



**DEPARTEMENT  
DU DEVELOPPEMENT**

Stratégie d'entreprise et  
Economie des Transports



**LA POLLUTION LIEE AUX TRANSPORTS  
DE VOYAGEURS EN ILE-DE-FRANCE**

**AOUT 1992**

Observatoire économique  
et Statistique des Transports

DOCT

Ref. n°

**CDAT  
5325**

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

### I - LES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES EMIS PAR LES VEHICULES

- 1) le monoxyde de carbone
- 2) Les oxydes d'azote
- 3) Les hydrocarbures et autres composés organiques
- 4) Le plomb
- 5) Le dioxyde de soufre
- 6) Les poussières
- 7) Le dioxyde de carbone

### II - LES NORMES

- 1) L'essence sans plomb
- 2) Réduction de la teneur en polluants dans les gaz d'échappement
- 3) Réduction des vapeurs d'essence

### III - LES TECHNOLOGIES DE REDUCTION DES EMISSIONS

- 1) Le pot d'échappement catalytique "trifonctionnel" et l'injection électronique
- 2) Le catalyseur simple

- 3) Le filtre à particules
- 4) Le canister
- 5) L'essence sans plomb
- 6) La désulfuration du gasoil
- 7) Les carburants de substitution
- 8) Le véhicule électrique

#### **IV - DETERMINATION DU COUT D'EVITEMENT**

- 1) Les voitures particulières à essence
- 2) Les voitures particulières diesel
- 3) Les transports en commun
- 4) Le coût moyen

#### **CONCLUSION**

#### **ANNEXES**

#### **BIBLIOGRAPHIE**

## INTRODUCTION

La pollution de l'air est due à des sources artificielles et naturelles très diverses. La consommation de combustibles à usage industriel et domestique y contribue mais la circulation routière est au premier rang des émissions de polluants atmosphériques.

Périodiquement, on annonce une réduction de l'usage de la voiture particulière en milieu urbain. Mais force est de constater que, jusqu'à maintenant, les agglomérations françaises n'ont pas mis en oeuvre les mesures ad hoc. Les exemples se multiplient à l'étranger (49 villes italiennes). Un premier pas vient d'être franchi en France avec l'interdiction de circuler dans certaines rues de Strasbourg. Les limites écologiques et physiques à l'utilisation de la voiture dans les centres-villes semblent avoir été atteintes. L'avenir dira si la décision strasbourgeoise initialisera un mouvement général de lutte contre l'asphyxie urbaine. L'automobile provoque les trois quart de la pollution en ville. Cette part ne cesse de croître en raison de l'augmentation permanente du trafic (et de la régression des émissions de polluants d'origine industrielle).

Bloqués dans leurs voitures, ou piétons slalomant entre les pare-chocs, les franciliens prennent une cure d'oxyde d'azote, de monoxyde de carbone, d'ozone et d'hydrocarbures, respirant à pleins poumons poussières et dioxyde de soufre crachés par les diesels.

Comme toute autre nuisance, la pollution a un coût pour la collectivité. Ce dossier se propose, après avoir passé en revue les polluants émis par les véhicules, et rappelé les normes en vigueur ainsi que les techniques de réduction des émissions de déterminer ce coût, -le coût d'évitement-, pour chacune des trois zones de la région d'Ile-de-France.

## I - LES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES EMIS PAR LES VEHICULES

Les émissions des véhicules à moteur thermique comprennent les gaz d'échappement, les gaz de carter, l'évaporation du carburant stocké dans le réservoir et admis dans le carburateur, le brassage des poussières, ainsi que les particules libérées par l'usure des pneus et des freins.

Les véhicules à essence émettent les polluants atmosphériques suivants : monoxyde de carbone (CO) et hydrocarbures (HC) ou plus exactement composés organiques volatils provenant d'une combustion incomplète ; oxydes d'azote (NOx) se formant à des températures de combustion élevées, essentiellement à partir de l'oxygène et de l'azote de l'air du milieu de combustion ; plomb (Pb) ajouté au carburant pour obtenir l'indice d'octane désiré.

