



**HAL**  
open science

# Externalités environnementales négatives dues au transport international : Cas de la Pollution atmosphérique au Maroc

Fouad Jawab, Akoudad Kawtar

## ► To cite this version:

Fouad Jawab, Akoudad Kawtar. Externalités environnementales négatives dues au transport international : Cas de la Pollution atmosphérique au Maroc. Congrès International du Genie Industriel et Management des Systèmes - CIGIMS, May 2015, FES, Maroc. hal-03334106

**HAL Id: hal-03334106**

**<https://hal.science/hal-03334106>**

Submitted on 3 Sep 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Externalités environnementales négatives dues au transport international : Cas de la Pollution atmosphérique au Maroc

**Kawtar AKOUDAD <sup>(1)</sup> Fouad JAWAB <sup>(2)</sup>**

*(1) Laboratoire de productique d'Energie et de développement durable (LPE2D)  
École Supérieure de Technologie, Road of Imouzzer – BP: 2427 – Fès  
([kawtar.akoudad@gmail.com](mailto:kawtar.akoudad@gmail.com))*

*(2) LPE2D & MIDLOG Ecole Supérieure de Technologie, Road of Imouzzer –  
BP2427–Fès ([jawbf@gmail.com](mailto:jawbf@gmail.com))*

---

*RESUME. L'objectif de cet article est de déceler les externalités négatives du transport international sur l'environnement en utilisant un outil de management de qualité qui est le diagramme systématique, de déterminer les méthodes de l'évaluation des coûts de ces externalités, de définir les instruments utilisés pour les réduire vu que le marché a montré une incapacité de mettre en place des régulations écologiques à la hauteur des dérèglements actuels. Nous avons pris comme un cas d'étude la pollution atmosphérique produite par le transport au Maroc. Ainsi nous avons établi un état de lieu de cette pollution et déterminé les sources de la dégradation de la qualité d'air. Nous avons aussi essayé de voir comment le Maroc évalue les coûts de la pollution atmosphérique et quelles sont les efforts déployés en matière de réduction de la pollution atmosphérique. Finalement nous avons décelé une liste de recommandations afin de renforcer ces efforts.*

*ABSTRACT. This evolution has not occurred without. The objective of this article is to identify the negative environmental externalities of international transport using a quality management tool which is the systematic diagram, determine the methods for assessing their costs, define instruments used to reduce it since the market has shown an inability to set up ecological regulations as high as the current disorders. We have taken as a case study the air pollution produced by transport in Morocco. Thus we have established a state of this pollution and determined the sources of the degradation of the quality of air. We also tried to see how Morocco evaluates the costs of air pollution and what are the efforts spread for mitigation of this pollution. Finally we made a list of recommendations to strengthen these efforts.*

*Mots clés : Transport, externalités, environnement, évaluation des coûts, pollution atmosphérique Au Maroc.*

*Key words: Transportation, externalities, environment, evaluation of the costs, the atmospheric pollution in Morocco*

---

## 1. Introduction

Les externalités environnementales des transports sont des effets - essentiellement négatives- extérieurs au système économique de transport, agissant directement sur un ou plusieurs écosystèmes et indirectement sur les agents économiques (Stambouli, 2000). Ainsi c'est en termes d'externalité que s'explique la nuisance produite par la pollution ou plus généralement la dégradation de l'environnement. Lorsque les mécanismes de régulation marchande n'intègrent pas la perte de bien-être qui résulte des externalités environnementales (situation de défaillance du marché), autrement dit, lorsque le jeu du marché ne permet pas sa compensation, le « problème d'environnement » se pose (Fauchaux, 2014) d'où l'importance des études portant sur ces externalités. Cette importance ne se résume pas seulement dans la prise en considération et le besoin d'internalisation des coûts mais également dans la mise en valeur de d'autres mesures permettant l'atténuation de ces externalités et c'est dans cette optique que notre article s'articule.

Ainsi nous avons attaqué le sujet en abordant dans un premier les différentes externalités par mode de transport en utilisant un outil de management de qualité qui est le diagramme systématique. Dans un deuxième point, nous avons évoqué les coûts des externalités environnementales du transport qui ne sont que les coûts de dommage et de remplacement, ainsi que les méthodes de leur évaluation à savoir : l'évaluation à partir des marchés de substitution, l'évaluation contingente (à partir des marchés fictifs), les méthodes indirectes et l'approche ascendante "Bottom-up", sans oublier de donner des exemples d'études portant sur la monétarisation de ces coûts. Ensuite nous avons traité les instruments utilisés par l'Etat pour réduire les externalités négatives environnementales du transport vu que les crises environnementales révèlent l'incapacité du marché à mettre en place des régulations écologiques à la hauteur des dérèglements actuels ce qui peut justifier une politique climatique menée par elle pour limiter l'épuisement et la dégradation d'un certain nombre de ressources naturelles ainsi nous avons mis en valeurs deux instruments à savoir : les instruments économiques qui permettent de modifier le coût des comportements sources d'externalités tout en laissant aux agents toute flexibilité pour trouver eux-mêmes les stratégies de contrôle de la pollution à moindre coût et les instruments réglementaires qui permettent aux pouvoirs publics d'établir des règles qui encadrent une activité économique ainsi que les sanctions nécessaires à leur respect par les agents économiques.

En dernier lieu nous avons pris la pollution atmosphérique due au transport au Maroc comme étude de cas.

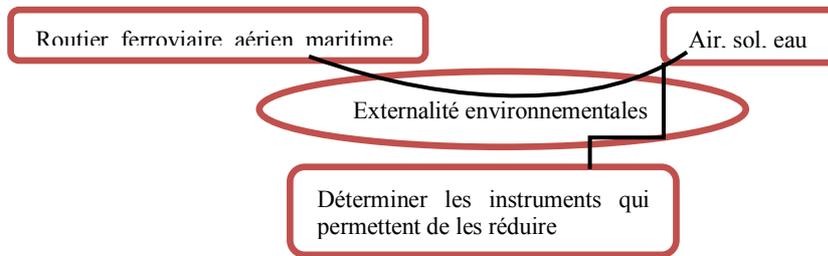
Il faut noter que ce secteur est une source importante d'émissions de gaz à effet de serre et responsable de près de 15% des émissions total du Maroc. Cette contribution est le résultat de la combinaison de plusieurs éléments que nous avons essayé de clarifier en adressant tout d'abord un état de lieu de la pollution atmosphérique au Maroc et déterminant les sources de la dégradation de la qualité d'air. Puis notre intérêt c'est dirigé vers la manière avec la quelle le Maroc évalue les coûts de la pollution atmosphérique et les efforts déployés en matière de réduction de la pollution atmosphérique. Certes nous avons constaté que des avancées ont été enregistrées sur les différents plans institutionnel, réglementaire, technique et des incitations, mais un renforcement de ces efforts s'avère nécessaire d'où est venu l'idée d'établir une liste de recommandations contenant quelques pistes pour l'atténuation de cette pollution.

## 2. Externalités environnementales du transport

### 2.1. Définition du Domaine d'étude

La bête à corne est un outil de management de qualité qui permet de préciser l'environnement du projet (ce sur quoi le projet agit, ce qu'il tente de modifier). Ces deux éléments constituent les cornes de la bête à corne. Elle permet aussi de préciser les objectifs du projet (Quels sont les buts ou objectifs du projet ?) et finalement il permet de préciser ces objectifs (qu'est ce qui motive ces objectifs, pourquoi doit on atteindre ces objectifs ?)

