

# UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



## Faculté des Sciences Economiques et de Gestion

Programme de Troisième  
Cycle Inter Universitaire  
en Economie ( PTCI)

Conférence des Institutions  
d'Enseignement et de Recherche  
économiques et de gestion en  
Afrique(CIERA)

**EVALUATION ECONOMIQUE DES DOMMAGES  
ENVIRONNEMENTAUX LIES AU TRAFIC ROUTIER  
DANS LA REGION DE DAKAR**

### **MEMOIRE**

*Présenté pour l'obtention du Diplôme d'études Approfondies (DEA)  
en Economie Industrielle .*

Option : *Economie de l'Environnement*

Membres du jury : **Mr Aly MBAYE**, Maître de conférences agrégé(directeur du  
mémoire)

**Mr Birahim B. NIANG**, Maître de conférences agrégé

Par : **RAMATOULAYE DIENG**, 6<sup>o</sup>promotion.

EVALUATION ECONOMIQUE DES  
DOMMAGES ENVIRONNEMENTAUX  
LIES AU TRAFIC ROUTIER DANS LA  
REGION DE DAKAR

## **Dédicaces**

*Je dédie ce modeste travail à :*

- ❖ *Mon père qui n'a ménagé aucun effort pour ma réussite ;*
- ❖ *Ma mère qui s'est tant donnée pour mon éducation ;*
- ❖ *Mes deux enfants chéris : KALMY et PAPA MADIARA qui, je l'espère, iront plus loin que leur Maman ;*
- ❖ *Mes frères et sœurs, qui veulent beaucoup de bien à leur grande sœur ; Que ce travail vous inspire courage et persévérance dans la quête du savoir ;*
- ❖ *Ma tante SOKHNA qui m'a soutenue dans des moments difficiles ;*
- ❖ *Mes oncles AHMADOU MAKHTAR NDIAYE et ABLAYE PILOR qui n'ont jamais cessé de m'apporter leur soutien , puissiez vous trouver en ces quelques lignes, l'expression de ma profonde reconnaissance ;*
- ❖ *Tous mes amis et toute ma famille .*

## Remerciements

*Gloire à ALLAH Le Très Haut ;*

*Louanges au Prophète Muhammad, Paix et Salut sur Lui ;*

*Salut et Miséricorde à sa famille, à ses compagnons et à tous ceux qui l'auront suivi sur le droit chemin jusqu'au Jour de la Rétribution.*

*Je tiens à remercier :*

- *Mr Aly Mbaye et tout le corps professoral du PTCI ;*
- *MR NJOMGANG qui, malgré la longue distance qui nous sépare a toujours répondu à mes multiples interrogations ;*
- *Le personnel de la Direction de l'environnement et des établissements classés ;*
- *Tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.*

## *Avertissement*

*« Par délibération, la Faculté des Sciences Economiques et de Gestion a décidé que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation »*

## Résumé

Le sous-secteur des transports urbains de Dakar joue un rôle crucial dans les activités socio-économiques.

Le transport routier est un secteur porteur de bénéfices pour la société mais aussi, il cause beaucoup de dommages à l'environnement notamment physique et humain.

Ne pas inclure la totalité des coûts sociaux, revient à sous-estimer les coûts réels du système de transports d'où l'intérêt de l'évaluation des coûts externes.

Ainsi, cette recherche s'inscrit dans l'optique d'une évaluation économique environnementale des dommages liés au trafic urbain. En effet, elle a pour but de déceler les impacts environnementaux du système de transport routier et d'attribuer une valeur économique aux externalités liées à ce dernier.

L'étude a permis de voir l'importance des coûts générés par les dysfonctionnements du transport routier et non pris en compte dans le système de tarification ainsi que la part de ces coûts par rapport au Produit National Brut. Ces coûts sont relatifs à la pollution atmosphérique et sonore, aux accidents et aux encombrements.

## *Liste des acronymes*

**CETUD** : Conseil Exécutif des Transports Urbains de Dakar

**DAT** : Direction de l'aménagement du territoire

**DDD** : Dakar Dem Dikk

**DTT** : Direction des transports terrestres

**MEFP** : Ministère de l'économie, des Finances et du Plan

**PNAE** : Plan National d'Action pour l'Environnement

**SENELEC** : Sénégalaise d'Electricité

**SONATEL** : Société Nationale des Télécommunications

**SONES** : Société Nationale des Eaux du Sénégal

**SOTRAC** : Société des transports du Cap-Vert

**TC** : Transport en commun

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION GENERALE

### **Chapitre 1 : Fondements théoriques de l'évaluation économique environnementale**

Introduction

Section I : Economie et écologie dans la pensée économique

Section II : Les méthodes d'évaluation économique environnementale

Conclusion

### **Chapitre 2 : Présentation du système de transport routier de Dakar**

Introduction

Section I : Descriptif du système de transport routier

Section II : Caractéristiques de l'offre et de la demande de transport

Conclusion

### **Chapitre 3 : Quantification et valorisation des dommages liés au transport routier**

Introduction

Section I : Les impacts environnementaux du système des transports

Section II : Estimation et mesure de la valeur économique des dommages liés au transport routier

Conclusion

## CONCLUSION GENERALE



## INTRODUCTION GENERALE

Le sous – secteur des transports urbains de Dakar joue un rôle socio – économique capital dans la dynamique des activités de la ville : 30 000 emplois directs ou indirects en dépendent, plus de 80 % des déplacements se font par transport en commun. Ce secteur contribue à concurrence de 6 % du Produit Intérieur Brut (Cadman AM, 1998).

Cependant si ce secteur est synonyme de bénéfices considérables pour la société, l'inadéquation de son système entraîne des risques certains de détérioration de l'environnement dans lequel les gens vivent et travaillent.

En effet, les transports urbains de Dakar induisent des effets négatifs multiples sur l'environnement notamment physique et humain :

- la pollution de l'air par les gaz d'échappement exacerbés par le volume sans cesse croissant du parc automobile, lequel est caractérisé par un fort taux de vétusté ;
- la dégradation de la voirie ;
- Les accidents ;
- les encombrements de la circulation à Dakar.

Ne pas inclure la totalité des coûts sociaux, revient à sous-estimer les coûts réels du système de transport routier, d'où l'importance de l'évaluation des coûts externes.

L'objectif central de cette recherche est de donner une mesure économique des dommages sur l'environnement humain liés au trafic urbain en étudiant successivement le système de transport urbain et la valeur économique des externalités qu'il a générées.

La recherche en économie de l'environnement est récente, elle n'a connu un réel essor qu'en 1981 avec l'adoption de la législation qui a rendu obligatoire

les études d'impact aux Etats Unis. En Europe, elle a connu moins d'ampleur mais la situation s'est améliorée à la fin des années 80.

Dans les pays en développement comme le Sénégal, elle semble se traduire par une rareté des investigations dans ce domaine, ce qui a pour conséquence la non prise en compte de façon correcte, des diverses composantes de l'environnement dans la prise de décision. Mais, il faut tout de même noter que cette situation tend à s'améliorer avec L'adoption du nouveau code de l'environnement (loi n° 2001- 01 du 15 janvier 2001, Décret d'application n° 2001 – 282 du 12 avril 2001) et l'entrée en vigueur de nombreux arrêtés portant application de ce code.

Plusieurs raisons ont motivé le choix de ce sujet :

Tout d'abord, il s'inscrit dans l'optique de la prise en compte des diverses composantes environnementales dans l'approche économique.

Ensuite, il y a le fait que si le 21<sup>ème</sup> siècle doit aménager une place importante aux questions d'environnement face aux enjeux économiques à court terme, alors l'économie de l'environnement doit apporter une réponse aux multiples interrogations que soulève la poursuite d'un développement durable.

Enfin, cette recherche pourrait apporter une contribution à l'évaluation économique environnementale appliquée au sous-secteur des transports notamment urbains. En effet, la gestion des activités de transports est confrontée à de multiples écueils ; entre autres, une insuffisance de la connaissances du coût des dommages environnementaux liés à ce secteur.

Le choix de l'agglomération dakaroise se justifie par le fait qu'elle concentre 23,5% de la population sénégalaise (I.Ndiaye, 1999) et l'essentiel des infrastructures, donc elle est la plus exposée aux problèmes de transport.

Ainsi nous nous proposons de mener cette recherche autour de trois axes. Nous procéderons dans un **premier chapitre** à l'exposé des fondements théoriques.

**Un second chapitre** sera consacré à la présentation du système de transport routier dans la ville de Dakar et mettra en exergue le descriptif du système de transport routier et les caractéristiques de l'offre et de la demande.

Nous verrons dans **un troisième chapitre**, la quantification et la valorisation des dommages liés au transport routier, qui retracera les grandes lignes suivantes à savoir : les impacts environnementaux du système des transports, et l'estimation de la valeur économique des externalités liées au transport routier.

# **CHAPITRE I : FONDEMENTS THEORIQUES DE L'EVALUATION ECONOMIQUE ENVIRONNEMENTALE**

## **Introduction**

L'objet de ce chapitre est de cerner tous les contours de l'étude, aussi bien du point de vue de la théorie que celui de son application dans le domaine des transports. Raison pour laquelle ce chapitre aborde les points essentiels suivants à savoir les fondements théoriques et notamment les méthodes d'évaluation dont la méthodologie qui guidera cette application de la théorie au sous-secteur des transports.

## **Section I : Economie et écologie dans la pensée économique**

L'évolution de la pensée économique ne se dissocie pas de la conception que les hommes ont pu avoir de leur relation avec la nature.

Pendant des millénaires, l'activité productive des hommes reposait essentiellement sur la chasse, la pêche, la cueillette, puis l'agriculture et l'élevage. Ainsi la sphère économique épousait les limites de la biosphère avec laquelle elle se confondait et donc empiriquement les générations successives avaient appris à respecter les lois. La réflexion économique était en même temps une réflexion sur la nature.

Selon Alfred Marshall (1890) « l'économie est une science de la vie voisine de la biologie plutôt que de la mécanique ». Telle semble être en effet l'évidence puisque l'homme se retrouve à tous les niveaux de l'activité économique.

Celle-ci se déroule dans un milieu vivant qu'elle transforme et que le calcul rationnel visant à tirer le maximum de satisfaction des provisions limitées de moyens dont dispose l'homme contribue à développer, à la fois, la quantité et la qualité de la vie. Mais cette vision est tronquée car les calculs d'efficacité

veulent que l'on n'accorde de prix qu'à ce qui est rare et que l'on compte pour rien ce qui paraît surabondant.

A l'état de dépendance vis-à-vis des forces naturelles correspond, jusqu'à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle, une certaine attitude de soumission de l'homme à la nature. Ainsi on ne commande à la nature qu'en lui obéissant.

Une attitude de domination s'affirme avec la première révolution industrielle, au cours de laquelle l'ordre des hommes semble vouloir s'imposer à l'ordre de la nature. La loi que l'homme impose à la nature est celle de l'efficacité et du rendement matériel à court terme dont la rentabilité et le profit ne constituent que les variantes capitales : « La nature est plus une proie à saccager qu'un capital à ménager. », écrit Th. Monod (1962).

Depuis quelques années, la recherche d'intégration qui paraît s'amorcer, se signale par la redécouverte progressive du fait que les activités humaines se situent dans un ensemble de régulations naturelles dont le respect conditionne la survie des sociétés.

Ainsi, il serait opportun de suivre l'évolution de la réflexion économique à travers la pensée des différentes écoles.

## **A- Les Différents Courants Economiques**

### **1- L'école des physiocrates**

Après une lente maturation, la réflexion économique s'est, selon la plupart des auteurs, véritablement constituée en science autonome avec **l'Ecole des Physiocrates**, au milieu du XVIII<sup>ème</sup> siècle. Le Tableau Economique de **Quesnay**, qui fonde cette école, paraît en 1758. L'auteur pose, de façon cohérente, les premières bases du libéralisme économique et estime que toute richesse – conçue comme une création de produit physique – provient de l'agriculture, activité alors dominante.

L'image de l'économie qui ressort de cette approche est celle d'une activité régie par des lois naturelles, mettant en œuvre des flux physiques et ne pouvant se perpétuer qu'à travers la reproduction d'un milieu naturel indépendamment duquel elle ne saurait être analysée.

Quesnay et ses disciples insistent sur la prééminence d'un Ordre Naturel dont les sociétés humaines sont tenues de respecter les règles.

Le produit net est un produit physique issu d'un patrimoine physique, la Terre : « C'est le résultat physique de la Fertilité du sol ».

La reproduction de la sphère économique, préoccupation centrale de cette école, ne se dissocie pas de celle du milieu naturel.

## **2- L'Ecole des classiques**

En 1776, la Richesse des Nations d'Adam Smith marque le départ de l'Ecole classique libérale qui s'étend sur la première moitié du 19<sup>ème</sup> siècle. Cette école raisonne encore en termes de reproduction : « Le prix égal à la somme des coûts, se décompose en trois parties : le salaire, le profit et la rente foncière qui sont les trois sources primitives de tout revenu. » (Smith).

Cependant cette reproduction se limite aux facteurs du marché. Si « le travail de chaque nation, fonds primitif qui lui fournit tous les objets nécessaires et utile à la vie » (Smith), est le seul facteur véritablement productif, c'est l'accumulation du capital, facteur rare créé par les hommes, qui limite la croissance : « l'industrie de la Nation ne peut augmenter qu'à proportion de l'augmentation de son capital » (Smith). Le facteur naturel en revanche, considéré comme « inaltérable », « indestructible », « impérissable », apparaît comme un bien libre non menacé par les activités humaines. Ricardo distingue ici ce qui est « facultés originelles et impérissables » du sol et enrichissement apporté par les propriétaires fonciers. Et J. B. Say déclare nettement : « Les

richesses naturelles sont inépuisables car sans cela nous ne les obtiendrions pas gratuitement. Ne pouvant être multipliées, ni épuisées, elles ne sont pas l'objet des sciences économiques ».