Les voitures fonctionnant au gaz naturel comprimé et au gaz de pétrole liquéfié (GPL) émettent moins de HC et de CO dans les gaz d'échappement, la combustion étant plus complète ; les émissions d'oxyde d'azote sont du même ordre de grandeur que celles des voitures à essence. Les voitures fonctionnant au gaz n'émettent pas de plomb.

Les moteurs diesel ont un meilleur rendement de combustion. Les véhicules qui en sont équipés sont beaucoup moins polluants que leurs homologues à essence ; à puissance égale, l'émission de CO et celle de HC sont bien moins élevées (28 et 13 fois inférieures (1)) ; celle de NOx est similaire (en l'absence de mesures de lutte contre la pollution), les températures d'émission étant plus basses. Les moteurs diesel n'émettent pas de plomb. Ils émettent en revanche de fines particules contenant des composés organiques polycycliques (groupe de substances présentant une toxicité génétique), du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), en raison de la plus forte concentration de soufre dans le gasoil que dans l'essence, et de plus grandes quantités d'hydrocarbures aromatiques, qui ont

---

(1) Source : INRETS

une odeur désagréable et des effets nocifs sur la santé, certains d'entre eux étant reconnus cancérigènes.

Ces polluants peuvent avoir les effets directs et indirects suivants :

- effets sur la santé (irritation de l'appareil respiratoire, des yeux, ... ; effets toxiques aigus ; effets mutagènes ou cancérigènes, effets préjudiciables sur les mécanismes de défense contre les infections) ;

- atteintes à l'environnement (encrassement des matériaux ; corrosion ; acidification des sols et des eaux de surface ; dépérissement des forêts...) ;

- nuisances (odeurs, effet de brume).

#### 1) Le monoxyde de carbone (CO)

En Ile-de-France, 85 % des émissions de CO sont imputables aux transports (1).

Les effets nocifs du CO sur la santé tiennent au fait qu'il perturbe l'absorption de l'oxygène par les globules rouges, entravant ainsi le transfert de l'oxygène du sang aux tissus organiques.

Une impression générale de gêne (maux de tête, nausées, angines, fatigue générale, anémie) sont imputables à la présence de carbone dans l'atmosphère des villes. Cette substance peut agir sur le système nerveux central et altérer la coordination physique, la vision, les capacités cérébrales, les facultés intellectuelles et le jugement. Elle peut en outre influencer sur le système cardio-vasculaire et aggraver les maladies cardio-vasculaires. Les effets du CO peuvent se trouver accentués par la combinaison avec d'autres polluants.

---

(1) Sources : CITEPA, AQA (agence pour la qualité de l'air)

L'ensemble de ces effets a conduit à l'établissement de normes : l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) a donné comme objectif un seuil, tolérable sur une période de 8 heures de  $10 \text{ mg/m}^3$  d'air pour la concentration moyenne du CO ambiant, l'Environnement Protection Agency (EPA) pas plus de  $46 \text{ mg/m}^3$  d'air ambiant aux heures de plein trafic. Ces normes sont régulièrement dépassées : à Paris on mesure selon les secteurs et les heures de 20 à  $50 \text{ mg/m}^3$  avec une moyenne de  $30 \text{ mg/m}^3$ . Avec l'introduction des normes Européennes 91 (réduction de près de 50 % du CO) on peut espérer une diminution de 20 à 30 % des concentrations en zone urbaine, à l'horizon 2000/2010.

## 2) Les oxydes d'azote (NOx)

Plus de 60 % des NOx émis sont imputables aux transports (1).

Les oxydes d'azote peuvent avoir des effets directs et indirects très divers sur la santé et sur l'environnement. L'exposition au  $\text{NO}_2$  ralenti les échanges gazeux dans le sang et aggrave les difficultés respiratoires, réduisant notamment l'intensité de la fonction pulmonaire.

L'OMS a conclu qu'une exposition maximale d'une heure à  $190\text{-}320 \text{ ug/m}^3$  (0,10-0,17 ppm) serait en accord avec la protection de la santé publique et que cette exposition ne devrait pas dépasser une fois par mois.