Ayant comme but de cerner l'étude des externalités environnementales dues au transport international, la bête à corne s'est montrée l'outil le plus adéquat à cet objectif. Ainsi en répondant à ses questions, elle nous a permis de déterminer les éléments qui agissent sur l'environnement ( le transport ferroviaire, routier, aérien et maritime) et sur quoi agissent ces modes (les composantes essentielles de l'environnement) et le pourquoi de cet étude qui n'est que la détermination des instruments qui permettent de réduire ces externalités (voir figure 1).

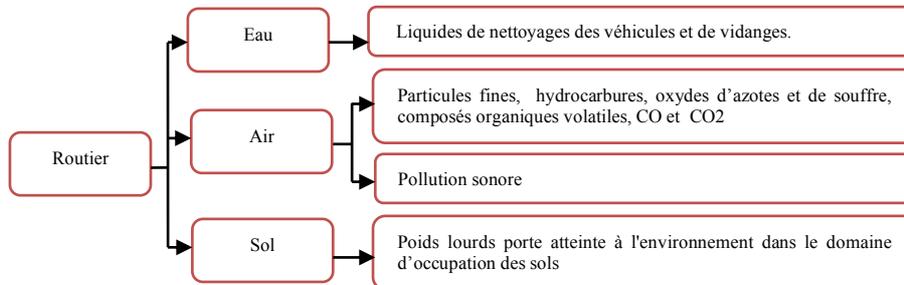


**Figure 1.** Bête à corne pour les externalités environnementales dues au transport

### 2.2. Externalités environnementales

Le diagramme systématique (en arbre) présente en management de qualité, les subdivisions d'un problème ou d'un sujet complexe en niveaux de plus en plus détaillés et en donne une vue d'ensemble. Les résultats escomptés sont : la planification d'un projet (structure de découpage d'un projet), organisation des fonctions d'un produit ou d'un service (arbre fonctionnel), détermination des causes d'un problème (arbre des causes), prévention ou correction d'un problème (arbre des défauts), illustration des résultats escomptés, et clarification des besoins du client (arbre des besoins).

Pour déceler les externalités environnementales négatives du transport international et en se basant sur les éléments tirés de la bête à corne, nous avons opté pour le diagramme systématique qui nous a permis de décomposer les externalités par modes de transport en plusieurs niveaux de plus en plus détaillés. Ainsi nous avons obtenu une vue d'ensemble et une représentation hiérarchique des relations entre les différents éléments de la situation (voir figure 2).



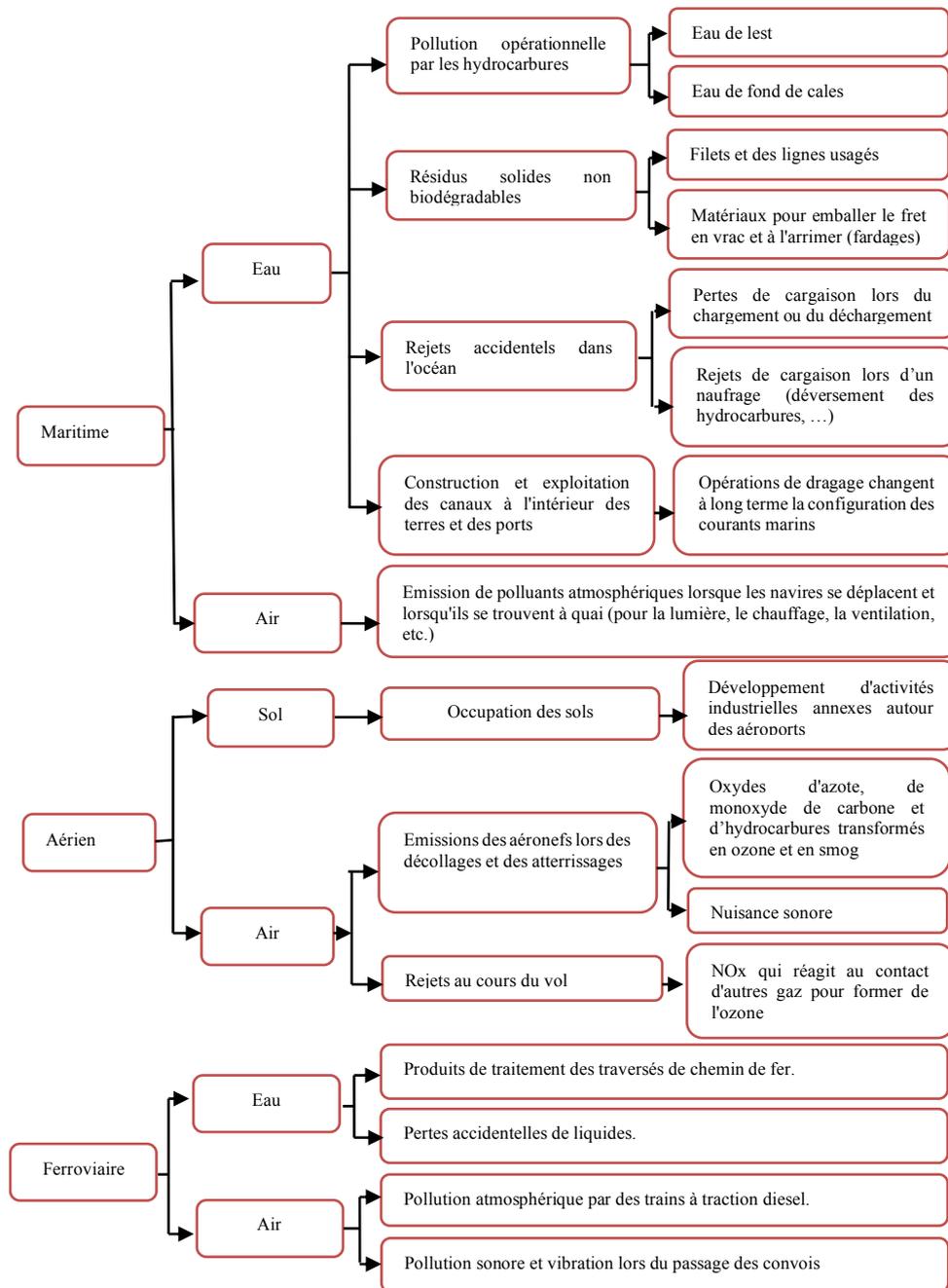


Figure 2. Les externalités environnementales dues au transport

### 3. Coûts des externalités environnementales du transport

L'intérêt porté au domaine de l'évaluation des coûts des externalités négatives du transport s'est accentué à partir du moment où on s'est rendu compte que ces derniers ne sont pas pris en charge par les usagers des transports. L'idée fondamentale de l'évaluation consiste à chiffrer les externalités en terme monétaire afin de les intégrer dans les coûts effectivement supportés par les usagers pour ensuite définir les mécanismes de paiement.