### **3- Le courant socialiste**

La misère ouvrière du milieu du 19<sup>ème</sup> siècle attise la contestation socialiste. Marx se situe lui-même dans la ligne théorique de Ricardo, il fonde lui aussi la valeur sur le travail. Mais cette parenté d'ordre théorique débouche sur une contestation radicale du libéralisme glorifié par l'école classique : le système capitaliste exploite le travailleur et, loin d'assurer sa reproduction, développe des conditions, qui, de crise en crise, le conduisent à l'autodestruction.

Marx et Engels ne dissocient pas l'économique de l'ensemble des phénomènes naturels. Marx en particulier se plaît à souligner que l'étude de l'agrichimie lui a apporté « plus que tous les économistes réunis » (lettre du 13 février 1866). Et il décrit les destructions que la production provoque dans le milieu : « La production capitaliste... perturbe le courant de circulation de la matière entre l'homme et le sol, c'est à dire qu'elle empêche le retour au sol de ces éléments que l'homme consomme afin de se nourrir et de se vêtir ; en conséquence, elle fait violence au conditionnement nécessaire à une durable fertilité des sols.

Mais c'est aux contradictions interne du système capitaliste que les deux auteurs consacrent l'essentiel de leurs efforts.

### **4- L'Ecole libérale ou néoclassique**

L'économie libérale, qui voit se retourner contre elle ses propres instruments, se trouve donc contrainte de réviser sa théorie pour sauver sa doctrine. Puisque l'ancienne théorie de la valeur - coût a fourni plus d'armes aux adversaires du libéralisme qu'à ses défenseurs, c'est du côté du consommateur, dans l'utilité et la rareté (théorie de l'utilité – rareté) qu'on va

situer le fondement de la valeur des biens. L'équilibre a-temporel du marché devient le thème central du système, à l'exclusion de toute perspective de reproduction et les phénomènes hors marché sont explicitement évacués de la science économique.

La crise des années trente consacre à la fois la facilité des schémas de l'équilibre et l'échec des politiques d'inspiration néoclassique. A mesure que se renforcent les interdépendances liées au développement, l'explication par le marché se révèle de plus en plus nettement partielle et insuffisante.

## **B- L'émergence de l'économie de l'environnement**

Les biens dits collectifs, le progrès technique et les influences que les activités des agents (producteurs ou consommateurs) exercent les unes sur les autres ou effets externes sont des phénomènes que la théorie ne peut plus ignorer.

Avec l'industrialisation, les déplacements de population facilitent les usages individualistes d'un bien commun et rendent plus difficiles les mesures de rétorsion. La ressource commune devient une ressource en accès libre, que chacun peut venir exploiter sur le mode du « premier arrivé, premier servi ». C'est cette évolution qui aboutit à la tragédie dénoncée par Hardin : **La tragédie des biens communs**. Cette expression veut symboliser la dégradation de l'environnement qui provient de l'utilisation par de nombreux individus d'une ressource commune en accès libre.

Pour les mêmes raisons, la qualité de l'air est une ressource commune partagée avec les générations futures et l'effet de serre résulte de la sous-estimation des coûts qu'elles supportent du fait de nos comportements présents.

Bien que la plupart des ressources naturelles fassent l'objet d'échanges sur des marchés, on a vu que les prix auxquels ils s'échangeaient étaient largement sous-évalués, ce qui conduisait à leur surexploitation. Pour d'autres



biens environnementaux comme la qualité de l'air ou le bruit, il n'existe pas de marché, ce qui conduit souvent à considérer ces biens comme gratuits, et là aussi à les surexploiter. Ce dysfonctionnement des marchés, qui échouent à protéger l'environnement, provient de la sous-estimation des coûts impliqués par les décisions des acteurs concernés.

On parle ainsi d'externalité pour désigner ces situations où les décisions d'un agent économique affectent un autre agent sans que le marché intervienne.

Une autre cause de défaillance du marché et de la dégradation réside dans les comportements de **passager clandestin** ou comportements individualistes de sous-déclaration de son intérêt pour le bien.

Une des causes importantes des dégradations environnementales était la sous-estimation de la valeur des biens environnementaux. Pour nombre d'entre eux, comme la qualité de l'air, le bruit, la visibilité, la beauté d'un paysage..., il n'existe aucun mécanisme institutionnel, privé ou public, qui conduise à lui en attribuer directement une valeur. Par ailleurs, la prise de conscience croissante des atteintes à l'environnement et la constitution d'un droit spécifique ont conduit à rechercher de plus en plus devant les tribunaux la responsabilité de ces atteintes.

Ainsi, que ce soit pour protéger l'environnement, fixer le montant de la réparation des dommages ou fonder davantage des décisions publiques ou privées, il est nécessaire de chercher à mieux évaluer les biens environnementaux. Ce que l'on cherche à mesurer, c'est la valeur économique totale. Elle regroupe toutes les catégories de valeur qui peuvent être attachées aux éléments du patrimoine naturel. Elle comprend les valeurs d'usage et de non usage.

## Section II : Les méthodes d'évaluation économique environnementale

### A/ Quelques définitions importantes

On désigne par **coût de dysfonctionnement** de transport, des externalités se rapportant aux situations dans lesquelles un usager des transports ne supporte pas la totalité des coûts (notamment les coûts de la pollution, des accidents et des encombrements) de son activité de transport ou ne retirent pas la totalité des bénéfices qui en découlent (source : Commission Européenne, livre vert).

Ces coûts de dysfonctionnement ou coûts externes associés aux coûts internes ou coûts de fonctionnement du système des transports doit refléter la vérité des prix dans ce secteur, ou encore la valeur économique totale.

Nous appellerons **valeur économique**, la révélation des prix non payés. Révéler des prix non payés signifie que ces derniers pourraient ou même devraient être payés et que par conséquent ils ne sont que sous-jacents.

La séparation entre **les coûts internes et les coûts externes** s'effectue en fonction de la personne qui paie. Si un usager doit payer pour utiliser une ressource, les coûts associés peuvent être considérés comme des coûts internes. En revanche, si l'usager influence le bien-être d'autres personnes (en polluant l'atmosphère par exemple) sans devoir verser de contrepartie, les coûts correspondants sont externes à cette personne.

Un effet externe n'est pas exprimé en termes pécuniaire et ne passe pas par le marché. En somme, **une externalité** désigne le fait que tous les individus aient maximisé leur utilité ou leur profit et qu'ils soient satisfaits des effets hors marché que certaines consommations et productions leur infligent : fumée, salissures, bruit, poussières, dégâts en tous genres, eaux souillées,

encombres.(D'autres remarquent qu'ils bénéficient d'avantages qu'ils n'ont pas achetés). Autrement dit, à l'équilibre optimum du marché, tout n'a pas été compté.

Ainsi, les décisions en matière de transport se prennent habituellement sur base des prix du marché (approche microéconomique). Or ces prix n'incluent pas les externalités ; les décisions se prennent donc sans tenir compte de leur effets et de leurs coûts. D'où l'importance cruciale d'une estimation de la totalité des coûts sociaux.

## **B/ Les techniques d'évaluation économique environnementale**

En ce qui concerne les coûts internes, il n'y a pas de problème d'évaluation car le marché existe et les prix résultent de la confrontation de l'offre et de la demande.

Quant à l'évaluation des coûts externes, on peut retenir des méthodes indirectes et une méthode directe.

### ***1/ Les méthodes indirectes***

Ces méthodes sont fondées sur l'observation des comportements pour en déduire une mesure du surplus. Dans cette catégorie de méthodes, il faut distinguer l'approche par les fonctions de dommages (ou fonctions dose-réponse), qui évalue d'abord les dommages en termes physiques pour ensuite les monétiser. Et les autres approches utilisent des données monétaires fournies par l'observation de marchés déjà organisés.

#### **a) Les coûts d'évitement ou dépenses de protection**

Il s'agit d'identifier et de chiffrer les coûts des mesures à prendre pour réduire les externalités. Il s'agit moins ici d'une méthode en tant que telle que de

prendre acte du fait que les ménages font des dépenses pour se protéger d'une dégradation de leur environnement par exemple travaux d'isolation phonique, achat d'adoucisseurs d'eau, consommation préventive de médicaments etc..

Comme le notent Desaignes et Point (1993), « l'observation d'une diminution de ces dépenses de protection ne peut être considérée comme une mesure correcte d'une amélioration de la qualité de l'environnement ». Mais, la comptabilisation de ces dépenses est un moyen simple d'évaluer le bénéfice minimal qui est attaché à l'amélioration de l'environnement.

### **b) La méthode des prix hédonistes**

La technique des prix hédonistes repose sur l'hypothèse d'un lien entre le prix d'un bien et ses différentes caractéristiques. Elle consiste en deux phases.

Dans un premier temps, on cherche à estimer un prix (implicite car hors marché) pour des caractéristiques qui différencient des biens de même nature.

Dans un second temps, on peut utiliser ces prix implicites pour estimer une fonction de demande pour une amélioration d'une des caractéristiques environnementales et en déduire le surplus du consommateur correspondant.

A titre d'illustration, on peut dire que cette méthode consiste à évaluer la différence de valeur entre un bien situé dans un endroit subissant des dysfonctionnements (pollution et bruit) et même bien situé dans un endroit non pollué.

### **c) Les coûts de déplacements**

Cette méthode part du constat qu'un agent désireux d'exercer un certain usage de l'environnement est amené à consommer des biens marchands complémentaires de cet usage.

Cette méthode encore appelé méthode du coût du trajet repose sur l'idée fondamentale que les informations sur l'argent et le temps nécessaires aux individus pour se rendre sur un site permettent d'estimer leur consentement à payer pour bénéficier des équipements et des caractéristiques de ce site.

## ***2/ La méthode directe : l'évaluation contingente***

Cette méthode encore appelée méthode des préférences déclarées consiste à demander aux individus ce qu'ils sont prêts à payer pour ne plus être victimes d'un niveau donné d'externalités, ou ce qu'ils estiment devoir recevoir comme compensation à la détérioration de leur environnement.

Il s'agit d'estimer le consentement à payer (**CAP**) pour une amélioration de la situation des individus ou le consentement à recevoir (**CAR**) à la suite d'une modification de leur environnement.

## **C/ La méthode d'évaluation des dommages**

Cette méthode est destinée à établir une relation dose- effet entre le dommage environnemental (la réponse ) et la cause de ce dommage (la dose). Elle ne fait aucune référence aux comportements des agents économiques et comprend deux phases successives.

Dans la première, un lien quantitatif de causalité est établi entre une modification de l'environnement par exemple la pollution atmosphérique et ses conséquences (par exemple sur la santé humaine).

Dans la seconde phase, il s'agit d'associer une valeur monétaire au lien mis en évidence dans la première étape. Une aggravation de la pollution atmosphérique se traduit par des coûts supplémentaires pour les individus concernés, notamment les coûts médicaux du traitement des maladies et les pertes de salaires dues à l'incapacité de travailler.

Cette méthode s'avère être la plus appropriée pour cette étude du fait que ni la collectivité, ni les acteurs du transport (transporteurs et pouvoirs publics) ne semblent avoir conscience de l'importance des dommages liés au transport.

Elle s'effectuera en trois étapes :

**Etape 1 :**

Quantifier les dommages environnementaux liés au transport c'est à dire le nombre de tués et d'accidentés, les heures perdues dans la congestion du trafic, les quantités de polluants rejetés ainsi que leur concentration dans l'air.

**Etape 2 :**

Calculer les coûts actuels des dysfonctionnements à savoir :

- Le coût des soins médicaux
- La perte de production
- Les pertes de productivité...

**Etape 3 :**

Opérer une modélisation rendant compte de la relation dose-effet c'est à dire entre les dommages environnementaux liés au transport et leurs causes. Pour cela, il faudra envisager quatre équations dans le modèle relatives à chacune des externalités.

**Equation 1 : M = M (PA)**

**M** étant les maladies ou la morbidité

**PA** la pollution atmosphérique

$\mu_1$  le résidu ou erreur

**Equation 2 : N = N(PS)**

**PS** : Pollution sonore

N : Nuisance et gêne

**Equation 3 :  $PD = PD (Ac)$**

PD : Personnes décédées

Ac : Accidents

**Equation 4 :  $TP = TP (E)$**

TP : Temps perdu

Tableau 1.1 : Synthèse de la méthodologie

<u>Dysfonctionnements</u>	<u>Dommages (quantités – volumes)</u>	<u>Méthode d'évaluation des dommages</u>	<u>Modélisation (équation)</u>
<u>Accidents</u>	Nombre de blessés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts des soins médicaux (moins la prise en charge des assurances).</li> <li>• Perte de productivité</li> </ul>	PD = PD(Ac)
	Nombre de morts	Perte de production de la valeur humaine	
<u>Congestion ou encombrements</u>	Heures perdues	Coûts des heures perdues	TP = TP(E)
<u>Pollution de l'air</u>	Quantités de rejets en CO, Nox, COV dues au transport	Coûts des soins médicaux	M = M(PA)
		Perte de productivité	
		Perte de production de la valeur humaine	
<u>Pollution sonore</u>	Niveau de décibels (dBA)	Perte de valeur foncière Perturbation de la productivité (mauvaises communications, maladies cardio-vasculaires). Coûts d'évitement : barrière anti-bruit	N = N(PS)



## Conclusion

L'acuité de la problématique du sous-secteur des transports routier pose la nécessité d'une réflexion approfondie surtout concernant la prise en compte des externalités des transports qui devra être accompagnée par une connaissance de leur coût ,d'où, encore, l'intérêt de cette étude.

Ainsi, dans les chapitres qui vont suivre, il s'agira de voir le fonctionnement du système de transport routier dans sa globalité et de tenter d'estimer la valeur économique des dysfonctionnements qui en découlent.

## **CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU SYSTEME DE TRANSPORT ROUTIER DE DAKAR**

### **Introduction**

Le transport routier se caractérise par une diversité de ses modes mais qui forment un tout, face à une demande de plus en plus croissante. Cependant, des problèmes existent aussi bien au niveau de l'offre que de la demande .