Les NOx se sont révélés avoir également des effets nocifs sur la végétation, sur une grande variété de tissus, de couleurs textiles, sur les matières plastiques et le caoutchouc, ... Le dioxyde d'azote est partiellement responsable de la coloration brunâtre de l'air pollué et contribue à la formation de brume (smog).

---

(1) Sources : CITEPA, AQA

### 3) Les hydrocarbures (HC) et autres composés organiques

Les transports sont responsables de 60 % des émissions d'hydrocarbures (1).

Le benzène, constituant de l'essence qui se retrouve dans les gaz d'échappement automobile, est reconnu comme cancérigène ; il provoque des leucémies. Les composés aromatiques polycycliques, qui sont des sous-produits de la combustion incomplète du gazole, sont également identifiés comme facteurs mutagènes et cancérigènes.

### 4) Le plomb (Pb)

Plus de 65 % des émissions de Pb sont imputables aux transports (1).

Le plomb est un additif incorporé dans l'essence pour en augmenter l'indice d'octane et prévenir le cliquetis (culbuteurs) des moteurs modernes.

On sait que le plomb, à des concentrations élevées, porte atteinte, chez l'être humain, aux reins, au foie, à l'appareil reproductif, à l'hémotoïèse, aux processus cellulaires fondamentaux et au fonctionnement du cerveau. Un empoisonnement clinique par le plomb apparaît pour des plombémies (taux de plomb dans le sang) supérieures à 80 mg/dl. On le soupçonne à présent d'avoir des effets non négligeable à des concentrations beaucoup plus faibles.

Il convient toutefois de noter qu'une régression notable des émissions de ce polluant s'est amorcée depuis la mi-89 avec la baisse de la teneur en plomb de l'essence plombée et le transfert progressif vers la consommation des carburants sans plomb.

---

(1) Sources : CITEPA, AQA



## 5) Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Les oxydes de soufre qui donnent de l'acide sulfurique au contact de l'air humide sont, avec les oxydes d'azote, à l'origine des pluies acides (contamination de l'eau, maladie des forêts et de la faune des lacs, dégradation des bâtiments, bronchites, etc...). La désulfuration des combustibles a permis de diminuer de plus de 50 % les émissions globales dans les dix dernières années.

L'industrie et le chauffage domestique sont les principaux émetteurs de SO<sub>2</sub>.

La part due aux transports est faible, de l'ordre de 10 % (1).

## 6) Les poussières

Parmi les poussières diverses émises par les véhicules, on trouve un polluant spécifique des moteurs diesel : les particules diesel.

Elles proviennent des résidus de la combustion. Les particules fines ou aérosols sont de petites particules solides ou liquides de composition chimique variée en suspension dans l'atmosphère. Elles peuvent être elles-même toxiques, ou transporter des substances toxiques à l'état de traces (comprenant des cancérigènes) adsorbées à leur surface. Quant aux particules libérées par l'usure des pneus et des freins ; elles sont difficilement quantifiables.

Le pourcentage de particules dans l'air est fortement corrélé à la mortalité infantile, aux cas d'asthme, de bronchites et avec une grande probabilité au cancer du poumon. Les émissions de suie (et de fumées) des moteurs diesels sont de 30 à 100 fois plus importantes que celles des moteurs à

---

(1) Sources : CITEPA, AQA

essence. Globalement plus de 30 % des émissions de particules sont imputables aux transports (1).

#### 7) Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

Récemment, le phénomène d'effet de serre et ses conséquences ont fait constater que les émissions de gaz carbonique étaient également préjudiciables à l'environnement.

---

(1) Sources : CITEPA, AQA

## II - LES NORMES

Des mesures de réglementation des émissions de gaz d'échappement des véhicules à moteur ont été prises, à partir des années 70, afin de protéger la santé publique et l'environnement.

En ce qui concerne la réalisation des objectifs de qualité de l'air ambiant, les succès sont modestes. En Europe, les politiques de réduction des émissions dans le secteur des transports n'ont pas été suffisamment énergiques pour permettre une réelle diminution des volumes de polluants.