#### 3.1. Types de coûts externes

Il existe différents types de coûts pour une même externalité environnementale, dépendant de la méthode retenue pour évaluer l'impact de ces effets (SETRA, 2010). Parmi les principaux types de coûts externes, on retrouve :

➤ **Les coûts de dommages** : incluent l'impact sur la santé et la qualité de la vie (mortalité, morbidité, perte de productivité, cadre de vie/ récréation), ainsi que l'impact sur le capital naturel (dégradation des écosystèmes, des sols, pertes de productivité agricole, etc.)

➤ **Les coûts de remplacements** : fournissent une estimation des investissements nécessaires pour maintenir ou restaurer un environnement d'une qualité acceptable pour la société

Ces types de coûts externes diffèrent en fonction de l'approche utilisée pour appréhender l'impact de l'externalité. Le choix de l'approche est déterminant puisque la mise en œuvre d'une approche plutôt qu'une autre permet d'aboutir à deux résultats très différents.

#### 3.2. méthodes d'évaluation des coûts d'externalités environnementales

Différentes méthodes en matière de valorisation monétaire des effets externes, ont été développées dans la littérature économique. On distingue principalement quatre grandes familles, (Palma et Zaouali, 2007) :

1. Evaluation à partir des marchés de substitution qui permet d'isoler dans le prix d'un bien marchand l'influence des externalités des autres caractéristiques de ce bien. Trois méthodes sont couramment sollicitées dans la littérature économique, la méthode de prix hédoniste ; la méthode de coût de voyage et la méthode des dépenses de protection.

2. Evaluation contingente (à partir des marchés fictifs) qui repose sur un marché hypothétique permettant de retrouver la valeur monétaire des externalités, qui s'échangent hors marché à travers un questionnaire permettant de valoriser le comportement des personnes enquêtées sur ce qu'ils seraient prêt à payer pour éviter une dégradation ou ce qu'ils seraient prêt à recevoir pour accepter une dégradation.

3. Les méthodes indirectes qui permettent d'évaluer les coûts que des individus interrogés directement n'auraient pas pris en compte faute de connaissance. Elle consiste à retrouver dans un premier temps les pertes de richesse liées à ces dommages et dans un deuxième à évaluer ces dommages à travers la méthode dite de capital humain ou la méthode des coûts de réparation.

4. *Approche ascendante "Bottom-up"* qui permet d'évaluer le coût des dommages causés par un polluant, en suivant son passage depuis la source d'émission jusqu'à les points affectés (population, bâtiments, forêts, cultures).

Les méthodologies d'évaluation mises au point n'ont pas forcément les mêmes fins et donc n'apportent pas les mêmes résultats. D'où l'intérêt de déterminer les caractéristiques de chaque méthodes qui se résument en leurs objectif, avantages et inconvénients (Tableau 1).

**Tableau 1.** *Caractéristiques des méthodes d'évaluation des coûts*

Méthodes		objectif	Avantages	Inconvénients
Marché de substitution	Prix hédoniste	Déterminer l'impact de la pollution ou du bruit sur la valeur d'un bien immobilier	Se base sur les préférences des individus	Difficulté repose sur la définition des attributs et des relations qui existent entre eux aussi c'est une méthode qui fournit une valeur globale et incomplète de la pollution étudiée.
	Coût de voyage	Mesurer la valeur des lieux de loisirs en fonction des dépenses en temps et en argent consenties	Facile à mettre en œuvre	Utilisation de plusieurs approximations qui peuvent biaiser les résultats
	Dépenses de protection	Concerne les dépenses d'isolement phonique par les ménages résidents à proximité d'une voie à fort trafic.	Evaluation simple dans son principe	Problèmes méthodologiques importants lors de sa mise en œuvre et une simplicité qui se paie d'un manque d'exactitude
Méthodes indirectes	capital humain	Considère que la valeur d'une vie humaine peut être assimilée, en tant que facteur de production, à sa contribution à la richesse collective.	Evite les défauts éventuels de connaissance des agents	Evaluation subjective, des corrections sont apportées à l'impact de la production supplémentaire sur le prix du marché, des biais induits par les subventions éventuelles de l'Etat
	Coût des réparation de dommage	Basés sur les prix des biens et services nécessaires pour retrouver l'intégrité des biens endommagés par la pollution	Prise en compte d'un schéma relativement complet des liens qui existent entre l'externalité et ses effets	Ne couvre pas toutes les dimensions des coûts, en matière de coûts de la maladie, la dimension non marchande des biens affectés, la valeur culturelle et symbolique des monuments historiques
Marché fictifs		Estimer, à travers un questionnaire, la valeur que des individus peuvent accorder à des biens ou des services environnementaux sur un marché hypothétique.	Mise en œuvre lorsqu'il n'existe pas de marché qui fournisse directement de prix, et permet d'estimer les valeurs de non usage.	Subjectivité due au questionnaire ce qui donne naissance à un nombre élevé de biais (biais hypothétique, de contexte, d'inclusion ou stratégique, liés aux non-réponses, choix de la population, d'échantillonnage)

Méthodes Bottom-up	Consiste à reproduire le processus de pollution de sa cause initiale (émissions de polluants) à ses conséquences finales	Identifier clairement et évaluer tous les impacts. Elle tient compte de la répartition de la population.	Incertitude sur la forme d'une fonction Dose-réponse,
--------------------	--	--	---

Le choix de la méthode dépend, outre l'objectif de l'étude, de la nature de coût à évaluer, des données et des moyens à dispositions, etc. Ainsi deux distinctions (Nicolas et al., 2001) sont prises en considération :

- Le type de dommage que l'on veut évaluer tout d'abord (santé publique, bâtiments et matériaux, faune et flore, etc.), ainsi que leur localisation dans la chaîne des causalités (effets directs, comme la maladie, et effets indirects, comme l'absentéisme au travail qui en découle).
- La nature individuelle ou collective de la prise en charge des coûts : certaines méthodes ne mesurent que les coûts ressentis par les individus (comme les prix hédonistes ou les évaluations contingentes) ; les coûts pris en charge par la collectivité, comme les dépenses médicales remboursées par la sécurité sociale, devront passer par d'autres méthodes, et notamment par l'estimation du coût de réparation des dommages.

#### 4. Instruments pour réduire les externalités environnementales négatives du transport

##### 4.1. Les instruments économiques

La logique des instruments économiques est relativement simple : il s'agit de modifier le coût des comportements sources d'externalités tout en laissant aux agents toute flexibilité pour trouver eux-mêmes les stratégies de contrôle de la pollution à moindre coût. Ils sont en général classés en deux grandes catégories : régulation par les prix (taxes ou subventions) ou régulation par les quantités (quotas de permis d'émission).

- **La subvention** consiste, pour l'Etat, à prendre à sa charge une partie du coût d'un produit afin de le rendre compétitif par rapport à d'autres produits plus polluants.
- **La taxation** consiste à augmenter le prix du produit par le biais d'une taxe afin de révéler le vrai coût de sa production à l'acheteur (coûts privés + coûts sociaux). On parle ordinairement d'écotaxes et de principe « pollueur/payeur ».
- **Le marché des quotas d'émission.** Pour (Ronald Coase, 1960) dans « The problem of social cost », la redéfinition des droits de propriété privée, notamment par l'institution de « droits d'émission » et la création d'un marché de ces droits, peut se substituer avantageusement à l'établissement d'écotaxes. Ce marché est établi selon les principes suivants :
  - le volume total d'émissions autorisées, fixé par les pouvoirs publics qui distribuent ces « quotas d'émission » aux agents émetteurs, selon des modalités – gratuité ou vente aux enchères.
  - un marché sur lequel vont s'échanger des « droits à polluer » ou des quotas d'émission. Les demandeurs sont ceux qui polluent trop et dépassent leurs quotas.
  - le prix du quota dépend avant tout de la quantité de quotas émise par l'entité publique.