### **Section I: Descriptif du système de transport routier**

#### **A/ Les différents modes de transport**

L'organisation du transport automobile dans la région de Dakar repose sur une combinaison des transports dits formels avec les transports informels. Cette forme d'organisation comprend :

- Les autobus de DDD (Dakar Dem Dikk) qui est une société de transport née des cendres de la défunte SOTRAC (Société des Transports du Cap Vert).
- Les cars rapides (véhicules de 25 places frappés aux couleurs bleue et jaune) et les Ndiaga Ndiaye (Mercedes blanches de 35 places).
- Les taxis urbains et les taxis de banlieue bénéficiant d'une autorisation administrative d'exploiter.
- Les taxis clandestins communément appelés taxis « clando » qui sont des voitures de cinq places ne bénéficiant pas de licence d'exploitation.
- Les voitures particulières et le transport à la demande (location de voitures, véhicules touristiques).
- Le transport de marchandises dans l'agglomération est assuré par les camions (10 tonnes), les véhicules semi-remorques (20 tonnes) et les remorques (poids supérieur à 20 tonnes),
- Les charrettes et les pousse-pousse

## B/ Le parc automobile

### **1/ Données sur le parc automobile de la région de Dakar**

Ces données relèvent des statistiques fournies par la Division Régionale des Transports Terrestres. Elles mettent en exergue les critères d'âge, de carburant et de catégorie de véhicule.

Toutefois, il n'existe aucune source d'informations permettant d'identifier de façon précise le volume et la nature du parc de véhicules circulant actuellement dans la région de Dakar. Aussi des estimations ont dû être faites par recoupement sur base de plusieurs sources telles que le fichier des immatriculations, le fichier des contrôles techniques ainsi que la Direction des l'Enregistrement (recettes et vignettes).

Le tableau 1.1 ci-après donne une première estimation du parc en circulation dans la région de Dakar en 1998. Cette évaluation est obtenue à partir du fichier des visites annuelles des contrôles techniques effectuées en 1997 ; les véhicules neufs étant contrôlés après une période de trois années d'existence.

**Tableau 2.1 Evaluation du parc automobile en circulation dans la région de  
Dakar fin 1997**

<u>Type de véhicule</u>	<u>Capacité (nb. de places)</u>	<u>Statistiques visites techniques en 1997</u>	<u>Véhicules neufs immatriculés en 95, 96&amp; 97</u>	<u>Evaluation du parc en circulation à Dakar</u>	<u>Composition du parc en circulation à Dakar % du total</u>	<u>Composition du parc en circulation en % du parc pour trans pers.</u>
<b>Véhicules de transport en commun</b>						
<b>Voitures</b>	4					
Taxis urbains & banlieue	7/8	5 305				
Taxis interurbains		965				
<b>Total taxis</b>		6 270	529	6 799	16,5%	18,8%
<b>Autocars</b>						
Camionnettes	14/15	980				
transp.pers.	14à 20	454				
Minibus	plus de 20	4357				
Cars						
<b>Total autocars</b>		5 791	162	5 953	14,4%	16,4%
<b>Véhicules de transport de pers. a usage privé</b>						
<b>Voitures particulières</b>		21 636	1 826	23 462	56,9%	64,8%
<i>Total transport de personnes :</i>		33 697	2 517	36 214	87,8%	100,0%
<b>Véhicules de transport de marchandises</b>						
Camionnettes transp.						
Marchandises		392	988	1 380		
Camions		2 157	122	2 279		
Tracteurs routiers		597	38	635		
Semi- remorques		733	15	748		
<b>Total transport marchandises</b>		3 879	1 164	5 043	12,2%	

Source : DTT, fichier immatriculations, fichier contrôles techniques

A ces chiffres et à partir du fichier des immatriculations, ont été ajoutés le nombre d'immatriculations, le nombre des véhicules neufs immatriculés à Dakar au cours des 3 dernières années.

**Tableau 2.2 Estimation du nombre de véhicules de moins de 3ans immatriculés au Sénégal et à Dakar (estimation).**

<u>Type de véhicule</u>	<u>SENEGAL</u>	<u>DAKAR</u>	
<b><u>Transport de personnes</u></b>			
	3342	2355	70,47%
Véhicules particuliers	232	162	69.82%
Autocars			
<b><u>Transport de marchandises</u></b>			
	1838	988	53.75%
Camionnettes	201	122	60.69%
Camions	59	38	64.4%
Tracteurs routiers	22	15	68.18%
Semi-remorques			
<b>Total</b>	<b>5694</b>	<b>3681</b>	<b>64.64%</b>

Source : DTT, fichier des immatriculations, 1998

Le parc est ainsi estimé à 41 257 véhicules. Il se compose de 65% de véhicules particuliers, 16% d'autocars et 19%de taxis.

## 2/ Répartition des voitures en fonction de leur usage

Le tableau 2.3 suivant donne une distinction entre voitures à usage privé et taxis.

**Tableau 2.3 Répartition des voitures en fonction de leur usage (privé ou transports en commun).**

Type de véhicule	Nombre de visites techniques région de Dakar	Pourcentage
Voitures		
- a usage privé	21 636	78%
- taxis	6 270	22%
	27 906	100%

Source : DTT, fichier contrôles techniques, 1998

### 3/ Répartition des immatriculations selon le type de carburant

Ces informations se révèlent importantes pour qualifier et caractériser la pollution.

**Tableau 2.4 : Répartition des immatriculations selon le type de carburant.**

Type de véhicule	Essence	Gasoil	Essence	Gasoil
<u>Transport personnes</u>				
Véhicules particuliers	57 561	28 687	67%	33%
Autocars	1 028	9 187	10%	90%
	58 589	37 874	61%	39%
<u>Transport marchandises</u>				
Camionnettes	6 017	9 930	38%	62%
Camions	315	8 267	4%	96%
Tracteurs routiers	10	2 247	0%	100%
Total	64 931	58 498	53%	47%

Source : DTT, fichier immatriculations, 1998

### 4/ Répartition du parc des véhicules par catégorie d'âge

Les données représentées dans le tableau 1.5 suivant laissent voir une vétusté du parc automobile au Sénégal.

**Tableau 2.5 : Age du parc automobile Sénégalais en 1998.**

Type de véhicule	TRANCHE D'AGE					TOTAL
	De 0-5ans	6-10ans	11-15ans	16-20ans	+ de 20ans	
<b>Trans. Pers</b>						
Véhicules part	8 408	16028	27 511	22 127	10 353	84 427
Autocars	575	1 418	2 993	3 600	1 393	9 979
<b>Trans. March</b>						
Camionnettes	3 707	3 521	3 510	2 968	1851	15 557
Camions	386	978	1394	2 116	3 240	8 114
Tracteurs routiers						
Semi-remorque	121	201	297	788	956	2 363
	71	136	238	714	1 616	2 775
<b>Total</b>	<b>13 268</b>	<b>22 282</b>	<b>35 943</b>	<b>32 313</b>	<b>19 409</b>	<b>123 215</b>
<b>Proportions (%)</b>						
Véhicules part	10%	19%	33%	26%	12%	100%
Autocars	6%	14%	30%	36%	14%	100%
Camionnettes	24%	23%	23%	19%	12%	100%
Camions	5%	12%	17%	26%	40%	100%
Tracteurs routiers	5%	9%	13%	33%	40%	100%
Semi-remorques	3%	5%	9%	26%	58%	100%

Source : DTT, fichier des immatriculations, 1998



L'âge avancé du parc des véhicules en circulation de 20 ans et plus, plus particulièrement des véhicules lourds accentue davantage la pollution atmosphérique. L'utilisation de technologies datant de 25 ans et l'usure mécanique portent les émissions polluantes à des niveaux maintes fois supérieurs à ceux des moteurs de conception récente.

**5/ Répartition du parc de véhicules dakarois suivant l'âge , la catégorie de puissance et le type de véhicule.**

Le tableau 2.6 suivant donne une estimation du parc de véhicules immatriculés pour la région de Dakar par groupe de puissance administrative, par type de véhicule et par âge.

Le parc dakarois pourrait être évalué à environ 70.000 véhicules en supposant que le taux de fraude sur la perception des vignettes atteigne quelques 30%.

**Tableau 2.6 : Répartition du parc immatriculé suivant l'âge, la catégorie de puissance et le type de véhicule**

type de véhicule	Jusqu'à 8 cv	De 9 à12 cv	de13 à16 cv	Plus de16 cv	Total
<b><u>Véhicules de moins de 20 ans</u></b>					
véhicules particuliers	10 979	5 985	407	218	17 589
autocars (transport de passagers)	420	680	237	90	1 427
camionnettes (transport de marchandises)	2 370	1 521	77	16	3 984
camions (transport de marchandises)	19	118	183	556	875
tracteurs routiers et semi remorque	0	2	12	579	593

Total moins de 10 ans	13 788	8 306	916	1 458	24 469
<b><u>Véhicules de plus de 10ans</u></b>					
Véhicules particuliers	26 954	14 693	999	536	43 183
Autocars (transport de pers)	1 684	2 725	949	359	5 717
Camionnettes (transp. Marchand.)	2 731	1 753	89	18	4 591
Camions (transp. Marchandise)	93	583	905	2 749	4 331
Tracteurs routiers	1	13	61	2 864	2 939
Total moins de 10 ans	31 463	19 767	3 004	6 526	60 760
<b><u>Total du parc</u></b>					
Véhicules particuliers	37 933	20 678	1 407	754	60 772
Autocars (transport de pers)	2 104	3 405	1 186	449	7 144
Camionnettes (transp. Marchand.)	5 101	3 275	166	34	8 575
Camions (transp. Marchandise)	112	701	1 088	3305	5 206
Tracteurs routiers	1	14	74	3442	3 532
Total du parc	<b>45 252</b>	<b>28 073</b>	<b>3 921</b>	<b>7 984</b>	<b>85 229</b>

Source : DTT, Fichier des immatriculations, 1998

### **C/ Le trafic**

Il a été considéré comme réseau de routes et de voiries :

- Les voies de liaison constituées de pénétrantes et de transversales ;
- Les voies de distribution constituées de la voirie des quartiers.

L'inventaire de l'état du réseau effectué en 1992, a noté une forte dégradation de la voirie urbaine ; mais depuis quelques temps, c'est à dire après l'avènement de l'Alternance au Sénégal, on note la réalisation d'un ensemble de travaux de réfection du réseau de routes et de voiries.

Cette amélioration du réseau routier nous semble quelque peu éphémère eu égard à un ensemble de faits qui constituent les causes permanentes de la dégradation du réseau. Parmi ces dernières on peut noter :

- Le défaut de réparation des tranchées souvent ouvertes par la SONES, la SONATEL.
- Le défaut de structure qui rend certains tronçons inaptés à supporter les sollicitations importantes du trafic
- L'occupation des emprises par les marchands ambulants, les cantines et les constructions irrégulières.

D'une manière générale, l'accroissement du volume du trafic automobile dans la région de Dakar est plus rapide que celui de la capacité de charge de la voirie existante. Le réseau routier est caractérisé par son incapacité à répondre aux besoins du trafic pour des raisons liées à la configuration du réseau, à la faiblesse des voies de circulation rapide, à l'étroitesse et à la dégradation de la voirie urbaine, à l'insuffisance de l'aménagement des carrefours et de signalisation, à la croissance du parc automobile, à l'augmentation rapide de la demande en déplacement liée à l'explosion démographique.

## **Section II : Caractéristiques de l'offre et de la demande de transport**

Faire le point en ce qui concerne l'offre et la demande de transport, c'est rendre compte des différents besoins en déplacement et des structures mises en place pour faire face à de tels besoins.

### **A/ La demande de transport**

La disposition des différentes fonctions exercées par une ville est déterminante dans l'évaluation de la demande en transports.

Dakar connaît une forte mobilité dont une grande partie est assurée par les transports en commun.

D'après l'enquête origine destination réalisée par SYSTRA en Janvier 1998, le nombre journalier de déplacements de personnes s'élève à 4,5 millions (y compris les déplacements à pieds). Parmi ces derniers, 73,3% sont motorisés et 69,5% se réalisent par des transports en commun.

La répartition selon les différents modes de transports motorisés est la suivante :

**Tableau 2.7 : Répartition des différents modes de transports motorisés**

<b><u>Mode de placement</u></b>	<b><u>Part de marché</u></b>
<b>Transport en commun</b>	94,8%
Cars rapides	40,3%
Ndiaga Ndiaye	24,5%
Bus SOTRAC	14,7%
Taxis clando	8,2%
Bus de ramassage	3,1%
Taxis	1,8%
Taxis collectifs	0,9%
<b>Petit Train Bleu (PTB)</b>	1,3%
<b>Autres</b>	5,2%
Voitures particulières	4,0%
Deux roues	0,8%
Autres	0,4%

Source : Systra- Etude sur la restructuration globale des TC, 1998

On peut ainsi remarquer la prédominance des transports en commun et l'importance des cars rapides et Ndiaga Ndiaye.

Les principaux motifs de déplacement sont :

- l'école
- le travail
- le marché

Les déplacements pour raisons professionnelles ou scolaires représentent la grande majorité des déplacements.

Pour le motif travail, 93,6% des déplacements sont réalisés en TC (cars rapides 39,2%, Ndiaga Ndiaye 29,2%, SOTRAC 9,9%).

Pour le motif marché, les cars rapides sont utilisés de façon massive.

**NB** : les statistiques disponibles remontent à l'existence de la SOTRAC qui aujourd'hui est remplacée par le DDD (Dakar Dem Dikk). Ce qui laisse supposer que les parts de marché des cars rapides et Ndiaga Ndiaye ont augmenté au détriment du DDD qui a hérité de la défunte SOTRAC d'un parc automobile réduit de moitié.