La phase volontariste d'introduction des voitures peu polluantes en Europe coïncide avec la réduction des teneurs en polluants dans les gaz d'échappement des véhicules, décidée le 28 juin 1985 par les ministres européens de l'environnement. Cette réduction est rendue applicable par la directive 88/76/CEE pour les voitures (88/77/CEE pour les poids lourds) du 3 décembre 1987 (rendue applicable en France par des arrêtés en date du 6 mai 1988). A partir du 1er octobre 1989 les normes sont devenues progressivement obligatoires. Plus récemment, les ministres européens de l'environnement se sont mis d'accord pour imposer aux voitures neuves de petite cylindrée à partir du 31 décembre 1992 des normes plus strictes (directive 89/458/CEE du 18 juillet 1989 rendue applicable par l'arrêté du 22 mars 1990), et le 26 juin 1991, pour imposer ces normes à toutes les voitures neuves à compter de la même date (1). On est passé de normes générales à des normes ciblées.

### 1) L'essence sans plomb

La Directive sur l'essence "sans plomb" (0,013 g. par litre soit 10 fois moins que le taux admis pour les carburants

---

(1) Sources : Journal officiel des communautés européennes

plombés) oblige les pays membres à mettre en place sur tout leur territoire la commercialisation de supercarburant sans plomb, utilisable par tous les nouveaux modèles, à partir du 1er octobre 1989. Ce supercarburant devra également convenir à tous véhicules produits après le 1er octobre 1990. L'usage de cette essence, encouragé par la fiscalité (par le biais d'un système de taxes différenciées), s'est rapidement répandu de sorte que le problème du plomb paraît en voie de complète résolution à l'horizon 2000/2005.

La teneur en plomb de l'essence ordinaire et du supercarburant a été ramenée de 0,4 g/l à 0,25 g/l en mars 1989 et à 0,15 g/l le 1er juin 1991. Le supercarburant au plomb continuera à être distribué pendant plusieurs années (jusque vers 2005) pour les voitures construites antérieurement à ces dates.

## 2) Réduction de la teneur en polluants dans les gaz d'échappement

Les dernières normes sont les suivantes :

- |                                             |           |
|---------------------------------------------|-----------|
| - monoxyde de carbone (CO)                  | 2,72 g/Km |
| - hydrocarbures (HC) + oxydes d'azote (NOx) | 0,97 g/Km |
| - particules (PT)                           | 0,14 g/Km |

Ces normes seront applicables à compter du 1er juillet 1992 pour les nouveaux modèles et du 31 décembre 1992 pour tous les véhicules neufs. Elles pourront être atteintes, compte tenu des technologies actuellement disponibles, par la mise en place d'un pot catalytique sur les voitures à essence (les voitures à essence, neuves, d'une cylindrée supérieure à 2 litres y sont déjà assujetties depuis le 1er octobre 1989, en application de la directive du 3 décembre 1987. La plupart des voitures équipées d'un moteur diesel satisfont à ces normes, seuls certains modèles devront être équipés d'un pot d'oxydation (Cf page 11).

### 3) Réduction des vapeurs d'essence

En ce qui concerne les pertes par évaporation, la directive consolidée du 26 juin 1991 (directive 91/441/CEE) prévoit la mise en place sur les voitures à essence d'un petit canister (Cf page 12).

L'ensemble des mesures citées n'atteindront leur plein effet qu'à l'issue de la période de renouvellement du parc, soit une dizaine d'années.

Une prochaine étape de réduction des émissions est, programmée (mais non encore définie). Elle devrait entrer en vigueur à partir de 1996.

### III- LES TECHNOLOGIES DE REDUCTION DES EMISSIONS

#### 1) Le pot d'échappement catalytique "trifonctionnel" et l'injection électronique

Les convertisseurs catalytiques "trifonctionnels" (agissant sur les trois principaux polluants) permettent la réduction d'émissions de polluants par les gaz d'échappement en oxydant les HC et le CO et en réduisant les NOx simultanément. Ce sont les plus performants. Cette réduction est obtenue par une gestion fine du rapport air/carburant, assurant une combustion complète du mélange. Cette condition implique l'utilisation d'un système d'injection électronique et l'abandon progressif du carburateur.