#### 4.2. Les instruments règlementaires

Il s'agit alors pour les pouvoirs publics d'établir des règles qui encadrent une activité économique ainsi que les sanctions nécessaires à leur respect par les agents économiques. La loi peut imposer des normes techniques contraignantes et écologiquement responsables. On peut distinguer plusieurs types de normes :

i) les normes d'émission consistent en un plafond maximal d'émission qui ne doit pas être dépassé sous peine de sanctions administratives, pénales ou financières.

ii) les normes de procédé imposent aux agents l'usage d'un certain nombre d'équipements empêchant la pollution ou dépolluants : les pots d'échappement catalytiques pour les voitures.

iii) Les normes de qualité (qualité de l'air, qualité de l'eau, etc.) qui doivent faire l'objet de contrôles et de mesure en cas de dépassement.

**Tableau 2.** Avantages et inconvénients de certains mécanismes d'internalisation des coûts

	Avantages	Inconvénient
Subvention	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'aide fournie au secteur bénéficiaire abaisse les coûts ou augmente les recettes de ce dernier.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très coûteuse pour le budget de l'Etat. En effet, les consommateurs se reportent en masse sur les produits subventionnés et délaissent les produits qui font l'objet d'un malus.</li> <li>• La baisse du prix obtenue par la subvention incite les consommateurs à développer leurs achats et à consommer davantage. Là encore, l'effet rebond joue à l'encontre de l'effet attendu.</li> <li>• les politiques de subvention sont souvent contradictoires. L'Etat subventionne les voitures les moins polluantes mais, dans le même temps, il subventionne la construction de routes ce qui accroît la pollution automobile...</li> </ul>
Taxation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A court terme, les agents économiques sont incités à réduire leurs émissions polluantes.</li> <li>• A moyen et long terme, ils sont encouragés à utiliser des technologies de production moins polluantes pour minimiser le paiement de la taxe et à innover.</li> <li>• Le prélèvement d'une nouvelle taxe se traduit par de nouvelles recettes fiscales que les pouvoirs publics pourront affecter à la réparation des dommages causés ou à la réduction de la pression fiscale sur d'autres facteurs. On parle alors de « double dividende »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En augmentant le prix des produits carbonés, la taxe pèsera sur le pouvoir d'achat des ménages qui vont par conséquent diminuer leur consommation des biens moins polluants.</li> <li>• Risque de perte de compétitivité internationale des secteurs les plus polluants vue que les contraintes environnementales diffèrent d'un pays à un autre</li> <li>• Le choix du taux est difficile. Pour des raisons politiques d'acceptabilité de la taxe par la population, ainsi si le taux fixé est bas cela risque de ne pas inciter les agents économiques à changer leur comportement.</li> </ul>

Marché de droit à polluer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les pollueurs sont incités à réduire leur pollution sinon ils vont avoir des coûts de production trop élevés et ils vont perdre leur compétitivité et leurs parts de marché.</li> <li>• Les pays en développement qui sont peu pollueur, vont pouvoir recevoir des capitaux de la part des pays développés qui ont besoin de droit à polluer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le marché des quotas d'émissions a été soumis à la spéculation. Il y a un risque que le quota devienne un actif financier, sous-jacent à de nombreuses transactions n'ayant rien à voir avec l'objectif initial (réduire la pollution).</li> <li>• Le marché n'est pas international. L'imposition de quotas aux firmes étrangères risque d'entraîner des mesures de rétorsion.</li> </ul>
---------------------------	---	---

#### 4.3. Choix de l'instrument de réduction des externalités

Les critères les plus importants comptent notamment :

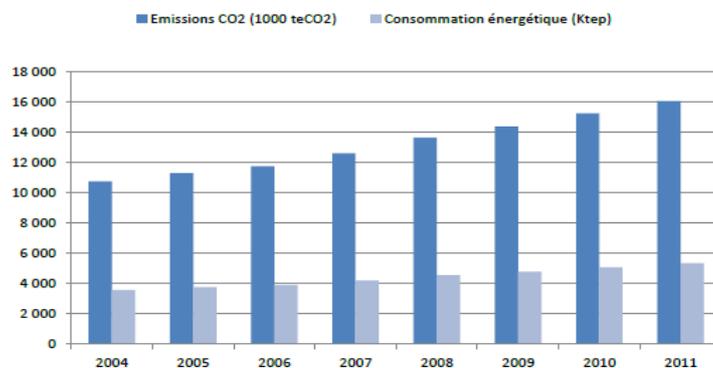
- **L'efficacité** : les moyens mis en œuvre doivent contribuer à atteindre l'objectif poursuivi, à savoir réduire une externalité particulière.
- **Le rapport coût-efficacité** : qui porte à sélectionner les moyens qui permettent d'atteindre un objectif fixé au moindre coût.
- **La transparence** : Les externalités semblent être un des principaux domaines dans lesquels il est nécessaire que l'État intervienne pour assurer l'efficacité de l'économie. Son intervention doit toutefois être transparente pour qu'elle soit justifiée, comprise et acceptée.
- **L'équité distributive** : Il faut éviter que la politique frappe le plus durement ceux qui sont le moins à même d'en supporter les conséquences.
- **Les effets secondaires** : Une mesure prise pour corriger une externalité particulière des transports aura vraisemblablement une incidence sur d'autres externalités.

### 5. Pollution atmosphérique produite par le transport international au Maroc

#### 5.1. Etat des lieux au Maroc

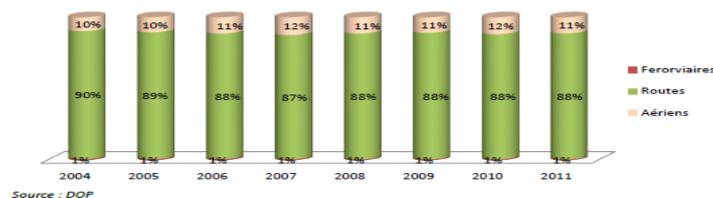
Parmi toutes les nuisances la pollution atmosphérique occupe une grande place. Ainsi d'après l'étude de la *Banque Mondiale*, en mai 2003, commanditée par le MATEE, l'impact de la pollution extérieure de l'air a été estimé à une valeur de 0,6% du PIB.