Ce besoin immense de déplacement est-il en adéquation avec l'offre de transport ? C'est à cette question que nous allons essayer de répondre en examinant de plus près l'offre de transport dans la région de Dakar.

## B/ l'offre de transport

Le tableau suivant représente les caractéristiques de l'offre de transport dans l'agglomération de Dakar.

**Tableau 2.8 : Caractéristiques de l'offre de transport**

<u>Type de TC</u>	<u>Type/ opérateurs</u>	<u>Statut</u>	<u>Part de marché (en % des déplacements totaux)</u>	<u>Flotte de véhicules</u>	<u>Capacité des véhicules (nbres de places)</u>
<u>Minibus</u>	Cars rapides	Privé	29,5%	5953	25
	Ndiaga Ndiaye	Privé	18%		35 à 42
<u>Autobus</u>	Bus de ramassage		13,1%		70
<u>Taxis</u>	Taxis	Privé	1,3%	6799	4
	Taxis clandos	Privé	6%		4
	Taxis collectifs	Privé	0,7%		6 à 7
<u>TB</u>	SNCS	Public	0,9%		
<u>Total</u>			69,5%	12 752	

Source : Systra- Etude sur la restructuration globale des TC, 1998

On observe ainsi que les déplacements en TC représentent 70% des déplacements totaux des Dakarois, les 30% restant sont des déplacements (2,9%), en 2 roues (0,6%) et autres (1,4%).

L'offre de transport à Dakar se caractérise actuellement par :

- une prédominance des transports en commun (TC) par route ;
- un désengagement progressif du secteur public au niveau de l'exploitation ;
- une forte présence du secteur informel ;
- Une atomisation des opérateurs privés.

Les difficultés financières découlant en grande partie d'une mauvaise gestion , auxquelles font face les organes étatiques n'ont pas favorisé un entretien et des investissements suffisants. Il en a résulté un effondrement de l'offre « publique » en transports en commun supplée par le secteur informel.

Le passage de la SOTRAC au Dakar Dem Dikk (DDD) est assez édifiant sur la question. Ce dernier n'a pas été pour autant une solution à la crise dans le secteur des transports.



## Conclusion

La présentation du système de transport routier dans la ville de Dakar laisse voir un secteur en crise à tous les niveaux. Il se caractérise par :

- L'inadéquation de l'offre par rapport à la demande de plus en plus importante ;
- Un parc automobile vétuste donc source de pollution ;
- Une distorsion entre la capacité de charge de la voirie et le volume croissant du trafic urbain ;
- Une gestion inadaptée de l'espace urbain de la circulation urbaine...

Ces caractères propres au système de transport routier ne sont pas sans incidence sur l'environnement.

# **CHAPITRE 3 : QUANTIFICATION ET VALORISATION DES DOMMAGES LIES AU TRANSPORT**

## **Introduction**

Le diagnostic des transports routiers laisse apparaître un sous-secteur marqué par une offre inadaptée à la demande du fait l'articulation de plusieurs facteurs. Ainsi on peut dénombrer de multiples dommages environnementaux liés au transport routier dans la ville de Dakar .

Les identifier, les quantifier et les mesurer économiquement feront l'objet de ce chapitre.

## **Section 1 : Les impacts environnementaux du système de transport routier**

On note quatre types de dysfonctionnements liés au transport routier :

- La pollution de l'air ou pollution atmosphérique
- La pollution sonore
- Les accidents corporels
- Les problèmes de mobilité ou congestion

### **A/ La pollution de l'air**

Dakar, comme bon nombre de métropoles en croissance connaît une dégradation environnementale fortement perceptible. De la croissance démographique, au vieillissement des infrastructures et des équipements, les causes des problèmes environnementaux sont multiples.

En ce qui concerne le rôle du secteur des transports dans cette problématique, les observations de terrain et les informations récoltées auprès du CETUD montrent en première analyse que ce secteur est une source non négligeable de la pollution de l'air à Dakar.

En milieu urbain, elle est engendrée principalement par la circulation de véhicules à moteur en raison du rejet des gaz de combustion. A Dakar, bien que cette pollution n'ait pas été encore mesurée, il apparaît qu'elle est en augmentation constante depuis plusieurs années en raison notamment du nombre croissant de véhicules en circulation et de la vétusté du parc automobile.

### **1/ Les différents polluants atmosphériques**

D'après la Direction de l'Environnement, il apparaît qu'à Dakar, 44% des gaz nocifs sont émis par les industries, 32% par le transport et 24% par les ménages et autres secteurs. Ce pourcentage d'émissions polluantes occupé par le secteur des transports est ventilé à travers :

- Le rejet des vapeurs d'essence (composés organiques volatiles :COV) dégagés dans les stations services ;
- Les rejets d'aérosol lors de la mise en peinture des véhicules ;
- Les rejets dus à la combustion non contrôlée des huiles usées ou de pneus.
- Les rejets atmosphériques des véhicules.

On trouve dans les gaz d'échappement, plusieurs centaines de produits différents car si la combustion du carburant –auto était parfaite, il n'y aurait que du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau.

La composition des effluents est variable en fonction de certains facteurs :

- le type de moteurs à essence ou diesel, ce dernier produisant environ 50 fois plus de particules
- l'âge du véhicule
- le réglage
- l'entretien
- la présence de catalyseur.

De même la qualité du carburant, de l'huile et même le style de conduite ont aussi leur importance.

Les polluants les plus représentatifs tant au niveau de leur émission que de leur effet néfaste sur l'organisme humain sont : Monoxyde de carbone (CO), Particules, Hydrocarbures, Plomb et Cadmium.

#### **a) Monoxyde de carbone (CO)**

C'est un effluent gazeux habituel de tous les foyers de combustion, et pas seulement des moteurs des véhicules. Il se forme chaque fois qu'une combustion de matière organique s'effectue en présence d'une quantité insuffisante d'oxygène. L'oxyde de carbone entraîne dans le cadre de la pollution atmosphérique une intoxication chronique responsable de signes fonctionnels d'une grande banalité, sans spécificité, avec des susceptibilités individuelles.

#### **b) Particules**

Les véhicules automobiles sont responsables de deux types de pollution particulière :

- Poussières émises hors combustion : il s'agit de particules minérales dont la nature, la taille, et la concentration dépendent du type de route. En général, ce sont de grosses particules dont la majorité a un diamètre supérieur à sept microns, ce qui explique qu'elles sédimentent rapidement près de la chaussée et ne représentent que quelques pour-cent de la concentration totale des particules en suspension dans l'air.
- Particules issues de la combustion des moteurs : ces particules proviennent de la combustion incomplète ou de contaminants exogènes, notamment métalliques (plomb). Leur concentration explique partiellement les fumées noires d'échappement.

### **c) Hydrocarbures**

Ils forment un groupe hétérogène et sont constitués de deux types de composés :

\* Les hydrocarbures relativement légers qui ont pour origine des vaporisations d'essence carburant à partir des réservoirs et des carburateurs des voitures automobiles mais qui proviennent aussi du fait que le carburant introduit dans les cylindres n'est pas entièrement brûlé dans la phase d'explosion. Ainsi, on en retrouve une partie non négligeable dans le gaz d'échappement.

\* les hydrocarbures lourds appartenant à la série aromatique polycyclique dont le chef de file est le benzopyrène, sont présents dans toutes les fumées.

### **d) Plomb**

Il est ajouté au super carburant sous forme de plomb tétraéthyl utilisé comme antidétonant pour augmenter l'indice d'octane : plus de 70% pénètre dans

l'environnement aussitôt après la combustion, le reste étant piégé dans le carter et le pot d'échappement des véhicules.

Actuellement, l'essentiel (90%) du plomb trouvé dans l'atmosphère des villes, provient de la circulation automobile.

Ce qui est important de souligner c'est que, concernant la pollution locale urbaine, la majeure partie des émissions d'oxyde de carbone (CO) et d'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) proviennent des transports. Ce secteur participe également à la formation des composés organiques volatiles (COV) non méthaniques et aux émissions d'anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>).

Les principaux polluants secondaires attribuables aux activités de transport sont le peroxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et de l'ozone (O<sub>3</sub>).

D'autres polluants atmosphériques importants proviennent des substances contenues dans les carburants tels le plomb et le benzène pour l'essence ou bien sont directement émis par les véhicules diesels comme les particules.

Les voitures sont responsables de la plus grande partie des émissions de CO et COV, tandis que les poids lourds dont les bus sont responsables pour le NO<sub>x</sub> et le SO<sub>2</sub>.

## **2/ L'impact des polluants atmosphériques :**

Les impacts les plus significatifs de la pollution atmosphérique sont les suivants :

- effets sur la santé humaine ;
- effets destructifs et salissure des biens matériels (pierre rongée, bâtiments noircis,...) ;
- effets destructifs de la flore et indirectement de la faune à l'échelle régionale (pluie acide,...) ;
- participation aux effets globaux (effet de serre, ...).

Ces différents impacts environnementaux ont un coût pour la société, ce coût étant particulièrement difficile à estimer.

En passant, il faut souligner que notre analyse porte sur les rejets directs des véhicules et leur impact sur la santé. La relation directe entre les concentrations de polluants dans l'air et l'impact sur la santé n'a donc pu être établie pour les raisons suivantes :

- On ne dispose pas de données suffisantes sur le niveau moyen de pollution de Dakar.
- Le niveau général de pollution est influencé par les sources industrielles notamment la SENELEC, la Cimenterie de Rufisque donc isoler l'impact du secteur des transports sur la santé s'avère difficile.

L'approche a donc consisté à examiner les effets possibles sur la santé et leur importance dans la région de Dakar, au travers des statistiques sanitaires disponibles.

La pollution provoquée par le gaz d'échappement et par leur transformation dans l'atmosphère entraîne un large éventail de problèmes de santé qui va des maladies cardio-respiratoires dont la bronchite chronique, l'emphysème et l'asthme aux intoxications par les métaux dont le plomb (saturnisme). A noter que les enfants sont plus touchés par des infections respiratoires aiguës.

Le tableau ci-après donne en résumé, pour différents polluants, les impacts possibles et les mécanismes d'effets sur la santé.

**Tableau 3.1 : Différents types de polluants, les impacts possibles et le mécanisme d'effet sur la santé**

Polluant	Impact sur la santé humaine	Mécanisme
CO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité d'infarctus du myocarde chez les personnes atteintes d'angines de poitrine.</li> <li>• Céphalées et vertiges</li> </ul>	Substitution du CO à l'O <sub>2</sub> sur l'hémoglobine → baisse de l'oxygénation des cellules → hypoxie cellulaire
CO <sub>2</sub>	Pas d'effet direct seulement suite à sa transformation en CO.	Transformation partielle CO <sub>2</sub> + C ↔ 2CO
NO <sub>2</sub> et NO <sub>x</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmente le risque de crise chez les asthmatiques.</li> <li>• Augmentation de fréquence des infections bronchiques et pulmonaires</li> </ul>	Irritation des muqueuses pneumo-bronchiques.
O <sub>3</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritations nasales et pharyngée (intoxication aiguë)</li> <li>• Irritations trachéo- pulmonaire (intoxication aiguë)</li> <li>• Céphalées et asthénie</li> <li>• Diminution de la capacité pulmonaire (intoxication chronique).</li> </ul>	Modifications cellulaires et tissulaires au niveau des poumons.
SO <sub>2</sub> et particules en suspension	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation de la morbidité et de la mortalité chez les asthmatiques et bronchitiques chroniques</li> </ul>	Irritation des muqueuses de la gorge, de la trachée et des poumons → œdèmes laryngo-trachéaux et pulmonaires
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> et aérosols acides	Serait un facteur aggravant dans la mauvaise évolution des maladies pulmonaires chroniques.	Irritation des muqueuses pulmonaires



PB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anémie</li> <li>• Hypertension artérielle</li> <li>• Encéphalopathies surtout chez les enfants (difficultés d'apprentissage, troubles du comportement, déficit de l'intelligence et de coordination motrice fine)</li> <li>• Retard de développement foetal (prématuré, poids réduit à la naissance et retard de développement mental)</li> <li>• Colique toxique</li> <li>• Syndrome de Fanconi et atteintes rénales</li> </ul>	Action dur diverses enzymes au niveau cellulaire → action sur le système sanguine, sur le système nerveux central et sur d'autres systèmes tel que le système cardio-vasculaire.
Benzènes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intoxication aiguë : hémorragies pulmonaires</li> <li>• Hautes doses permanentes : pancytopenie par atteinte de la moelle osseuse</li> <li>• Leucémie aiguë</li> </ul>	Effets toxiques seulement pour des expositions à doses importantes.
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cancer du poumon</li> <li>• Cancer de la vessie</li> </ul>	Emission par les moteurs de diesel de cancérigènes connus : benzo[a]pyrène.
Aldéhydes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritation des yeux et du nez</li> <li>• Irritation de membranes muqueuses avec altération de la respiration ,</li> <li>• Toux, nausées</li> <li>• Allergie et dermatite allergiques</li> <li>• Contact professionnel : leucémies, cancer du nez et de l'oropharynx, cancer du cerveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritation tissulaire</li> <li>• Cancérigène probable au niveau professionnel conducteur de poids lourd notamment.</li> </ul>

Source : Tractebel consult - Rapport CETUD (1999)

## B/ La pollution sonore

De nombreux travaux scientifiques ont mis en évidence depuis plusieurs années les effets du bruit sur l'homme : perturbation du sommeil, effets sur l'audition, risques de maladies cardio-vasculaires dues au stress, perturbation des communications, modification de la vigilance.

La gêne engendrée par le bruit du trafic routier est faible en dessous d'un niveau de bruit de 55 dBA (mesuré en façade sur une période de 8h à 20h).

Les conditions favorisant la pollution sonore à Dakar sont : l'état du parc de véhicules, la congestion du trafic et le comportement tapageur de certains chauffeurs (coups de klaxon intempestifs et toutes heures). En effet, si d'ordinaire la pollution sonore est liée à la vitesse de circulation du trafic automobile, ce phénomène est très localisé à Dakar sur les grandes artères (corniche, autoroute, route de l'aéroport, VDN) et à certaines heures.