Cependant, pour qu'un catalyseur fonctionne efficacement, la température doit être supérieure à la valeur de déclenchement de la réaction (en générale 300° C soit 2 à 3 minutes). En outre, les catalyseurs sont exposés au risque d'empoisonnement par le plomb, l'essence sans plomb est donc indispensable à leur utilisation.

Le pot catalytique permet à l'état neuf une réduction de l'ordre de 80 % du CO, 80 % des HC, 75 % des NOx (1).

Le coût technique additionnel en un modèle à carburateur et un dispositif d'injection électronique et de pot catalytique est de 3 500 francs hors taxes environ. Celui d'un modèle à injection électronique sans pot catalytique à un modèle avec pot catalytique est moins coûteux.

A l'investissement il faut ajouter une surconsommation dû au pot de 5 à 10 %.

---

(1) Source : P.S.A

## 2) Le catalyseur simple

Ce type de catalyseur n'agit que sur les HC et les CO. Il permet de réduire ces émissions de l'ordre de 80 %. L'utilisation de cette technique sur les véhicules équipés de moteurs diesels semble intéressante.

Le coût de ce catalyseur est d'environ 2 000 francs hors taxes (1).

## 3) Le filtre à particules

Les normes d'émission de particules diesels applicables à court terme aux voitures pourront, dans l'ensemble, être respectées sans adjonction d'un filtre à particules. Les prochaines directives européennes, plus strictes, exigeront toutefois la mise en place d'un tel équipement.

Le coût d'un piège à particules est d'environ 1 000 francs hors taxes pour une voiture particulière mais de 30 000 francs hors taxes pour un autobus (2).

Les filtres à particules nécessitent, pour une bonne utilisation, un carburant sans soufre.

## 4) Le canister

Cet équipement permet le piégeage sur des charbons actifs des vapeurs d'essence (méthane, éthane, etc...) émises pendant le fonctionnement ou le stationnement des voitures, et le renvoi de ces vapeurs vers le moteur après la résorption des charbons. Il existe deux types de canisters :

---

(1) Source : P.S.A

(2) Source : MRB. RATP

- l'un permet de piéger 90 % de ces vapeurs, dont celles émises lors des chargements de carburant (à l'état de prototype le coût de production en série n'est pas connu à ce jour) ;

- l'autre, dont la directive consolidée du 26 juin 1991 prévoit la mise en place sur les voitures à essence n'absorbe qu'une partie des vapeurs émises pendant le fonctionnement ou le stationnement des véhicules. Ce modèle ne piège pas les vapeurs émises lors des remplissages du réservoir. Le coût de ce dispositif est de 630 francs hors taxes.

#### 5) L'essence sans plomb

La plupart des moteurs postérieurs à 1984 peuvent fonctionner au super sans plomb, ils représentent désormais plus de 50 % du parc automobile. En 1990, les consommations de carburants sans plomb ont représentées 14 % des ventes d'essence et de super (1).

L'essence sans plomb :

- sa production serait plus coûteuse que celle de carburant au plomb ; son prix hors taxes est, en 1990, de 0,40 franc plus cher par litre (2) ;

- par référence à la structure des taxes sur l'essence le "sans plomb" bénéficie en France d'une détaxation, elle est de 0,34 franc par litre en moyenne sur 1990 ;

- son prix de vente à la pompe est inférieur donc incitatif.

---

(1) Source : Comité Professionnel du Pétrole (CPdP)

(2) Source : Direction des hydrocarbures



## 6) La désulfuration du gazole

La teneur en soufre actuelle du gazole est de 0,3 % (directive du 30 mars 1987).

Les travaux menés à la commission de Bruxelles s'orientent vers l'adoption d'une teneur de 0,2 % applicable à compter du 1er octobre 1994 et de 0,05 % applicable à compter du 1er octobre 1996. Un tel abaissement de la teneur en soufre du gazole facilitera le respect des nouvelles limites d'émission de particules.

Le surcoût de production est estimé à 0,20 franc par litre.