Les émissions produites par le transport sont généralement les plus importantes en comparaison avec les autres secteurs économiques. Ceci s'explique sa dépendance à 99,5% des produits pétroliers. Ainsi il est responsable de l'accroissement des émissions des gazes à effet de serre GES avec une contribution de 42% en 2011. Les émissions de GES (calculées en teCO<sub>2</sub>) dues au transport ont globalement une tendance haussière au cours de la période 2004-2011, soit un taux de progression global de 49,58%. (Voir la figure 2)



**Figure 3.** Evolution de la consommation énergétique et les émissions du secteur de transport (source DOP)

Il est à noter que le transport routier est considéré comme la principale source de la pollution atmosphérique. Ainsi le parc automobile marocain produit 50 à 60% de cette pollution selon (*Département de l'environnement, 2010*), y compris un pourcentage d'émissions de CO<sub>2</sub> qui varie entre 88 à 90% (voir la figure 3)



**Figure 4.** Contribution des modes de transport dans les émissions CO<sub>2</sub>

### 5.2. Les sources de la dégradation de la qualité d'air provenant du secteur de transport

Plusieurs éléments font que le transport routier est considéré comme la principale source de la pollution atmosphérique. Ces éléments se situent à plusieurs niveaux: le nombre de véhicule, l'état du parc, la qualité des hydrocarbures, etc.

- **Nombre de véhicule et état du parc**

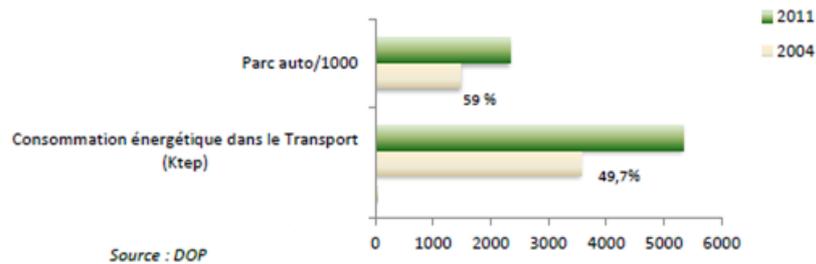
Le parc automobile marocain a connu une grande croissance durant cette dernière décennie.

**Tableau 3.** Evolution du parc automobile en circulation

Années	Année 2005	Année 2006	Année 2007	Année 2008	Année 2009	Année 2010	Année 2011	Année 2012	Année 2013	Variation 2013/2012
<b>Motocyclettes</b>	23227	24130	25 377	26 821	28 784	31 353	33 765	36 141	38 792	7,34%
<b>Véhicules De Tourisme</b>	147730	1551527	1 642 348	1 741 224	1 864 805	1 976 172	2 083 710	2 202 743	2 314 826	5,09%
<b>Véhicules Utilitaires</b>	535772	570964	616 335	668 159	731 269	783 479	836 598	885 518	932 803	5,34%
<b>Total</b>	2 036 329	2 146 621	2 284 060	2 436 204	2 624 858	2 436 204	2 954 073	3 124 402	3 286 421	5,19%

Source Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique

Ainsi entre 2004 et 2011, le parc automobile au Maroc a augmenté de 59%. Durant cette même période, la consommation d'énergie dans le secteur de transport a augmenté de 49,7% (voir figure 4).



**Figure 5.** Evolution en % du parc auto et de la consommation d'énergie entre 2004 et 2011

Cette évolution du secteur de transport contribue à la pollution de l'air à travers l'émission de gaz toxiques tels l'oxyde d'azote (NOx) avec 35.000 t/an, le dioxyde de soufre (SO2) avec 21.000 t/an, le dioxyde de carbone (CO2) avec 7 millions t/an et les particules en suspension avec 5.000 t/an (Département de l'environnement, 2010)

L'évolution du parc automobile n'est pas le seul facteur influençant l'environnement, il faut noter que l'état de ce dernier y contribue en grande partie. La répartition du parc automobile selon l'âge (Département de l'environnement, 2010) est la suivante:

- Véhicules < 5 ans : 7,04%;
- Véhicules dont l'âge est compris entre 5 ans et 10 ans: 18,96%;
- Véhicules > 10 ans : 74%.

Sachant qu'il existe une corrélation entre les quantités émises en CO<sub>2</sub> et l'état du parc automobile. Ainsi plus le taux de vieillissement est élevé plus la pollution due au CO<sub>2</sub> est importantes. Il est à noter que :

- Un véhicule âgé de 10 ans rejette entre 5 à 10 fois plus d'émission polluante qu'un véhicule neuf.
- Après 1000 Km, le véhicule rejette 0.34 Kg de matière de suspension.

Le vieillissement du parc est dû essentiellement à l'importance du nombre de véhicules d'occasion achetés de l'étranger et dédouanés durant les années passées et aussi à l'incapacité financière des propriétaires à remplacer les véhicules relativement déjà amortis.

- **La mauvaise qualité des combustibles et carburant au Maroc**

La mauvaise qualité du carburant nuit à la qualité de l'air et à la santé des populations. Les teneurs de ces produits en Souffre et en Plomb dépassent les normes internationales. En effet, le fuel et le gasoil riches en Souffre en contiennent respectivement 4% et 1% contre seulement 1,5% et 0,035% dans certains pays. Tout en notant que le parc automobile en circulation au Maroc reste pratiquement dominé par des véhicules diesel, soit 61% et 67 % du total du parc en 2004 et 2011 respectivement. (Département de l'environnement, 2010)

- **Manque d'entretien et de contrôle des véhicules.**

Les pièces de rechanges sont pour la plupart importées ce qui les rend cher, ceci est conjugué à un manque de prise de conscience de la part des conducteurs en matière d'entretien et de maintenance de véhicules. En effet, un moteur mal entretenu peut produire jusqu'à 10 ou 15

fois plus de particules et d'hydrocarbures (HC) qu'un moteur correctement entretenu (Machouri, 2006).

- **La mauvaise planification territoriale et d'ordonnement de la mobilité** (distributions des zones résidentielles et industrielles, renforcement du transport public.....)
- **Les contraintes Juridiques** : La Législation nationale en matière de protection et de lutte contre la pollution de l'air demeure le parent pauvre du corpus juridique national dans le domaine de l'environnement sans parler des difficultés d'application de certains textes tel que le décret réglementant les gaz d'échappement des véhicules qui n'a pu être appliqué par manque de moyens de contrôle et à cause de l'état vétuste du parc des véhicules, notamment celui de l'Etat, des régies de transport en commun et des taxis. En outre, les lois régissant l'environnement ne prévoient pas de pouvoirs explicites en faveur des principales autorités environnementales chargés de l'inspection et de l'application législative. La législation rencontre plusieurs autres problèmes à savoir :
  - l'absence de valeurs limites d'émissions sectorielles qui doivent être fondées sur les meilleures techniques disponibles,
  - l'absence de réglementation qui exigerait d'alerter la population lors des pics de pollution,
  - l'absence de normes fixant des seuils d'émissions s'appliquant aux véhicules neufs importés ou montés localement,
  - l'absence d'un cadre législatif cohérent sur le suivi et l'évaluation environnementale ce qui entrave ce processus, dans la mesure où, les arrangements institutionnels, en particulier en ce qui concerne le partage de l'information, restent en deçà des attentes.
  - l'absence de programme d'inspection ainsi des visites de site sont pour la plupart ad-hoc et font suite aux demandes ou plaintes.
  - les valeurs limites de l'**Arrêtés N°153-88 du 22 février 1991 et N°053-62 du 2 janvier 1962 combustible** qui restent largement supérieures à celles en vigueur dans les pays développés et qui ne tiennent pas compte de la dégradation importante, durant les cinq dernières années, de la qualité de l'air ni du contexte économique et social du pays.
- **Les contraintes institutionnelles** : Multitudes d'intervenants dotés de missions sans délimitation claire, ce qui pose le problème de la concertation et l'implémentation des actions qui sont le plus souvent des actions intégrées.