Ainsi donc, le niveau de bruit généré par le trafic et que l'on peut mesurer dans l'environnement urbain est le résultat de plusieurs facteurs. Il dépend bien évidemment des émissions sonores des véhicules, mais également du mode de conduite, de l'état du réseau routier et des caractéristiques des constructions qui procurent une atténuation plus ou moins importante du bruit. On note donc que la vétusté du parc automobile et la mauvaise qualité du réseau routier de Dakar contribuent à augmenter le niveau de bruit ambiant.

Les véhicules utilisés à Dakar à usage privé ou les taxis représentent de l'ordre de 75% des véhicules en circulation. Les 2 tiers de ces voitures ont un âge moyen de 13 ans. Les caractéristiques du parc de véhicules de Dakar sont donc pénalisantes au niveau des émissions sonores.

## **C/ Les accidents**

Des statistiques des accidents matériels sont tenues au Sénégal par la Direction des Transports Terrestres et par la Gendarmerie Nationale.

La situation des accidents dans la région peut être analysée au regard, d'une part, de l'évolution des accidents depuis sept années , et du pourcentage que représente Dakar dans les statistiques nationales et l'importance des points noirs dans la région d'autre part.

En effet Dakar représente 78% du parc automobile et 75% des accidents routiers. L'évolution des accidents devrait être mieux perçue en comparaison avec des statistiques des années 70 - 80 où la congestion était moins accentuée. Toutefois le nombre d'accidents corporels et matériels semble se maintenir pour les années 1993 – 1997 respectivement à 1650 et 1000 en moyenne (CETUD, 1999).

D'après la DTT, 67% des accidents de la circulation avec des victimes corporelles, répertoriés au Sénégal se sont produits à Dakar.

A Dakar, les TC sont impliqués dans plus de la moitié des accidents corporels alors qu'ils ne représentent que 31% du parc en circulation. Les voitures particulières sont impliquées dans un accident corporel sur trois.

C'est parmi les piétons et les occupants des voitures particulières que l'on recense près de la moitié des tués et des blessés.

Selon les statistiques de la DTT, 90% des accidents ont lieu sur la voirie urbaine, et 85% d'entre eux ont lieu en semaine.

## D/ Les problèmes de mobilité ou congestion

Les encombrements se produisent à partir du moment où les infrastructures de transport ne permettent plus un écoulement fluide du trafic.

La densité du trafic dépend de la décision individuelle d'un ensemble de personnes d'utiliser un même mode de transport au même moment. Cette décision, si elle aboutit à une saturation du réseau, engendre non seulement une perte de temps pour l'individu, mais également une perte de temps pour l'ensemble des autres usagers pris dans les embouteillages.

D'une façon générale, les coûts externes liés aux encombrements constituent la principale externalité des transports.

La congestion du trafic se traduit d'une part, par un gaspillage de temps et d'autre part, par une consommation accrue de carburant, à l'origine d'une pollution supplémentaire de l'air.

## Conclusion partielle

Ce qui est important de souligner c'est que la forte demande de transport reste en inadéquation avec l'offre. Il en résulte ainsi, des dysfonctionnements multiples. En outre, la répartition des lieux de résidence ne suit pas la répartition des lieux de travail d'où une migration journalière importante. A cela s'ajoutent :

- ❖ Une forte densité de véhicules à moteur en milieu urbain dont les infrastructures sont inadéquates et insuffisantes.
- ❖ Une très forte proportion de véhicules à moteur diesel usagés et mal entretenus qui utilisent du gazole à forte teneur en soufre et constituent une source importante de particules inhalables et d'émissions de dioxyde de soufre ;
- ❖ L'âge moyen élevé du parc automobile et le faible taux de mise à la casse.
- ❖ Des carburants de mauvaise qualité et notamment une essence à forte teneur en plomb .

Ces facteurs conjugués, sont à l'origine de dommages environnementaux tels que : la pollution de l'air, la pollution sonore, les accidents et la congestion. Ces derniers génèrent des coûts aussi bien pour la collectivité, pour les pouvoirs publics que pour l'économie nationale.

L'évaluation de tels coûts nécessitera l'utilisation de méthodes objet de la prochaine section.

## Section II : Quantification et valorisation des dommages liés au transport routier

L'objet de cette section c'est de quantifier les dommages ou externalités liés au transport routier et de voir le degré de la relation dose- réponse. En d'autres termes, il s'agit de jauger la relation cause – effet reliant les dommages à leurs causes par une régression simple et par le calcul de coefficients de variation.

Dans un premier temps, nous procéderons à la quantification et à la valorisation ; et dans un second temps , nous examinerons plus en détail la relation dose-effet entre les externalités du transport et leurs impacts sur l'environnement.

Nous nous proposons d'évaluer dans le cadre de cette recherche les coûts sociaux liés aux dysfonctionnements dans le secteur des transports à savoir :

- Les coûts externes des accidents corporels impliquant les transports en commun (TC)
- Les coûts externes de la pollution de l'air
- Les coûts externes de la pollution sonore
- Les coûts externes des encombrements

Tableau 3.2 : Différentes catégories de coûts

	<i>Coûts internes privés</i>	<i>Coûts externes</i>
<b><i>Catégorie de coûts</i></b>	<b><i>Coûts sociaux</i></b>	
1- <u>Coût de fonctionnement</u> Frais de transport	Coûts du carburant et du véhicule	Coûts supportés par des tiers (par exemple mise à disposition de parking)
Coûts des infrastructures	Charges incombant aux usagers taxes sur les véhicules et sur les carburant	Coûts des infrastructures non couverts
2- <u>Coûts sociaux</u> Coûts liés aux accidents	Coûts couverts par l'assurance, coûts personnels des accidents	Coûts des accidents non couverts (douleurs et souffrances imposées à des tiers)
Coûts environnementaux	Préjudices personnels	Coûts environnementaux non couverts, par exemple nuisances acoustiques imposées à des tiers
Coûts liés aux encombrements	Coûts en temps personnel	Coûts des retards /pertes de temps imposées à des tiers

**Source** : Bulletin de l'Union Européenne, Commission Européenne, Février 1996

A/- Illustration : Impacts, causes et méthodes d'évaluation indirectes des coûts des différents types de dysfonctionnements dans les transports.

Tableau 3.3 : Dysfonctionnements dans les transports : Impacts, causes et méthodes d'évaluation indirectes des coûts

**NB** : La méthode directe ou évaluation contingente n'apparaît pas dans le tableau ci-dessous car elle s'effectue par enquête sur les préférences des individus.



<u>Type d'externalité ou de dysfonctionnement</u>	<u>Effets et conséquences</u>	<u>Relations fonctionnelles aboutissant à des effets</u>	<u>Méthodes indirectes d'évaluation</u>		
			<u>Coût d'évitement ou de prévention</u>	<u>Coût des dommages</u>	<u>Méthode hédoniste</u>
1. Pollution de l'air	Maladies, mortalité, dégradation des monuments immeubles, forêts, cultures, etc...	Augmentation des émissions de polluants (Co, HC, Nox, SO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , COV, Pb) dus : - à la vétusté des véhicules - aux mauvais réglages des moteurs - à l'absence de pots catalytiques sur les véhicules à essence et diesel - vitesse insuffisante des véhicules dus aux embouteillages, accidents, travaux en cours (eux-mêmes dus à l'insuffisance de l'infrastructure routière - à la non utilisation de diesel désulfuré - arrêts trop fréquents	<u>Réglages des moteurs</u> : sur les voitures à essence → Installation de pots d'échappement catalytique. → Utilisation d'essence sans plomb sur les véhicules diesel → Installation d'un catalyseur simple et d'un filtre à particules → Utilisation d'un carburant désulfuré  Coûts d'infrastructures réduisant les temps d'immobilisation des véhicules et donc la pollution de l'air et le bruit  Réglementations et taxes différenciées	Coûts des soins de santé  Coûts de la mortalité  Pertes de productivité	Différence de valeur entre une maison située à un endroit pollué et une maison située dans un endroit non pollué.
2. Bruit	<b>P</b> erturbation du sommeil <b>E</b> ffet sur l'audition <b>R</b> isques de maladies cardiovasculaires	<b>V</b> éhicules bruyants Revêtements de chaussées bruyants comportement de conduite (utilisation d'avertisseurs, conduites sportives).	Mesures de diminution d'émission de bruit → Installation de pot anti-bruit, → Action sur les revêtement (enrobés drainants)	Dépenses de soins de santé. Pertes de productivité	Différence de valeur entre une maison située à un endroit bruyant et une maison située dans un endroit calme

	Gêne physiosociologique. Perturbation des communications Modification de la vigilance. Raréfaction du silence ( une valeur)		→ Isolation de bâtiment → Construction d'écrans anti-bruit → Conduite douce (éducation)		
3. Encombrement (congestion)	Allongement du temps de parcours et donc heures perdues pour les usagers. Dépréciation accélérée du véhicule et consommation supplémentaire de carburant	Vétusté des véhicules occasionnant des pannes fréquentes ; Points noirs dus aux infrastructures inadéquates Plan de circulation inadapté Temps d'attente trop long et encombrements de la chaussée	→ Coûts de contrôles techniques des véhicules → Coûts de construction d' infrastructures adéquates pour résoudre les points noirs. → Mise en place d'un plan de circulation approprié	Perte de production de la valeur humaine. (taux honoraire moyens x par le nombre d'heures perdues).	
4. Accidents	Blessés Mort Dégâts matériels aux véhicules Dégâts matériels aux infrastructures	Vétusté des véhicules Surcharge des véhicules Plan de circulation inadéquat Formation des chauffeurs insuffisante Comportement de conduite	• Contrôles techniques des véhicules • Contrôles des surcharges • Conception et mise en place de plans de circulation et d' infrastructures adéquats • Mesures d'incitation à conduire prudemment • Mesures réglementaires	Coûts des soins de santé Coûts de la mortalité Perte de productivité	

## B/ Quantification et valorisation de chaque type de dommage

### 1/ La pollution atmosphérique

Les émissions polluantes des véhicules ont de nombreux impacts sur l'environnement humain et physique. Parmi ces derniers, on peut citer :

- ❖ Les impacts sur la santé dont les manifestations sont les maladies respiratoires, les nombreuses allergies...
- ❖ Les impacts sur les écosystèmes terrestres et marins ;
- ❖ Les impacts sur le patrimoine bâti ;
- ❖ Les impacts à l'échelle planétaire tels que la contribution des polluants atmosphériques à l'effet de serre, aux changements climatiques etc.

Nous nous intéresserons plus particulièrement aux effets sur l'environnement humain c'est à dire aux impacts sur la santé humaine.

#### ***a) Estimation des émissions dues au trafic***

Les méthodes de calcul des émissions de polluants sont multiples. Dans les pays en développement comme le Sénégal, des mesures de la qualité de l'air n'existent pas. Les émissions sont estimées grâce à des méthodes de calcul à partir de quelques données de base et un certain nombre d'hypothèses.

Il ressort de quelques études effectuées par le CETUD, les méthodes énumérées ci-après .

En premier lieu, un calcul des quantités de divers polluants(CO, HC , Nox, Particules) émises s'est faite sur la base de l'estimation des kilomètres parcourus par l'ensemble des véhicules et de facteurs d'émission. Ces

derniers sont fonction du type de véhicule, de la vitesse moyenne et d'un facteur de détérioration qui tient compte de l'état d'entretien du véhicule et de son réglage.

En second lieu, le calcul des émissions de CO, HC et NOx s'est fait à partir de l'estimation des kilométrages parcourus par l'ensemble des véhicules (véhicules\*km). Ainsi, la démarche a été de multiplier les facteurs totaux (facteurs d'émissions moyens, facteur "vitesse", facteur de correction, facteur de détérioration) par le nombre de véhicules. Les facteurs pris en compte dans le calcul permettent de mettre en exergue les particularités du trafic routier.

Enfin, l'estimation des émissions a été faite selon le modèle de trafic développé par EMME2 qui est un logiciel de gestion des transports. Les émissions ont été calculées en décomposant la situation globale en sous-ensembles (tronçons et plages horaires). Le calcul a été effectué de la manière suivante :

- Détermination des caractéristiques du trafic( vitesse, km-véhicules parcourus) pour des tronçons représentatifs de la situation de Dakar en fonction de différentes types de plages horaires.
- A chaque tronçon et plage horaire, correspond une vitesse qui permet de calculer un coefficient d'émission en g/km ;le facteur d'émission tenant compte des caractéristiques du parc de véhicules de Dakar ;
- Les émissions globales se calculent en multipliant le facteur d'émission en g/km par le nombre de kilomètres parcourus.

Ce qu'il est important de souligner, c'est que les méthodes de calcul varient et donc les estimations d'émissions de polluants diffèrent.

Toutefois, nous retiendrons dans le cadre de cette recherche, ce que nous jugeons utile à une évaluation économique environnementale.

Le tableau ci-dessous, représente des estimations de polluants.

**Tableau 3.5 : Emissions totales journalières du secteur des transports à Dakar**

<b>Polluants</b>	<b>Ensemble du parc en circulation dans Dakar</b>	<b>Part des TC</b>
<b>CO</b>	38 tonnes	12.5 tonnes
<b>COV(Composés organiques volatils)</b>	4.6 tonnes	1.5tonne
<b>NOx</b>	8.7 tonnes	2.9tonnes

Source : CETUD, 1998

Ce tableau peut être décomposé en trois autres tableaux faisant état des quantités émises de polluants en fonction des différentes caractéristiques de la circulation.

