes	245
7.1. Obstacles techniques :	246
7.2. Obstacles économiques :	246
7.3. Obstacles du marché	246
7.4. Obstacles législatifs et réglementaires	247
7.4.1. Au niveau européen :	247
7.4.2. Au niveau fédéral belge :	247
7.4.3. Au niveau régional :	248
7.4.4. Au niveau communal :	248
8. Obstacles psychologiques	248
9. La télématique et les systèmes de transport intelligents.....	249
9.1. Qu'est-ce-qu'ITS (Intelligent Transport system)?.....	249
9.2. Applications des ITS ?	249
9.2.1. Gestion de la circulation	249
9.2.1.1. Sécurité du trafic et réglementation de la vitesse.....	249
9.2.1.2. Fluidité du trafic - Engorgements - Déplacements	249
9.2.1.3. Vitesses maximales réalisables	249
9.2.2. Environnement.....	249
9.2.3. Surveillance.....	250
9.2.3.1. Environnementale.....	250
9.2.3.2. Systèmes de péages	250
9.3. Données chiffrées d'impacts liés à la mise en place d'un système intégré de ITS.....	250
9.3.1. Gestion de la circulation	250
9.3.2. Réduction des consommations.....	250
9.3.3. Réduction des émissions	250
10. Systèmes augmentant la pollution atmosphérique	250
10.1. Les "4X4" ou les véhicules surdimensionnés	250
10.2. La climatisation.....	252
10.2.1. Principe.....	252
10.2.2. Pénétration de la climatisation	253
10.2.3. Influence sur l'environnement.....	253
11. Conclusion	254
Législation en matière de qualité de l'air : protéger la santé publique	256
1. Directive-cadre 96/62/CE - qualité de l'air ambiant	256
2. Directive fille 1999/30/CE : SO ₂ , NO _x , particules et plomb.....	256
3. Directive fille 2000/69/CE : CO et benzène	256
4. Directive fille 2002/3/CE : Ozone troposphérique	257
5. Directive fille 2004/107/CE : HAP et métaux lourds	258
Législation en matière de qualité de l'air : protéger les écosystèmes pour protéger l'homme	259
1. Convention sur les changements climatiques et protocole de Kyoto.....	259
2. Décision relative à un mécanisme de surveillance des émissions de CO ₂	260
3. Convention de Vienne et protocole de Montréal.....	260
4. Convention LRTAP de Genève.....	261
4.1. Les protocoles à la convention LRTAP	261
4.2. Protocole de Sofia - émissions de NO _x	261
4.3. Protocole de Genève - émissions de COV	261
4.4. Protocole de Oslo - émissions de SO ₂	262
4.5. Protocole de Aarhus - émissions de métaux lourds.....	262

4.6. Protocole de Aarhus - émissions de polluants organiques persistants (POP's).....	262
4.7. Protocole de Göteborg - acidification, eutrophisation et ozone troposphérique.....	262
5. Directive "plafonds d'émissions".....	262
6. Convention de Stockholm relative aux polluants organiques persistants.....	263
7. Directive 2001/42/CE relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement.....	263
La Stratégie Qualité de l'air de l'Union européenne.....	265
1. Les mesures de la stratégie thématique.....	265
1.1. Aperçu des mesures de la stratégie.....	265
2. Avis Belgo-belge : mesures communautaires nécessaires.....	266
La Stratégie Environnement Urbain de L'Union européenne.....	268
1. Orientations concernant les plans de transports urbains durables.....	268
Sources.....	269
Table des matières détaillée.....	271