### **5.3. Comment le Maroc évalue les coûts de la pollution atmosphérique**

Parmi les méthodes d'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique, Le Maroc utilise la méthode contingente (Banque Mondiale en 2003). Le choix de cette méthode repose sur sa particularité qui consiste à estimer des valeurs là où il n'existe pas de marché ou là où aucun substitut ne peut être trouvé.

Il est à noter que l'impact majeur de la pollution de l'air se fasse sentir surtout sur la santé (la mortalité prématurée, la bronchite chronique, l'hospitalisation et les consultations d'urgences des patients pour des problèmes respiratoires, les journées d'activité restreinte chez les adultes, et les maladies du système respiratoire inférieur chez les enfants).

Cet impact estimé en relation aux années de vies corrigées du facteur invalidité (DALY). La méthode a été développée et utilisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et la Banque Mondiale (BM) en collaboration avec des experts pour donner une valeur commune aux maladies et aux morts prématurées. Une année perdue à cause d'une mort prématurée représente un DALY. Les années futures perdues sont actualisées à un taux d'escompte fixe.

Les coûts de l'impact sur la santé, soit le coût de DALY perdu, est utilisé selon deux approches :

- Le PIB par habitant. L'utilisation de cette technique s'explique par le fait que la valeur économique d'une année perdue à cause d'une maladie ou d'une mort prématurée est équivalente à la valeur productive de l'année en question. Cette dernière étant approximativement égale au PIB par habitant. Il est important de noter que cette méthode d'évaluation ne tient pas compte de la valeur non économique de la vie.

- Le Consentement à payer CAP qui évalue la disposition à payer d'un individu pour réduire les risques de mortalité.

Dans le cas du Maroc, un DALY perdu à cause de la pollution de l'air est évalué au PIB par habitant comme borne inférieure et au CAP comme borne supérieure.

Basé sur les méthodologies présentées ci dessus, l'impact total de la pollution extérieure de l'air est estimé entre 1,4 et 2,7 million de Dh, soit une moyenne de 2.1 millions (0,6% du PIB).

**Tableau 4.** *Coûts annuels des dommages dus à la pollution de l'air (estimation moyenne, 2000, Source Banque mondiale, 2003)*

Santé/ Qualité de l'air	Dh (millions)	% PIB
Mortalité (DALY perdus)	863	0,25
Morbidité (DALY perdus)	623	0,18
Coûts du traitement	433	0,12
Désagrément	148	0,04

Le tableau 9 montre les coûts annuels des dommages dus à la pollution de l'air

**Tableau 5.** *Coûts annuels des dommages dus à la pollution de l'air (estimation moyenne, PANE ,2000)*

Sources des coûts	Dh millions/an	% PIB
Protection de l'air	470	0,13
Amélioration de l'environnement urbain et péri - urbain	2350	0,66
Secteur transport	3	0
Secteur énergie	2	0
Pollution intérieure de l'air	0,8	0
Energies renouvelables	6,5	0

Une étude de (Belhaj, 2003) sur le consentement à payer par des ménages marocains pour réduire la pollution de l'air de 50% dans la région de Rabat-Salé a révélé un CAP variant entre 67 et 82 DH/ ménage/mois en 1995. Ce CAP tient compte de tous les impacts de la pollution de l'air puisqu'il est difficile de distinguer les différentes valeurs attribuées à chaque impact.

#### **5.4. Les stratégies d'état pour la réduction des externalités négatives du transport**

**Tableau 6.** *Efforts du Maroc en matière de réduction de la pollution atmosphérique produit par le secteur de transport*

<b>Aspect législatifs et réglementaire et institutionnel</b>	<b>Législatifs et réglementaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le décret n° 2-97-377 du 28 janvier 1998 complétant l'arrêté du 24 janvier 1953 sur la police de la circulation et du roulage qui réglemente la prévention de la pollution due au gaz d'échappement de façon à ne pas provoquer d'émission de fumée ou de gaz dépassant les valeurs de 4,5% de monoxyde de carbone pour les véhicules à essence et de 70% d'opacité pour les véhicules diesel.</li> <li>• L'élaboration du projet de loi relative à la visite technique des véhicules automobiles</li> <li>• Arrêté du ministre de l'industrie, du commerce, de l'énergie et des mines n° 531-01 du 9 mars 2001 relatif au contrôle des instruments de mesure des gaz d'échappement (les teneurs en monoxyde et dioxyde de carbone (CO, CO<sub>2</sub>)) des moteurs à essence</li> <li>• Arrêtés N°153-88 du 22 février 1991 et N°053-62 du 2 janvier 1962 qui traite les caractéristiques des grands produits pétroliers et celles des gaz de pétrole liquéfiés.</li> <li>• Introduction des normes EURO sur les émissions de polluants des véhicules neufs (2010-2012)</li> </ul>
	<b>institutionnel</b>	<p>Création du comité national de suivi et de surveillance de la qualité de l'air qui a pour mission de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veiller à l'établissement du programme national de protection et de surveillance de la qualité de l'air ;</li> <li>• Assurer la coordination et l'harmonisation entre les comités permanents de suivi et de surveillance de la qualité de l'air institués au niveau régional ;</li> </ul>
<b>Instruments économiques et</b>	<b>Financier</b>	<p><b>Fonds National de l'Environnement (FNE)</b> qui contribue au financement des programmes de dépollution, de prévention et de lutte contre la pollution atmosphérique.</p> <p><b>Mécanisme de Développement Propre (MDP)</b> mis en place dans le cadre du Protocole de Kyoto permettant aux pays développés d'obtenir des crédits de réduction des émissions en finançant des projets de réduction des émissions des gaz à effet de serre dans ces pays.</p>
	<b>Economique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire la consommation de carburant des véhicules en essayant de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subventionner les véhicules neufs, moyennant une prime de renouvellement des véhicules (2008-2010) et des conditions commerciales avantageuses pour l'achat des véhicules neufs appliquées par les concessionnaires automobiles ;</li> <li>- Réduire le parc de véhicules anciens, en imposant des mesures fiscales dissuasives (augmentation de la taxe sur les véhicules usagés importés);</li> <li>- Revoir le prix du carburant tout en commercialisant des nouveaux carburants propres;</li> </ul> </li> </ul>