### Tableau 3.6 Evaluation des émissions globales de rejets

*i) Emissions de monoxyde de carbone dues à la circulation dans la région de Dakar*

	<u>Facteur d'émission en g / km</u>	<u>Km parcourus</u>	<u>Emissions totales en tonnes</u>
<b><u>Heure de pointe du matin</u></b>			
Autoroute	12,77	28,516	0,36
Axe primaire urbain	15,83	200 648	3,18
Axe secondaire urbain	15,83	26 257	0,42
Reste du réseau	14,00	147 180	2,06
<b><u>Heure creuse du jour et pointe du soir (16h – 18h30)</u></b>			
Autoroute	11,18	216 426	2,42
Axe primaire urbain	12,77	1 240 084	15,84
Axe secondaire urbain	14,00	142 797	2
Reste du réseau	12,77	925 187	11,81
			38,09

Source : CETUD, 1998

ii) Emissions de composés organiques volatils dues à la circulation dans la région de Dakar

	<u>Facteur d'émission en g / km</u>	<u>Km parcourus</u>	<u>Emissions totales en tonnes</u>
<b><u>Heure de pointe du matin</u></b>			
Autoroute	1,55	28 516	0,04
Axe primaire urbain	1,86	200 648	0,37
Axe secondaire urbain	1,86	26 257	0,05
Reste du réseau	1,68	147 180	0,25
<b><u>Heure creuse du jour et pointe du soir (16h – 18h30)</u></b>			
Autoroute	1,40	216 426	0,30
Axe primaire urbain	1,55	1 240 084	1,92
Axe secondaire urbain	1,68	142 797	0,24
Reste du réseau	1,55	925 187	1,43
			4,61

Source : CETUD, 1998

*iii) Emissions d'oxydes d'azote (Nox) dues à la circulation dans la région de Dakar*

	<u>Facteur d'émission en g / km</u>	<u>Km parcourus</u>	<u>Emissions totales en tonnes</u>
<b><u>Heure de pointe du matin</u></b>			
Autoroute	2,97	28 516	0,08
Axe primaire urbain	2,94	200 648	0,57
Axe secondaire urbain	2,84	26 257	0,07
Reste du réseau	2,9	147 180	0,43
<b><u>Heure creuse du jour et pointe du soir (16h – 18h30)</u></b>			
Autoroute	,3,15	216 426	0,68
Axe primaire urbain	2,97	1 240 084	3,68
Axe secondaire urbain	2,90	142 797	0,41
Reste du réseau	2,97	925 187	2,75
Total			8,68

Source : CETUD, 1998

***b) Coût de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé publique***

Sur le plan de la santé publique, les effets de la pollution atmosphérique concernent, principalement mais pas exclusivement, le système respiratoire et sont plus marqués sur les populations sensibles (enfants, insuffisants respiratoires, asthmatiques, sujets allergiques, personnes âgées, ...)

Les polluants sont des composés irritants et agressifs qui pénètrent plus ou moins loin dans l'appareil respiratoire et qui peuvent être liés à :



- Une augmentation des affections respiratoires
- Une dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crise d'asthme ;
- Une hypersécrétion bronchique ;
- Une augmentation des irritations oculaires ;
- Une augmentation de la morbidité cardio-vasculaire( particules fines) ;
- Une dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes ;
- Une incidence sur la mortalité à court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines) ;
- Une incidence sur la mortalité à long terme par effets mutagènes et cancérigènes(particules fines, benzène).

Pour chiffrer en termes monétaires l'impact de la pollution sur la santé, on utilise généralement des relations dose – effets reliant les taux de mortalité (nombre de cas de maladies supplémentaires) et de mortalité à une concentration moyenne annuelle d'un polluant dans l'air. Ces relations prennent en compte le nombre de personnes exposées à la pollution.

L'insuffisance des données ne permet pas d'isoler l'impact du secteur des transports sur la santé. La démarche privilégiée a donc consisté à examiner les effets possibles sur la santé dans les statistiques sanitaires disponibles.

La recherche de données a porté sur les statistiques sanitaires du **Ministère de la Santé et de la Prévention** pour la région de Dakar. Les effets les plus manifestes de la pollution de l'air porte surtout sur les maladies respiratoires

**Tableau 3.7 : Statistiques sanitaires concernant la pollution de l'air**

<u>Année</u>	<u>Nombre de cas</u>	<u>% du total</u>
<u>1994</u>	25.150	7,2 %
<u>1995</u>	38.755	4,3 %
<u>1996</u>	25.272	4,6%
<u>Moyenne</u>	30.000	5,4%

Sur une moyenne de trois années, il y aurait 30 000 cas de maladies respiratoires par an pour une population de près de 2 millions d'habitants.

En 1994, sur 346142 cas notifiés au niveau des différentes structures sanitaires de la région de Dakar, on trouve 25150 cas de maladies respiratoires (tuberculeux exclus) soit 7,2 % du total de cas notifiés. Parmi ces maladies respiratoires , on constate :

- 1235 cas de pneumonies 5 %
- 3540 cas d'asthmes 14 %
- 9187 cas de bronchites 36,5 %
- 11 188 cas d'autres infections respiratoires 44,5 %

En 1995, les maladies respiratoires sont la cinquième cause de morbidité pour la région de Dakar soit 38755 cas notifiés (4,3 %) sont enregistrés sur un total de 546 355 cas.

Pour 1995 et 1996, les statistiques disponibles ne sont pas détaillées.

Depuis 1997, avec les remous politiques et donc les changements dans l'administration centrale, les statistiques ne sont pas encore disponibles.

En pratique, d'après les services de pneumologie consultés (CHU de Fann et Hôpital Principal), les maladies respiratoires et en particulier l'asthme sont en constante augmentation.

Par exemple, 20 cas d'asthme sévère sont en moyenne hospitalisés chaque mois dans le service de médecine interne adulte de l'Hôpital Principal, soit 8 % des hospitalisés tandis que les médecins du service de pédiatrie voient en moyenne une vingtaine d'asthmatiques (enfants entre 3 et 15 ans) par semaine à leur consultation.

### **Coût d'un malade**

Le coût d'un asthmatique soigné à l'hôpital principal est de :

Forme légère : 35 000 FCFA par an (coût du traitement ambulatoire)

Forme sévère : 600 000 FCFA par an en considérant :

Une hospitalisations par an (2 jours de réanimation et 8 jours en médecine interne)

20 000 FCFA par mois de médicaments au minimum

A Dakar, trois facteurs étiologiques principaux entrent en ligne de compte :

- Le tabagisme quoique cher pour le sénégalais moyen ;

- La pollution urbaine dont :

- le trafic routier

- les industries, notamment la SENELEC et la cimenterie de Rufisque

- Les vents de poussière qui sont un phénomène saisonnier.

Il est reporté que beaucoup de crises d'asthme se déclenchent dans les cars rapides à la suite des embouteillages.

L'asthme dans sa forme sévère est une maladie qui, si elle est soignée, coûte cher ; peu de malades peuvent se payer ces traitements équivalents à plus d'un mois de salaire et c'est souvent l'ensemble de la famille élargie qui est mise à contribution.

## 2/ La pollution sonore

### *a) Définition et mesure du niveau de nuisance sonore*

De nombreux travaux scientifiques ont mis en évidence depuis plusieurs années les effets du bruit sur l'homme : perturbation du sommeil, effets sur l'audition, risques de maladies cardio-vasculaires dues au stress, perturbation des communications, modification de la vigilance.

On estime généralement qu'en dessous d'un niveau de bruit de 55 dBA (mesure en façade sur une période de 8h à 20h), la gêne engendrée par le bruit du trafic routier est faible. Elle devient importante au dessus de 65 dBA, valeur limite recommandée en façade des habitations.

Le niveau de bruit généré par le trafic et que l'on peut mesurer dans l'environnement urbain est le résultat de plusieurs facteurs. Il dépend bien évidemment des émissions sonores des véhicules, mais également du mode de conduite, de l'état du réseau routier et des caractéristiques des constructions qui procurent une atténuation plus ou moins importante du bruit.

On note donc que la vétusté du parc automobile et la mauvaise qualité du réseau routier de Dakar contribuent à augmenter le niveau de bruit ambiant.

Le mode de conduite et l'utilisation fréquente de l'avertisseur sonore sont également grandement responsables de cette situation. Les caractéristiques du parc de véhicule de Dakar sont donc aussi pénalisantes au niveau des émissions sonores.

Aucune information n'est disponible à Dakar à part les évaluations effectuées dans un rapport du CETUD (*Etude sur la Restructuration Globale des Transports en Commun, 1998*) et qui ont été réalisées à partir d'un modèle de prévision qui tient compte de valeurs standard pour l'Europe, de la composition du parc, du revêtement et de la largeur de la chaussée.

**Tableau 3.8 : Niveau de bruit du trafic par secteur – pointe du matin (en dBA)**

	<u>Secteur 1</u>	<u>Secteur 2</u>	<u>Secteur 3</u>	<u>Secteur 4</u>
<u>Axe primaire urbain</u>	72,51	73,47	71,81	71,56
<u>Axe secondaire urbain</u>	71,3	67,63	69,47	66,74

Source : CETUD, 1998

**Niveau de bruit du trafic par secteur – reste de la journée (en dBA)**

	<u>Secteur 1</u>	<u>Secteur 2</u>	<u>Secteur 3</u>	<u>Secteur 4</u>
<u>Axe primaire urbain</u>	68,55	69,81	68,8	67,37
<u>Axe secondaire urbain</u>	66,6	59,84	67,13	61,64

Source : CETUD, 1998

Ces évaluations montrent que le niveau de bruit durant la pointe du matin est toujours supérieur aux normes acceptables (65 dBA) et ceci tant sur les axes primaires que secondaires.

Par contre, pour les autres heures, sur les axes secondaires, des niveaux acceptables sont enregistrés ; sur les axes primaires cependant, on enregistre des niveaux dépassant légèrement la valeur limite.

**NB** : Axe primaire urbaine : vitesse libre 70 km/h

Capacité par voie 1000 véhicules /h

Axe secondaire urbaine : vitesse libre 50 km /h

Capacité par voie 900 véhicule /h

### ***b) Estimation des coûts***

Pour estimer les coûts sociaux dus aux nuisances sonores, on peut se référer aux coûts de réduction de ces nuisances pour se conformer à 65 dBA.

Les mesures envisageables en vue de réduire les nuisances liées au bruit peuvent être les suivantes :

- dans l'immédiat, un contrôle technique efficace ;
- des actions de sensibilisation, d'éducation et de répression auprès des chauffeurs abusant de l'avertisseur sonore ;
- des mesures portant sur les véhicules ;
- une action sur les revêtements des chaussées ;
- une meilleure isolation des façades des bâtiments ;
- la construction d'écrans anti-bruits.

Les coûts de réduction des nuisances sonores suivants différentes techniques peuvent être estimés comme suit (coûts en France en 1993) :

- Action sur les véhicules. Elle permet un gain de 5dBA environ des émissions de véhicule. Le coût d'investissement s'élève à environ 5 % du coût moyen d'un véhicule.
- Action sur les revêtements de chaussée. L'enrobé drainant permet un gain de 5 dBA. Son coût varie en fonction du nombre de voies ; il est de 150 million de FCFA pour 1 km de route à 2 voies (soit 7m de large).
- Construction d'écrans anti – bruits. Un gain de 10 dBA en moyenne est obtenu par cette technique. Le coût d'investissement s'élève à 1 200 millions de FCFA par km pour un écran de 3 à 4 m de haut implanté de chaque côté de la voirie (600 000 FCFA par mètre linéaire).

Une estimation approximative du coût du dysfonctionnement par le bruit par la méthode du coût d'évitement pour la région de Dakar peut être faite sur ces bases en pondérant les chiffres de coûts par le coefficient 0,75 pour tenir compte des différences de coûts Europe – Afrique.

A titre d'illustration, on peut calculer le coût d'évitement des nuisances sonores induites par la VDN (Voie de Dégagement Nord) :

Construction d'enrobés drainants sur les 8 km de la VDN soit **900 millions de FCFA** (150 millions x 0,75 x 8).

Construction d'écrans anti – bruit et visuels sur les 8 km de VDN, situés aux alentours du Golf et des habitations, **soit 14.400 millions** (1200 x 0.75 x 20côtés de la voie x 8).

### 3/ Les accidents

En 1990, les accidents de la route étaient considérés comme la neuvième cause de décès dans le monde avec 500 000 à 1 000 000 de morts selon les estimations et près de 15 millions de blessés. D'ici 2020 ceux – ci figureront en troisième place au point de vue mortalité et morbidité. Il existe en effet un lien étroit entre le taux d'accident mortel et le taux d'augmentation du volume de la circulation, une société ayant besoin d'une dizaine d'années pour s'adapter à sa motorisation. Aujourd'hui, ce sont les pays du sud qui paient le plus lourd tribut, avec près de 70 % de la mortalité mondiale due aux accidents.

#### *a) Les statistiques d'accidents corporels*

Les deux sources de données sont le Ministère de l'Équipement et des Transports (MET) et la Gendarmerie Nationale (GN).

Tableau 2.9 : Statistiques d'accidents corporels

<u>Année</u>	<u>Nombre d'accidents</u>		<u>Nombre de tués dans ces accidents</u>				<u>Nombre de blessés graves dans ces accidents</u>	
	<u>MET</u>	<u>GN</u>	<u>MET</u>		<u>GN</u>		<u>MET</u>	
1995	2318 cas	2573 cas	379 cas	16,3 %	58	2,2 %	2104 cas	90,8 %
1996	1899 cas	2432 cas	180 cas	9,5 %	85	3,5 %	1174 cas	61,9 %
1997	2421 cas	2827 cas	84 cas	3,5 %	84	3%	1326 cas	54,8 %
<b>Moyenne</b>	2213	2610	214	9,7 %	76	2,9 %	1534	69,4 %

Source : CETUD, 1998



Il faut noter que les statistiques du MET ne correspondent pas à celles de la Gendarmerie Nationale (GN) où pour la région de Dakar, les accidents corporels, moindres en 1995 par rapport au MET, sont en augmentation entre 1995 et 1997 ; par contre le pourcentage de tués par rapport au nombre d'accidents est nettement sous – estimé (2,9 % contre 9,7 %) et le nombre de blessés gravement n'es pas enregistré.