## 7) Les carburants de substitution

D'importants travaux de recherche ont été consacrés à l'étude de carburants tirés de sources d'énergie comme les produits issus de l'alcool et les huiles végétales, afin de servir de carburants de substitution ou d'additifs aux carburants dérivés du pétrole brut. Par exemple, le diester, aussi appelé "diesel vert", fabriqué à base de colza, qui est expérimenté sur des autobus de plusieurs villes françaises réduit les rejets. Le méthanol produit également très peu d'émission de particules. Il pourrait constituer une solution pour atténuer les problèmes de pollution.

Le principal handicap au développement des biocarburants est, en période de bas prix de l'énergie d'origine fossile, leur prix de revient nettement supérieur à celui des carburants issus du pétrole.

## 8) Le véhicule électrique

Des véhicules propulsés par des moteurs électriques alimentés par batterie sont en service depuis de nombreuses

années pour certaines applications particulières en général les véhicules municipaux et véhicules à petite vitesse ; leur utilisation, dans ces domaines, devrait se généraliser. Il semble toutefois peu probable qu'ils puissent actuellement faire l'objet d'une large utilisation. Les capacités de stockage des batteries actuelles sont trop faibles pour permettre de longs déplacements (autonomie moyenne de 100 Km), notamment si le véhicule circule avec des arrêts donc redémarrages fréquents.

Les avantages du véhicule électrique pour l'environnement sont nombreux : pas d'émissions polluantes, il est silencieux (ce qui peut à contrario poser certains problèmes de sécurité vis-à-vis des piétons, cyclistes...). En outre, dans un pays comme la France où l'électricité est produite principalement à partir de l'énergie nucléaire ou de l'hydraulique, il ne nécessite pas en amont de consommation d'énergie fossile.

Le coût d'un véhicule électrique hors batterie, est semblable à celui des véhicules actuellement commercialisés. Le surcoût généré par la batterie avoisinerait les 30 000 francs (à charger en cours de vie). C'est donc une solution très coûteuse, mais en contre partie il pourra y avoir des gains sur l'entretien du moteur et sur le coût de la consommation d'énergie (4 à 5 fois moins cher).

#### IV- DETERMINATION DU COUT D'EVITEMENT

L'évaluation du coût social de la pollution due aux transports de voyageurs a été réalisée ici par recours à la méthode du coût d'évitement qui se fonde sur les dépenses à engager pour réduire les émissions au moyen des techniques citées au § III. Ce choix s'oppose à la solution de l'évaluation du coût des dommages, très difficile à réaliser en raison, de la difficulté de cerner les effets de la pollution, de les mesurer dans l'immédiat et de les apprécier sur de longues périodes.

Les montants sont exprimés en francs 1990 et toutes taxes déduites.

La limitation des émissions induit :

- des coûts d'investissement (le surcoût des équipements supplémentaires et des évolutions technologiques des véhicules) ;

- des coûts d'exploitation (le coût de l'entretien et le coût du différentiel de consommation et/ou de raffinage des carburants).

Il s'agit d'estimer un coût économique pour la collectivité en considérant que l'évitement des nuisances nécessite des coûts d'investissement qui, du fait qu'il ne sont pas effectués dans le secteur productif, sont facteurs de dévalorisation de capital productif.

L'évaluation résulte d'un calcul d'actualisation, c'est-à-dire qu'il est estimé un cash flow annuel nécessaire pour équilibrer le coût d'évitement des investissements sur la base du taux d'actualisation préconisé par le Commissariat

Général du Plan (8 %) auxquels seront ajoutés les coûts d'exploitation.

Ces sommes sont ramenées à un coût exprimé en francs par véhicule/Km sur la base de la durée de vie et du parcours moyen annuel d'un véhicule. En Ile-de-France, ils sont de 7 ans et environ 12 000 Km par an (1).

#### 1) Les voitures particulières à essence (Cf annexe 1)

. Le coût d'investissement moyen s'élève à 4 100 francs par véhicule : un pot d'échappement catalytique trifonctionnel et une injection électronique (soit 3 500 francs par véhicule) pour 98 % des véhicules mais un pot seul (soit 2 000 francs par véhicule) pour 2 % des véhicules déjà équipés d'une injection. Un canister (soit 630 francs) est aussi appliqué à l'ensemble des véhicules.