<i>Aspect organisationnel</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etude d'optimisation de la logistique des marchandises, par mise en place d'un réseau national de plateformes multimodales (Lancée en 2009)</li> <li>• Mise en œuvre de Plans de déplacement urbains et interurbains, en veillant à la cohérence avec les plans d'aménagements communaux (En cours)</li> <li>• Promotion et développement ferroviaire, par la réalisation de la desserte TGV Tanger-Casablanca et l'électrification FES- Oujda (A l'étude)</li> <li>• Amélioration des flottes de véhicules d'administration, pour promouvoir un Etat exemplaire (En cours)</li> <li>• Développement des transports publics (qualité, efficacité, fiabilité, compétitivité, sensibilisation du public).</li> <li>• Aménagement du territoire (décentralisation et régionalisation – minimisation des déplacements motorisés – contournement du trafic (rocade, voie rapide...)) ;</li> <li>• Encouragement du transport en commun et développement du transport de masse (métro, tramway et RER) ;</li> <li>• Partage modal de la voirie (couloirs de bus, pistes cyclables...)</li> <li>• Transfert des gares routières en dehors des agglomérations ;</li> <li>• Incitation des communes urbaines à se doter de Plan de Développement Urbain ;</li> <li>• Création d'autorité d'organisation des déplacements urbains dans les grandes métropoles (Rabat et Casablanca) ;</li> </ul>
<i>Outils scientifique et technique</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorer la consommation énergétique en ayant recours à : <ul style="list-style-type: none"> <li>-GPLC surtout Transport en commun ;</li> <li>- Combustibles renouvelables ou même carburant à base d'hydrogène ;</li> <li>- Véhicules électriques ou hybrides.</li> </ul> </li> <li>• Renforcement du contrôle technique des véhicules en circulation par les Centres de visites techniques (2008-2012)</li> <li>• L'élaboration d'un nouveau cahier des charges relatif aux centres de visites techniques intégrant la pollution des gaz d'échappement des véhicules ;</li> <li>• La création des sociétés de services spécialisées dans le réglage des véhicules à moteurs ;</li> <li>• L'utilisation des modèles (COPRT 4, ARIA Impact...) permettent de mieux connaître les interactions entre les émissions polluantes, les conditions météorologiques et les niveaux de pollution mesurés en zone urbaine ou rurale</li> </ul>
<i>Partenariat, communication et sensibilisation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campagnes de contrôle à blanc des gaz d'échappement qui ont pour objectifs : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informer les automobilistes sur le décret du 28 janvier 1998 relatif à la prévention de la pollution due aux émanations des gaz d'échappement des véhicules ;</li> <li>- Informer les conducteurs sur les degrés de pollution de leurs véhicules et de les sensibiliser pour effectuer les contrôles techniques et les réglages nécessaires pour atténuer cette pollution.</li> </ul> </li> <li>• Campagnes pour influencer le comportement au volant afin de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrêter le moteur au ralenti ;</li> <li>- Conduire avec souplesse ;</li> <li>- Limiter la conduite à grande vitesse ;</li> <li>- Eliminer les éléments dégradant l'aérodynamique (galerie, charge...)</li> </ul> </li> <li>• Mise en œuvre des conventions de partenariat avec : <ul style="list-style-type: none"> <li>-L'APC (filiale de des huiles usagées, suivie des émissions atmosphériques des cimenteries valorisant et éliminant des déchets, ....)</li> <li>-L'OCP et l'ONE</li> </ul> </li> <li>• Edition et diffusion de supports de sensibilisation aux propriétaires de véhicules automobiles (Documentaire audio-visuel, affiches, dépliants, vignettes, carnets d'entretien).</li> <li>• Programme de formation de l'éco-conduite pour les conducteurs professionnels (Entre 2008 et 2010 et qui a permis une atténuation de 37 KteCO2/an)</li> </ul>

## 6. Recommandations

Les externalités environnementales des transports sont des effets - essentiellement négatives- extérieures au système économique de transport, agissant directement sur un ou plusieurs écosystèmes et indirectement sur les agents économiques (Stambouli, 2000).

Il est impératif de constater que les efforts déployés en matière de lutte contre la pollution de ne sont pas suffisantes, et qu'ils nécessitent des renforcements que nous décelons d'une manière non exhaustive dans le tableau 7:

**Tableau 7. Recommandation pour lutter contre la pollution atmosphérique due au transport**

<b>Protection de la santé de la population exposée</b>	- Nécessité des études éco-épidémiologiques pour évaluer l'impact de la pollution de l'air sur la santé publique ce qui permettra de proposer des actions relatives à l'application du décret des gaz d'échappement, l'activation de la mise en place des moyens propres de transport en commun et la dotation des grandes villes de Plans de Déplacement Urbain, etc.
<b>Réduction des émissions du secteur des transports</b>	- Renforcer les efforts en matière d'amélioration de la qualité du carburant et de contrôle des rejets gazeux des véhicules. - Inciter au renouvellement des gros pollueurs (Bus et camions), augmenter la part des véhicules à essence dans le parc automobile national et aménager la voirie et développer les transports en commun.
<b>Information et sensibilisation</b>	Etablir un plan de sensibilisation au profit des utilisateurs de véhicules, et de la population en général ce qui permet de : - renforcer les campagnes de contrôle de gaz d'échappement des véhicules dans les grandes villes, - exposer l'impact de leurs rejets sur la santé publique. - montrer les opportunités de financement que présentent notamment le FODEP et le Mécanisme de Développement Propre (MDP).
<b>Les instruments économiques</b>	- Inciter à adopter des comportements moins polluants via un signal-prix - Les écotaxes (sur les émissions ou un proxy (input, production...)) - Les subventions sur la dépollution, le coût de la dépollution - Les consignes - Les marchés de droits à polluer
<b>Recherche et développement</b>	Encourager la recherche et le développement sur les motorisations avec un objectif de véritable rupture technologique quel que soit le type de véhicule (véhicules particuliers, poids lourds, transports en commun, matériel ferroviaire, bateaux et navires, avions) ce qui permet de promouvoir les énergies alternatives et ainsi réduire les émissions
<b>le transfert de modes</b>	- Encouragés la marche et le vélo par des aménagements et des réglementations qui les rendent plus sûrs, plus courts et plus agréables. - Les transports par voie ferrée (transports urbains : métros, tramways, tram-trains ; transport à moyenne et longue distance par trains TER, Intercités ou TGV) sont très efficaces s'ils correspondent à des trajets fréquents. Ils doivent être favorisés par une remise à niveau des moyens existants, par leur mise en réseau, et par la création de nouvelles lignes choisies pour leur utilité.

	- Apprécier les dessertes de proximité (bénéfices en matière d'économies de carburants, de préservation des milieux, de sécurité et, plus généralement, de réduction des coûts indirects supportés par la collectivité).
<b>Promouvoir des pratiques de mobilité plus durable</b>	- Maîtriser l'étalement urbain et l'implantation des zones commerciales et d'activités, - Veiller à la diversité des activités dans les quartiers, - Maintenir des services de proximité, - faciliter les modes de circulation doux et actifs.
<b>La mutualisation de la chaîne logistique aval</b>	Par la mise en commun : - des plates-formes de groupage / dégroupage - des capacités transport (chauffeurs, moyens de transport...) - du remplissage des camions, gestion des retours - des moyens techniques ou des données : réorganisation de la composition des tournées, des zones géographiques distribuées, des moyens affectés au plus juste des volumes à charger et des distances à parcourir Ce qui permet la réduction de la distance parcourue en tournée, la réduction du nombre de véhicules de livraison par optimisation du taux de remplissage, la réduction des émissions locales de gaz à effet de serre (CO <sub>2</sub> ), de gaz nocifs (NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , ...) et de particules

### 7. Conclusion

Certes des avancées ont été enregistrées sur les plans institutionnel, réglementaire, technique et des incitations, permettant de doter le pays d'outils de gestion de l'environnement. Néanmoins, les impératifs écologiques en rapport avec le développement socio-économique exigent le renforcement substantiel des actions entreprises à différentes échelles territoriales, d'ordre bien curatif que préventif dans le cadre d'une approche stable et intégrée. La lutte contre la pollution est un problème global et aucune mesure isolée n'est à soi seule suffisante ; c'est la conjonction des études dans tous les domaines qui permettra de venir à bout de ce problème. Un effort d'imagination est nécessaire pour à la fois mesurer toute la gravité de ces polluants et par suite voir des changements réels dans nos actions et nos comportements.