L'impact des accidents sur la population active fait penser à celui de la pandémie du SIDA. Chez les hommes de 15 à 44 ans, les accidents représentent la première cause de décès (source : étude dakaroise de 1990 et 1998).

### ***b) Evaluation du coût des accidents***

#### **Evaluation du coût médical**

Au niveau de l'Hôpital Principal, une consultation externe de base et une hospitalisation en cas de polytraumatisme reviennent à :

- Consultation externe : 30.000 FCFA
- Hospitalisation : 800.000 CFA

Dans le cas d'un accident les coûts estimés varient entre 30.000 FCFA par épisode pour une consultation externe (radio + consultation + points de suture) et 800.000 par épisode pour l'hospitalisation d'un polytraumatisé, sans tenir compte de l'impact financier et économique dû aux incapacité de travail temporaires ou permanentes qu'ils entraînent.

Etant donné le jeune âge des accidentés constaté en moyenne, le nombre moyen d'années de travail perdues pour chaque décès consécutif à un accident de la circulation dans les PVD est estimé aux environs de 25.

Une étude rétrospective à la caisse de sécurité sociale de juin 1993 à juin 1995 et portant sur 103 dossiers, donnent des informations fort intéressantes ; il ressort que :

- 74 % des cas sont des travailleurs de sexe masculin, âgés de 39 ans en moyenne et exerçant en majorité la profession d'ouvriers ;
- les accidents sont provoqués dans 38 % des cas par un conducteur du transport public, car rapide dans la plupart des cas ;
- en moyenne 30 jours d'incapacité temporaire ont été attribués ;
- leur salaire a été interrompu dans un tiers des cas.

De façon générale, on peut dire que les accidents de la circulation concernent principalement les travailleurs de niveau économiquement faible, qu'ils ont des conséquences sociales importantes pour les familles et qu'ils ont un coût non négligeable pour l'économie du Sénégal.

Toutefois, on peut souligner que les assurances ont leur rôle à jouer dans la couverture des sinistres. Les Compagnies d'assurances ont versé, en 1996, 3,3 milliards de FCFA au titre de dédommagement pour les sinistres dans le domaine de l'assurance automobile. Il n'est toutefois pas possible de distinguer la part versée aux victimes d'accidents corporels impliquant des TC dans la région de Dakar. Du fait des difficultés financières de plusieurs compagnies d'assurance, les créances non recouvrées s'élèvent de 300 à 500 millions de FCFA par an.

## Le coût social

Le coût externe annuel moyen à Dakar, d'un accidenté est estimé comme suit :

- **accident mortel** : 6 561 274 FCFA, soit la valeur de la durée de vie perdue. Ce chiffre est évalué sur base de la valeur actuelle d'un revenu moyen de 420000 FCFA par an pendant 25 ans, étant donné l'estimation de 179 tués par an, la valeur totale des coûts externes des TC accidentés en motels est estimée à près de 1, 2 milliards de FCFA / an. ( $420\ 000 \times 25 \times 179 = 1\ 879\ 500\ 000$ ).
  
- **Blessé grave** : 838 836 FCFA, soit la valeur du coût moyen des soins augmenté de la perte de valeur de sa production pendant sa période d'incapacité de travail. Etant donné le nombre de blessés annuel (1053), la valeur totale des coûts externes des TC en blessés est estimée à près de 900.000 millions de FCFA par an.

Pour être complet, ces coûts externes devraient également comprendre en plus des frais d'admission à l'hôpital :

- les coûts administratifs couvrant les prestations de la police, de la justice et des assurances, ces coûts n'étant pas supportés par les usagers des TC ;
- les coûts de réintégration ou de changement de travail des personnes handicapées ;
- la part de valeur représentant la douleur et la souffrance dans la perte de la vue humaine.

En Europe, le coût d'un décès se décompose de la façon suivante :

(*source : coûts externes des transports, 1995 – IWW, INFRAS*) :

	<u>Tués</u>	<u>Blessés</u>
Coûts administratifs	1,7 %	1,7 %
Soins médicaux et remplacement	0,4 %	2,3 %
Perte nette de production	6,8 %	0,9 %
Valeur humaine	91,1 %	95,5 %
	<hr/>	<hr/>
Total des coûts externes	100 %	100 %

La valeur humaine représente plus de 90 % des coûts. Son évaluation est très subjective, la vie n'ayant pas de prix. Elle pourrait s'effectuer par la méthode de l'évaluation contingente qui consiste à déterminer ce que les gens seraient prêts payer pour réduire les accidents.

**Tableau 3.10 Coût social des accidents**

	<u>Données de base</u>	<u>Nombre de victimes en TC</u>	<u>Coût total annuel (FCFA)</u>	<u>Coût unitaire (FCFA)</u>
<b>Tués</b>				
Nombre années de travail perdues	25	179	1 171 644 030	6 561 274
<b>Sous – Total tués</b>			1 171 644 030	6 561 274
<b>Blessés graves</b>		1053		
Coûts moyens des soins	800000 FCFA			
Durée d'incapacité de travail	30 j pour 50 % 15 j pour 25 % 60 j pour 25 %		842 607 487 40 903 976	
<b>Sous total blessés graves</b>			883 511 464	838 836
<b>Blessés légers</b>		791		
Coût moyen de soins	30 000 FCFA		23 729 970	
Durée incapacité de travail	1 jour		910 191	
<b>Sous Total blessés légers</b>			24 640 161	31 151
Revenu annuel moyen par habitant	420 000			
Taux d'actualisation	4 %			
Intervention des assurances	50 000 000		- 50 000 000	
<b>PNB égal 1996</b>	2 372 700 000 000			
<b>Total en FCFA</b>			2 029 795 654	1 003 445
			0,1 %	

#### **4/ Les encombrements**

Les encombrements se produisent à partir du moment où les infrastructures de transport ne permettent plus circulation aérée du trafic.

Des études réalisées en Europe démontrent que, d'une façon générale les coûts externes liés aux encombrements constituent la principale externalité des transports.

La congestion du trafic se traduit d'une part, par un gaspillage de temps et d'autre part, par une croissance accrue de carburant, à l'origine d'une pollution supplémentaire de l'air.

##### ***a) Evaluation du temps perdu***

On évalue le nombre d'heures perdues dans les embouteillages par différence entre la vitesse de déplacement sur le réseau fluide et la vitesse de déplacement en période de congestion.

On observe que les usagers des transports en commun passent quotidiennement 1,4 millions d'heures en déplacement. Parmi celles – ci, un million d'heures sont perdues à cause des congestions, soit 71 % du temps total de déplacement (logiciel EMME2, CETUD, 1998).

##### ***b) Valeur économique du temps perdu***

La valeur attribuée à la durée du déplacement est fonction du motif de déplacement. En effet, le temps perdu par un employé dans le cadre de la réalisation de son travail a plus de valeur que le temps de déplacement pour ses loisirs.

La valeur de référence est le revenu horaire moyen par habitant (416 000 FCFA / 1692 h / an) soit **246 FCFA**.

Le temps perdu dans le cadre de déplacements pour un motif autre que le travail sont réalisés à 50 % de cette valeur.

500 000 h à 246 F	123 000 000 FCFA
500 000 h à 123 F	61 500 000 FCFA
Total	184,5 millions FCF / jour
	Soit 41 milliards FCFA / an (1,7 % du PNB du Sénégal)

**Tableau 3. II : Valeur économique du temps perdu par les usagers des TC**

➤ Total journalier (en heures)	1 020 000 heures
➤ Salaire Horaire (en FCFA)	246 FCFA
➤ Valeur du temps pour activités non économiques	50 % soit 123 FCFA
➤ Répartition des déplacements pour motifs loisirs	
Activités économiques	(50 %) 510 000 h
Déplacements pour motifs loisirs	(50 %) 510 000 h
Coût social des congestions	188 190 000 FCFA/j soit 41 401 800 000 FCFA / an
<b>PNB Sénégal 1998 (FCFA)</b>	<b>2 372 700 000 000</b>
<b>% du PNB</b>	<b>1,74 %</b>

Tableau 2. 12 : Tableau récapitulatif des coûts des externalités liés au transports routier

<u>Type de dysfonctionnement</u>	<u>Nombre</u>	<u>Coût unitaire en FCFA</u>	<u>Coût Total en FCFA</u>	<u>% du PNB (2 372,7 Milliards)</u>
<b><u>Accidents corporels</u></b>				
Accidentés mortels / an	179	6 600 000	1 181 400 000	-
Blessés graves	1053	800 000	842 400 000	-
<b><u>Total accidents corporels</u></b>			2 023 800 000	0,1 %
<b><u>Congestion</u></b>				
Heures perdues / an	2 24 400 000	185	41 401 800 000	1,7 %
<b><u>Pollution</u></b>				
Nombre d'habitant victimes de 2 polluants (PM 10 & Pb)	2 100 000	30 000	63 000 000 000	2,7 %
<b><u>Total des coûts des externalités</u></b>			108 449 400 000	4,5%

Il faut souligner que l'estimation du coût des externalités par la méthode de l'évaluation contingente (recherche du CAP : Willingness to pay) donne des chiffres de 25 à 30 fois plus élevés.

Pour la pollution, l'estimation a été faite sur la base de chiffres d'une étude sur Jakarta (Urban Air Quality, World Bank paper n° 379, 1997).



## C/ Degré de la relation entre la cause et le dommage par modélisation

Les équations citées dans la deuxième partie du chapitre II, devraient être estimées à l'aide d'un modèle de régression simple. Il s'agit de :

$$M = M (PA)$$

$$N = N (PS)$$

$$PD = PD (Ac)$$

$$TP = TP (E)$$

**M** est la morbidité exprimée en nombre de maladies respiratoires;

**PA** est la pollution atmosphérique en tonnes de polluants émis ;

**N** est la nuisance sonore ;

**PS** est le niveau de bruit en décibels (dBA) ;

**PD** représente les personnes décédées à la suite des accidents ;

**Ac** représente les accidents de la route ;

**TP** est le temps perdu en nombres d'heures ;

**E** représente les encombrements.

Cependant, pour l'estimation de ces variables ; il faudrait au moins 25 observations. Or, ces dernières ne sont disponibles que pour les accidents et le nombre de personnes décédées et blessées .Concernant les encombrements, aucune données n'est disponible à ce niveau.

Ainsi, la disponibilité des données fait défaut et donc va entraver la manipulation de toutes ces équations.

Ce qu'on va essayer d'estimer, ce sont les équations suivantes :

$$Y1 = \lambda1 X1 + \lambda2 X2 + \varepsilon$$

$$Y2 = \lambda1 X1 + \lambda2 X2 + \varepsilon$$

Y1 = personnes décédées(PD)

Y2 = personnes blessées (PB)

X1 = Accidents corporels (Acc)

X2 = Accidents matériels (Am)

**(Voir annexes 4, 5, 6 pour les données)**

L'estimation a donné :

$$PD= 242,41+ 0,058 Acc + 0,029 Am (1)$$

$$PB= 4124,109 + 1,16 Acc - 0,49 Am (2)$$

Les résultats de l'équation (1) laissent voir que 5% des personnes décédées sont dus aux accidents corporels tandis que 3% sont liés aux accidents matériels.

Quant à l'équation (2), ses résultats laissent supposer un manque de fiabilité des données.

En effet, la source des données (voir annexe 7) c'est à dire la Direction des transports terrestres fait état d'un certain nombre de distorsions quant à la collecte des données à savoir que les données sont estimées à partir de la moyenne annuelle car le rapport de la Gendarmerie n'est disponible que pour 1998 et 1999 . Et aussi, il y a le fait que la Police ne donne dans son rapport que le nombre d'accidents faisant au moins un tué.

## Conclusion

Donc, on peut dire que les données disponibles ne font état que d'un nombre de morts minimum .

Ainsi, il a été effectué un lissage des données pour réduire les distorsions mais cela n'a pas donné grand chose .

Aussi, il serait intéressant de voir la pertinence de l'intervention de l'Etat ( les efforts en Investissement) par rapport à la réduction des externalités dues aux transports, en d'autres termes , le rapport Coût /avantages.

Ce qui ne peut pas se faire dans le cadre de cette étude car les données n'étant pas disponibles.

## CONCLUSION GENERALE

La présentation du système de transport routier dans la ville de Dakar laisse voir un sous- secteur caractérisé par une inadaptation de l'offre par rapport à la demande, un parc automobile vétuste, une distorsion entre la capacité de charge de la voirie et un volume croissant du trafic urbain.

Ainsi, il en découle des problèmes de sécurité routière, de congestion et de pollution. La quantification et la valorisation de ces externalités a permis de voir l'importance des coûts générés par ces dysfonctionnement. Or ces coûts n'étant pas pris en compte dans le système cela entraîne une sous- estimation des coûts réels liés au transports, et cela contribue à biaiser fortement les décisions relatives à ce secteur. Et encore, il faudrait souligner que cette étude aurait pu prendre en compte d'autres coûts pour être plus complète.

Ce que nous ne manquerons pas de faire dans le cadre d'une recherche ultérieure (une thèse par exemple).

A l'issue de cette recherche, les recommandations suivantes peuvent être formulées :

- ❖ La mise sur pied d'un observatoire de la qualité de l'air pour un suivi de la pollution qui permettra la modélisation économétrique de toutes les variables du transport routier ;
- ❖ La mise en œuvre dans les meilleurs délais du projet du CETUD sur la mobilité urbaine afin de disposer d'une base de données sur le système des transports urbains.
- ❖ Une recherche plus approfondie sur l'ensemble des coûts liés aux externalités ;
- ❖ Une étude sur les coûts des différents scénarios possibles pour une meilleure gestion du système de transport ;

- ❖ La possibilité d'utilisation de sources d'énergies de substitution (carburant de substitution) ;
  
- ❖ La gestion du parc automobile : réglementation de l'importance des véhicules usagés, suivi technique ...