. Le coût d'exploitation supplémentaire est de 547,06 francs par an correspondant à un surcoût de 0,40 franc, hors taxes, par litre d'essence sans plomb (compte tenu d'une consommation moyenne de 8,7 litres aux 100 Km, des 12 000 Km parcourus en moyenne par an, et du pourcentage de véhicules qui utilisent déjà ce type de carburant (14 %)) et d'un surcoût de surconsommation de 5 à 10 % dû au pot catalytique.

Sur ces bases le coût d'évitement est donc de 0,11 franc par véhicule/Km.

---

(1) Les kilométrages ont été tirés du pannel SECODIP et arrondis

## 2) Les voitures particulières diesel (Cf annexe 2)

. Le coût d'investissement est de 3 000 francs par véhicule pour un catalyseur simple (2 000 francs) et un filtre à particules (1 000 francs).

. Le coût d'exploitation supplémentaire est de 254,60 francs par an sur la base d'un surcoût de 0,20 franc, hors taxes, par litre de gazole désulfuré (compte tenu d'une consommation moyenne de 6,7 litres aux 100 Km et des 17 000 Km parcourus en moyenne durant l'année).

Pour les véhicules diesels le coût d'évitement est donc de 0,05 franc par véhicule/Km

## 3) Les transports en commun (Cf annexe 3)

Les transports en commun du réseau ferré (métro, RER, tramway) sont non polluants ; seul les autobus sont à prendre en considération.

. Le coût d'investissement est de 30 000 francs HTVA pour un filtre à particules.

. Le coût d'exploitation supplémentaire est de 2 970 francs par an correspondant au surcoût de 0,20 franc par litre de gazole désulfuré (compte tenu d'une consommation moyenne de 45 litres aux 100 km et de 33 000 km parcourus durant l'année). Actuellement compte tenu des travaux en cours à Bruxelles, le développement du diesel "propre" semble plus probable que le diester.

Pour les autobus le coût d'évitement est donc de 0,19 franc par véhicule/km.

Cependant, dans le bilan polluant, la consommation énergétique des bus ne représente que 0,1 % de la consommation de carburants. De plus l'Agence de l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie (ADEME) a apprécié l'efficacité énergétique (rapport entre le nombre de voyageurs/km transportés et la consommation des véhicules) et a montré que les transports publics urbains se révèlent cinq fois plus efficaces que l'automobile en zone urbaine.

#### 4) Le coût moyen

Compte tenu de la répartition du parc entre véhicules à essence (84 %) et diesel (16 %) (1) et des conditions d'usage, le coût d'évitement moyen, pour les voitures particulières est de 0,10 franc par véhicule/Km en région d'Ile-de-France .

Cependant, une analyse plus fine, par zone, à l'intérieur de la région s'avère nécessaire car le volume des émissions de polluants est inversement proportionnelle aux conditions de circulation (entre 0 et 15 km/h les émissions sont approximativement divisées par 4 à 5 puis se stabilisent (2)).

La vitesse moyenne de déplacement dans Paris (11 km/h) reste faible et inférieur à celles observées en petite et grande Couronne (17 km/h et 26 km/h) (3).

---

(1) Source : Institut Français du Pétrole

(2) Calculs réalisés à partir de données de l'INRETS.

(3) Source : EGT 1983.

On peut ainsi considérer que les émissions produites par km sont plus importantes à Paris qu'en petite et qu'en grande couronne.

Le coût d'évitement de la pollution atmosphérique des voitures particulières est donc, en véhicule/km :

- 0,12 franc à Paris
- 0,10 franc en petite Couronne
- 0,08 franc en grande Couronne.

Celui des transports en commun (dont la vitesse commerciale est de 11 km/h à Paris, 15 km/h en banlieue) :

- 0,24 franc à Paris
- 0,18 franc en petite Couronne
- 0,15 franc en grande Couronne.

## CONCLUSION

La pollution atmosphérique des transports de voyageurs en région d'Ile-de-France, sans poser de problèmes graves de santé publique (comme à Athènes ou Mexico) est à prendre en considération.