### 8. Références

- ARIF J., JAWAB F., 2011 "Outsourcing logistics: strategic tools for decision to outsource logistic activities". 4th International Conference on Logistics, 104-108 LOGISTIQUA2011
- Austin, D., Krupnick A., Burtraw D. et Stoessel T., 1999, "The Benefits of Air Pollutant Reductions in Maryland : Results from the Maryland Externalities Screening and Valuation Model", RFF Discussion Paper 99-05..
- Banque Mondiale/Bureau Regional Moyen-Orient et Afrique du Nord/ Département Eau, Environnement, Développement Social et Rural, 2003, "Rapport de la Banque sur l'Evaluation du cout de la dégradation de l'Environnement au Maroc".
- Belhaj M., 2003, "Estimating the Benefits of Clean Air: Contingent Valuation and Hedonic Price Methods", Journal of Global Environment.
- Casa Airpol, Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, Secrétariat d'Etat Chargé de l'Environnement, Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques et le Ministère de la Santé, 2000, " ETUDE CASA AIRPOL Evaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé des populations dans le grand Casablanca".
- Chanel O., Scapecchi P. et Vergnaud J.C., 2000, "Long term health effects and economic valuation of public policies: an application to air pollution in France", Document de travail Eurequa-Greqam.

- Coase R. H., 1960, "The Problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics*, Vol. 3 (Oct., 1960), pp. 1-44
- DE Palma A., et Zaoualy N., 2007, "Monétarisation des externalités de transport : un état de l'art", THEMA Working Papers from THEMA (THéorie Economique, Modélisation et Applications), Université de Cergy-Pontoise.
- Département de l'environnement, Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement, Royaume du Maroc, 2010, "*Etat de l'Environnement du Maroc*".
- Direction de l'Observation et de la Programmation Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Environnement Département de l'Energie et des Mines, 2013, "Analyse des indicateurs énergétiques".
- Direction des Etudes et des Prévisions Financières, 2010, "Le secteur de transport des marchandises : Contraintes et voies de réformes Ministère du transport et de l'équipement".
- Dorothee M., 1999, "Méta-analyse de l'évaluation des coûts sociaux de la pollution atmosphérique". Thèses Sciences Economiques, Université Paris X – Nanterre.
- Faucheux S., 2014, "Environnement de L' economie ", *Encyclopædia Universalis* [en ligne],. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/economie-de-l-environnement/>
- Hamende V. et Hermesse A., 2000, "Les coûts marginaux externes des transports de personnes sur les routes urbaines en Région wallonne", Centre International de Recherches et d'Information sur l'Economie Publique, Sociale et Coopérative.
- Henriet D., 2014, "EXTERNALITÉ, économie", *Encyclopædia Universalis* [en ligne],. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/externalite-economie/>
- IBN EL FAROUK I., JAWAB F., TALBI A., 2012 "Chaîne logistique hospitalière: définition, état de l'art et pistes d'amélioration » Congrès International en Génie Industriel et Management des Systèmes CIGIMS 2012
- IBN EL FAROUK I., JAWAB F., TALBI A., 2011 "Modeling and simulation of hospital supply chain: State of the art and research perspectives" 4th International Conference on Logistics, 287-291 – LOGISTIQUE 2011
- JAWAB F., BOUAMI D., 2004 « La démarche " supply chain management" enjeux et stratégies, cas du commerce électronique et de la grande distribution ». *La Revue des Sciences de Gestion*
- McClelland G., Schulze W., Waldman D, Schenk D., Irwin J., Stewart T., Deck L., et Thayer M., 1993, "Valuing Eastern visibility: a field test of the contingent valuation", Washington, US EPA report, EE-0008.
- Machouri N., 2006, "Le secteur des transports et la pollution atmosphérique au Maroc", Université Mohammed V, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Chaire UNEXCO-GN « Gestion de l'Environnement et Développement Durable », Rabat (Maroc).
- Ministère de la Santé, 1988, "Etude de la pollution atmosphérique et de son impact sur la santé de la population de Safi".
- Ministère de l'Equipement, du Transport et de la Logistique, "Transport Routier en Chiffres (2005-2013) ".
- Ministère du Transport et de la Marine Marchande, Direction des Etudes, de la Planification et de la Coordination des Transports, 2002, "Conseil national d'environnement transport et pollution atmosphérique".
- Mohammedia Airpol, , 2002, "Etude de la Pollution Atmosphérique et de son impact sur la Santé des Enfants Asthmatique de Mohammedia", Ministère de l' Aménagement du Territoire de l'Eau et de l'Environnement et Ministère de la Sante.
- Nicolas J-P., Duprez F., Durand S., Poisson F., AU-BERT P-L., Chiron M., Crozet Y. et Lambert J., 2002, Dix ans de monétarisation des effets locaux de la pollution atmosphérique, Document Travail, CERTU, INRETS, LET.

- PANE, 2002, “Plan d’Action National pour l’Environnement”, Ministère de l’Aménagement du Territoire, de l’Urbanisme et de l’Environnement.
- Picard P., 2007, “Eléments de microéconomie”, Montchrestien, Paris, 7ème édition, volume 1. Chapitre 13, p. 513.
- Quinet E., 2004, “A meta-analysis of Western European external costs estimates”, Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 9, Issue 6, pp. 465-476.
- REEM : Rapport sur l’Etat de l’Environnement du Maroc, 2001, Ministère de l’Aménagement du Territoire, de l’Urbanisme et de l’Environnement.
- Rodrigue J.P., Comtois C., Slack B., 2013, “The geography of transport systems”, New York: Routledge, 416 pages.
- Sælensminde K., 1999, “Stated choice valuation of urban traffic air pollution and noise”, Transportation Research Part D, n°4, 13-27.
- Salanié B., 1998, “Microéconomie – Les défaillances du marché” Economica, Paris, Chapitre 5, p. 93.
- Schreyer C., Maibach M., Rothengatter W., Doll C., Schneider C., Schmedding D., 2004, “External costs of transport: update study”, INFRAS/IWW, 168 p.
- Sétra, et Ministère de l’écologie, l’énergie et du développement durable et de la Mer Service d’études sur les transports, les routes et leurs aménagements, 2010, “Rapport d’études Monétarisation des externalités environnementales”.
- Stambouli J., 2000, “Développement soutenable et valorisation des externalités environnementales des transports”, les Cahiers Scientifiques du Transport N° 38/2000 - Pages 63-94.
- Strand J., and Vagnes M., 2001, “The relationship between property values and railroad proximity: a study based on hedonic prices and real estate brokers' appraisals”, Journal of Transportation 28, 137-156.
- Voorhees S.A., Araki S., Sakai R., Sato H., 2000, “ An ex post Cost-Benefit Analysis of the Nitrogen Dioxide Air pollution Control program in Tokyo”, Journal Air and Waste Management Association. 50, 391-410