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. A. TIBESAR (1980) : **Economie de l'environnement**, notes de cours et documents, F.U.L 110 pages.
2. Banque Mondiale (1997) ; **Gestion durable des ressources en eau de l'Afrique : Défis et opportunités**, Document technique, numéro 331F.
3. CETUD (1998), **Séminaire de Dakar sur les Transports urbains et la pollution atmosphérique : organisation de l'espace urbain et du transport**,7 pages.
4. CETUD (1998), **Séminaire de Dakar sur les Transports urbains et la pollution atmosphérique : la pollution de l'air, son impact sur la santé publique**.
5. CETUD : **Etude sur la connaissance des sources de pollution et le niveau de contribution de chaque source identifiée à Dakar : Définition d'un programme d'actions**. Rapport définitif Janvier 2000.
6. CETUD/ Tractebel Development Engineering- **Evaluation environnementale du projet d'amélioration de la mobilité urbaine à Dakar**. Rapport final – Avril 2000.
7. Coopération Technique Allemande (GTZ) : **Manuel sur l'Environnement : Document pour l'étude et l'évaluation des effets sur l'environnement**. Volume 1.1996.
8. D. PEARCE (1999) : **Economics and Environment : Essays on Ecological Economics and sustainable Development**- CSERGE University College London.
9. DEEC/CCNUCC (1999) : **Evaluation économique des options de mitigation au Sénégal**. Rapport du Sénégal, Projet GF/ 2200 96-15. 188 pages.

10. Environnement et **Gestion de la planète**, in cahiers français, numéro 250 - Mars-Avril 1991.
11. **Economie de l'environnement et du patrimoine naturel**, in Revue économique, Mars 1990, Presses de la Fondation nationale des Sciences Politiques, volume 41.
12. G. GARROD et K.G. WILLIS (1999) : **Economic Valuation of the Environment : Methods and case Studies**- University of Newcastle Upon- Tyne, UK.
13. J.C. BERGSTROM et als (2000) : **Economic Valuation of the Water Quality- New Horizons** in Environmental Economics Series.
14. J. PRESCOTT et als (2000) : **Guide de planification stratégique de la biodiversité dans une perspective de development durable**- IEPF, PNUD, PNUE, Ministère de l'Environnement du Québec.
15. J.P. REVERET et als (1990) : **La mesure économique des bénéfices et des dommages environnementaux**, GRAIGE-UQAM, Québec.
16. METT/PST (II) : **Etude des impacts des activités du PST II sur l'environnement- Mesures d'atténuation et directives pour la prise en compte de ces impacts**. Juillet 1998.
17. **MEPN (1997) Plan national d'action pour l'Environnement . CONSERE.**
18. M. MUNASINGHE (1993) : **Environmental economics and sustainable development**, world Bank Environment, paper number 3, 112 pages.
19. OCDE (1994) : **Evaluation des projets et politiques : intégrer l'économie et l'environnement.**
20. OCDE (1995) : **Evaluation économique des politiques et projets environnementaux : un guide pratique.**

21. P.A. Victor et al. (1991) : **Ecologie, économie et prises de décisions. Théories, Indicateurs d'un développement écologiquement.** Conseil Consultatif Canadien de l'environnement, Ministère des approvisionnements services.
22. P. BOTEEMS et G. ROTILLON (1998) **Economie de l'Environnement**, Paris, La Découverte, 119 pages.
23. P. PORNT (1999) **La valeur économique des hydrosystèmes : méthode et modèles d'évaluation des services délivrés**, Economica 211 pages.
- R. PASSET (1996) **L'économie et le vivant**, Economica, 2<sup>ème</sup> édition, 291 pages.



## **ANNEXE 1 : Liste des tableaux**

Tableau 1.1 : Synthèse de la méthodologique

Tableau 2.1 : Evaluation du parc automobile en circulation dans la région  
De Dakar, fin 1997

Tableau 2.2 : Estimation du nombre de véhicules de moins de 3 ans  
immatriculés au Sénégal et à Dakar

Tableau 2.3 : Répartition des voitures en fonction de leur usage (privé ou  
TC)

Tableau 2.4 : Répartition des immatriculations selon le type de carburant

Tableau 2.5 : Age du parc automobile sénégalais en 1998

Tableau 2.6 : Répartition du parc immatriculé suivant l'âge, la catégorie  
de puissance et le type de véhicule

Tableau 2.7 : Répartition des différents modes de transport motorisés

Tableau 2.8 : Caractéristiques de l'offre de transport

Tableau 3.1 : Différents types de polluants, leurs impacts possibles et le  
mécanisme d'effet sur la santé

Tableau 3.2 : Différentes catégories de coûts

Tableau 3.3 : Impacts, causes et méthodes d'évaluation indirectes des coûts des différents types de dysfonctionnement dans les transports

Tableau 3.4 : Synthèse de la méthodologie

Tableau 3.5 : Emissions totales journalières du secteur des transports à Dakar

Tableau 3.6 : Evaluation des émissions globales de rejet

Tableau 3.7 : Statistiques sanitaire concernant la pollution de l'air

Tableau 3.8 : Niveau de bruit

Tableau 3.9 : Statistiques d'accidents corporels

Tableau 3.10 : Coût social des accidents

Tableau 3.11 : Valeur économique du temps perdu par les usagers des TC

Tableau 3.12 : Tableau récapitulatif des coûts des externalités liés au transport routier

**ANNEXE 2 : Emissions automobiles à risque élevé et leurs principaux effets sur l'environnement .**

<u>Polluants</u>		CO	Particules	Nox	CO2	Pb	SO2
<u>Effets</u>							
Effets locaux	Concentrations toxiques élevées	<b>xx</b>	<b>xx</b>	<b>x</b>		<b>xx</b>	<b>xx</b>
	Ozone urbaine(Smog)	<b>x</b>	<b>xx</b>	<b>x</b>			
Effets régionaux	Concentrations d'ozone	<b>x</b>	<b>xx</b>	<b>xx</b>			
	Dépôts acides			<b>x</b>			<b>xx</b>
Effets mondiaux	Changements climatiques	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>xx</b>		<b>x</b>
	Accumulation de polluants persistants		<b>x</b>			<b>xx</b>	<b>xx</b>

**XX** :Contribution majeure

**X** : Contribution mineure

Source : OCDE

ANNEXE3 : Caractérisation de la voirie

<u>Catégorie</u>	<u>Type</u>	<u>Zone</u>	<u>Vitesse libre (km/h)</u>	<u>Capacité par voie(veh/h)</u>
<u>Autoroute</u>	2		100	1200
<u>Grand axe primaire</u>	3	Urbaine	70	1000
		Rurale	90	1000
<u>Axe secondaire</u>	4	Urbaine	50	900
		Rurale	70	650
<u>Axe tertiaire</u>	6	Urbaine	30	650
		Rurale	50	650

Source : CETUD, 1998

## ANNEXE 4 : Résultats de la modélisation

Dependent Variable: Y1  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/17/02 Time: 16:28  
 Sample: 1979 1999  
 Included observations: 21

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	242.411 489362	62.0436 928675	3.90710 929924	0.00103292236042
X1	0.00575 294051	0.01421 9155681	0.40459 0866443	0.690545572833
X2	0.02939 103495	0.00805 6187522	3.64825 606063	0.00183875863908
R-squared	0.55546	Mean		490.952380952
	643479	dependent var		
	1			
Adjusted R-squared	0.50607	S.D. dependent		68.8973701896
	381643	var		
	5			
S.E. of regression	48.4209	Akaike info		10.7293074245
	905768	criterion		
Sum squared resid	42202.6	Schwarz		10.8785249156
	61912	criterion		
Log likelihood	-	F-statistic		11.2459402492
	109.657			
	727957			
Durbin-Watson stat	2.25217	Prob(F-statistic)		0.000677861592726
	074432			

## ANNEXE 5 : Résultats de la modélisation (suite)

Dependent Variable : Y2  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/17/02 Time: 16:23  
 Sample: 1979 1999  
 Included observations: 21

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4124.10919337	1340.79828537	3.07586102875	0.00651413720616
X1	1.15920638081	0.307283765293	3.77242962936	0.00139448308787
X2	-0.499309112363	0.174098637878	-2.86796679428	0.0102283211534
R-squared	0.454339975312	Mean dependent var		6115.19047619
Adjusted R-squared	0.39371108368	S.D. dependent var		1343.8774356
S.E. of regression	1046.4042055	Akaike info criterion		16.8756706053
Sum squared resid	19709311.7031	Schwarz criterion		17.0248880964
Log likelihood	-174.194541356	F-statistic		7.49378659385
Durbin-Watson stat	1.8087958199	Prob(F-statistic)		0.00428843907934

## ANNEXE 6 : Données sur les variables à estimer

obs	X1	X2	Y1	Y1F	Y2
1979	3704	6089	465	442.68239288 2	5569
1980	3627	6312	419	448.79361725 7	5475
1981	3478	5636	390	428.06808949	5071
1982	7051	6776	468	482.12912580 8	8138
1983	4913	7193	466	482.08540055 8	6256
1984	6151	9295	595	550.98749639 5	7904
1985	5900	8060	483	513.24558015 5	7720
1986	6083	7985	458	512.09404064 8	7828
1987	4737	6350	582	456.29624056	7530
1988	4803	7430	510	488.41825238 6	5983
1989	4415	7732	434	495.06220402 2	6410
1990	4865	5842	413	442.10197118 8	5427
1991	3914	3892	398	379.31840659 3	5440
1992	4895	7180	468	481.59976417 4	6558
1993	4737	7180	521	480.69079957 3	6312
1994	4150	7926	526	499.23953556 6	4001
1995	4752	7524	448	490.88760970 5	8207
1996	4837	7807	523	499.69427254 2	5284
1997	5376	10212	510	573.48054654 9	4753
1998	5410	10046	587	568.79723472 3	4080
1999	6011	10797	646	594.32741922 6	4473

## TABLE DES MATIERES

Dédicaces .....	03
Remerciements.....	04
Avertissement.....	05
Résumé.....	06
Liste des acronymes.....	07
Sommaire.....	08
<u>Introduction générale</u> .....	09

### Chapitre 1 : Fondements théoriques de l'évaluation économique

<u>environnementale</u> .....	12
Introduction.....	12
<b>Section I : Economie et Ecologie dans la pensée économique</b> .....	<b>12</b>
A/ Les différents courants économiques.....	13
1/ L'Ecole des Physiocrates.....	13
2/ L'Ecole des Classiques.....	14
3/ Le courant socialiste.....	15
4/ L'Ecole des néoclassiques.....	15
B/ L'émergence de l'économie de l'environnement.....	16
<b>Section II : Les méthodes d'évaluation économique</b> .....	<b>17</b>
A/ Quelques définitions importantes.....	17
B/ Les techniques d'évaluation économique environnementale.....	19
1/ Les méthodes indirectes.....	19
a) Les coûts d'évitement ou dépenses de protection.....	19
b) La méthode des prix hédonistes.....	20
c) Les coûts de déplacement.....	20
2/ La méthode directe : l'évaluation contingente.....	20
C/ La méthode d'évaluation des dommages.....	21
Conclusion.....	24

### Chapitre 2 : Présentation du système de transport routier de Dakar.....

Introduction.....	25
<b>Section I : Descriptif du système de transport routier</b> .....	<b>25</b>
A/ Les différents modes de transport.....	25
B/ Le parc automobile.....	25



1/ Données sur le parc automobile.....	28
2/ Répartition des voitures en fonction de leur usage.....	28
3/ Répartition des immatriculations selon le type de carburant.....	29
4/ Répartition du parc des véhicules par catégorie d'age.....	29
5/ Répartition du parc de véhicules dakarois suivant l'age, la catégorie de puissance et le type de véhicule.....	31
C/ Le trafic.....	32
<b>Section II : Caractéristiques de l'offre et de la demande de transport.....</b>	<b>34</b>
A/ La demande de transport.....	34
B/ L'offre de transport.....	37
Conclusion.....	39
<b><u>Chapitre 3 : Quantification et valorisation des dommages lies au transport routier....</u></b>	<b>40</b>
Introduction.....	40
<b>Section I : Les impacts environnementaux du système des transports.....</b>	<b>40</b>
A/ La pollution de l'air.....	40
1/ Les différents polluants atmosphériques.....	41
a) Monoxyde de carbone.....	42
b) Particules.....	42
c) Hydrocarbures.....	43
d) Plomb.....	43
2/ L'impact des polluants atmosphériques.....	44
B/ La pollution sonore.....	48
C/ Les accidents.....	49
D/ Les problèmes de mobilité ou congestion.....	50
<b>Section II : Quantification et valorisation des dommages liés au transport routier....</b>	<b>52</b>
A/ Illustration : Impacts, causes et méthodes d'évaluation indirectes des coûts des différents types de dysfonctionnements dans les transports.....	54
B/ Quantification et valorisation de chaque type de dommage.....	57
1/ La pollution atmosphérique.....	57
a) Estimation des émissions dues au trafic.....	57
b) Coût de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé publique.....	62
2/ La pollution sonore.....	66
a) Définition et mesure du niveau de nuisance sonore.....	66
b) Estimation des coûts.....	66
3/ Les accidents.....	70
a) Les statistiques d'accidents corporels.....	70

b) Evaluation du coût des accidents.....	71
4/ Les encombrements.....	76
a) Evaluation du temps perdu.....	76
b) Valeur économique du temps perdu.....	76
C/ Degré de la relation entre la cause et le dommage par modélisation.....	79
Conclusion.....	81
<u>Conclusion générale.....</u>	<u>82</u>
Bibliographie.....	84
Annexe 1 : Liste des tableaux.....	87
Annexe 2 : Emissions automobiles à risque élevé et leurs principaux effets sur l'environnement.....	90
Annexe 3 : Caractérisation de la voirie.....	91
Annexe 4 : Résultats de la modélisation.....	92
Annexe 5 : Résultats de la modélisation (suite).....	93
Annexe 6 : Données sur les variables à estimer.....	95