Avant toute mise en oeuvre de dispositions anti-pollution le moteur diesel est semble-t-il la meilleure solution pour réduire les émissions. Tel quel il pollue moins qu'un moteur à essence. La croissance du parc diesel est un facteur favorable. Toutefois cette solution n'est pas satisfaisante, on peut tendre vers un mieux.

Le véhicule électrique apparaît comme l'alternative la plus prometteuse en ville, mais pas encore totalement au point. Il pourra se substituer à une partie du parc à moteur "thermique" mais qui risque de rester limité compte tenu des contraintes technologiques dont la plupart ne trouveront pas de solutions à court ou moyen terme.

L'évaluation du coût social de la pollution atmosphérique a été réalisé ici par recours à la méthode du coût d'évitement, fondée sur l'estimation des dépenses à engager pour réduire les émissions au maximum avec l'utilisation des techniques connues à ce jour (pot d'échappement catalytique trifonctionnel et injection électronique ou catalyseur simple, filtre à particules, canister, essence sans plomb, désulfuration du gazole...).



Les coûts résultant, en francs 1990, par véhicule/km sont estimés à :

	PARIS	Petite Couronne	Grande Couronne
Voitures particulières	0,12	0,10	0,08
Transports en commun	0,24	0,18	0,15

Ces coûts peuvent aussi être exprimés par voyageur/km (1) :

	Paris	Petite Couronne	Grande Couronne
Voitures Particulières	0,09	0,07	0,06
Transports en commun	0,01	0,01	0,01

Le coût d'évitement de la pollution atmosphérique représente environ 6 % du coût économique et financier supporté par les collectivités publiques et par les usagers de la voiture particulière en Ile-de-France et moins de 1 % de celui des transports en commun (2).

---

(1) 1,33 voyageur pour un déplacement moyen en voiture particulière

Paris 19,08 voyageurs par autobus  
 Petite couronne : 14,21  
 Grande couronne : 10,38

(2) Source : compte transport de voyageurs de la Région d'Ile-de-France 1989.

**ANNEXES**

## Annexe 1

## VEHICULE ESSENCE

## ACTUALISATION

ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
INVESTISSEMENT	4100.00						
COUT D'EXPLOITATION	547.06	547.06	547.06	547.06	547.06	547.06	547.06
REVENUS	1276.50	1276.50	1276.50	1276.50	1276.50	1276.50	1276.50
CASH FLOWS	-3370.56	729.44	729.44	729.44	729.44	729.44	729.44
CASH FLOWS ACTUALISES	-3370.56	675.41	625.38	579.06	536.16	496.45	459.67
TAUX ACTUALISATION	0.08						
ANNEE DE REFERENCE	1.00						
BENEFICE ACTUALISE	1.58						
Kilométrage annuel	12000.00						
COUT véhicule/Km essence	0.11						

Annexe 2

VEHICULE DIESEL

ACTUALISATION

ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
INVESTISSEMENT	3000,00						
COUT D'EXPLOITATION	254,60	254,60	254,60	254,60	254,60	254,60	254,60
REVENUS	788,00	788,00	788,00	788,00	788,00	788,00	788,00
CASH FLOWS	-2466,60	533,40	533,40	533,40	533,40	533,40	533,40
CASH FLOWS ACTUALISES	-2466,60	493,89	457,30	423,43	392,06	363,02	336,13
TAUX ACTUALISATION	0,08						
ANNEE DE REFERENCE	1,00						
BENEFICE ACTUALISE	-0,76						
Kilométrage annuel	17000,00						
COUT véhicule/Km diesel	0,05						



## **BIBLIOGRAPHIE**

- Transports et environnement  
OCDE - 1988
- Le coût social des transports terrestres  
OCDE - 1989
- La mobilité en zone urbaine : apprendre l'économie  
de transport  
OCDE - 1991
- La politique des transports et l'environnement  
session ministérielle de la CEMT - 1990
- La pollution automobile  
Direction de l'eau et de la prévention des  
pollutions et des risques  
Ministère de l'environnement  
Novembre 1991.