



Inventaire des émissions liées au trafic routier — année de référence 2003

Date : 2006

Auteur : ATMO Poitou-Charentes

Sommaire

SOMMAIRE	1
INTRODUCTION	3
I PRESENTATION GENERALE DES ESTIMATIONS D'EMISSIONS	5
I.1 LE CADASTRE DES EMISSIONS DE POITOU-CHARENTES	5
I.2 L'ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AUX TRANSPORTS	5
I.3 LES POLLUANTS PRIS EN COMPTE DANS LES EMISSIONS ROUTIERES	8
I.4 EVOLUTION DU TRAFIC ET DU PARC ENTRE LES ANNEES 2000 ET 2003	11
II RESULTATS PAR POLLUANTS	13
II.1 POLLUANTS AYANT UN IMPACT SANITAIRE ET ENVIRONNEMENTAL	13
II.2 LES GAZ A EFFET CLIMATIQUE	27
III INFLUENCE DES CONDITIONS DE CIRCULATION	29
III.1 LA VITESSE DES VEHICULES	29
III.2 LE TRAFIC DE POIDS LOURDS	32
III.3 L'AGE DES VEHICULES	33
SYNTHESE DES EMISSIONS LIEES AUX TRANSPORTS ROUTIERS EN 2003	35
IV TABLE DES FIGURES	36
V TABLE DES TABLEAUX	36

AVERTISSEMENT

Il existe plusieurs types d'inventaires, réalisés chacun dans des objectifs différents. Depuis de nombreuses années, le CITEPA réalise des inventaires sur l'ensemble du territoire national. En 2005, le CITEPA a publié un inventaire départemental pour l'ensemble des départements Français pour l'année de référence 2000.

Cet inventaire est réalisé dans une optique de résultats ne descendant pas à une échelle inférieure au département, et repose donc sur des méthodologies d'évaluation qui peuvent parfois différer de celles utilisées pour le cadastre des émissions d'ATMO Poitou-Charentes, dont les résultats sont fournis à une échelle kilométrique. On peut donc trouver des écarts sur les résultats, parfois importants, qui sont les conséquences des choix de méthodologies et de facteurs d'émissions.

ATMO Poitou-Charentes se dégage de toute responsabilité quant à une utilisation ultérieure de ses données par un tiers. Elle rappelle que toute utilisation partielle ou totale de ses données doit faire mention de la source, à savoir ATMO Poitou-Charentes.

Introduction

La qualité de l'air résulte d'un équilibre complexe entre les apports directs de polluants émis dans l'air, ce qu'on appelle les émissions de polluants, et toute une série de phénomènes auxquels les polluants vont être soumis une fois dans l'atmosphère : transport, dispersion (vents et turbulences à l'origine de la dilution des émissions), dépôt et enfin transformations chimiques (par exemple sous l'effet du rayonnement solaire comme la production d'ozone estival à partir d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures).

C'est pourquoi il ne faut pas confondre les concentrations dans l'air ambiant de polluants (exprimées par exemple en $\mu\text{g}/\text{m}^3$), qui caractérisent la qualité de l'air respiré, et les émissions de polluants (dont les quantités sont exprimées en, kg, tonne,...) rejetées par une source donnée (une cheminée, un pot d'échappement) pendant une durée déterminée (heure, année,...).

La qualité de l'air dépend des émissions, même s'il n'y a pas de lien simple direct entre les deux. La connaissance de ces émissions est donc primordiale pour la surveillance de la qualité de l'air.

Un inventaire ou cadastre des émissions est une évaluation de la quantité d'une substance polluante émise par une source donnée pour une zone géographique et une période de temps donnée.

L'objectif de l'inventaire est de recenser la totalité des émissions atmosphériques non négligeables en quantité, qu'elles proviennent de sources naturelles ou anthropiques.

Il s'agit bien d'estimations réalisées à partir de données statistiques, et pas de mesures.

Dans un cadastre des émissions, les données d'émissions sont localisées géographiquement au niveau de leur source à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG).

Ce rapport présente le bilan des émissions liées aux transports pour l'année 2003, constituant ainsi une réactualisation du bilan des émissions routières déjà réalisé pour l'année 2000.

Glossaire

CH₄ : méthane
CO : monoxyde de carbone
CO₂ : dioxyde de carbone
COV : Composés Organiques Volatils
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
I-TEQ : International Toxic Equivalents
kt : kilotonne
N₂O : Protoxyde d'azote
NH₃ : ammoniac
PST : particules en suspension totales
PL : Poids lourd
PM₁₀ : poussières de diamètre inférieur à 10µm
PM_{2.5} : poussières de diamètre inférieur à 2.5µm
PM₁ : poussières de diamètre inférieur à 1µm
PRG : Pouvoir de Réchauffement Global
SIG : Système d'Information Géographique
SO₂ : Dioxyde de soufre
VP : Véhicule Particulier

I.1 Le cadastre des émissions de Poitou-Charentes

Depuis la fin de l'année 2002, ATMO Poitou-Charentes réalise à la demande du Conseil Régional un cadastre des émissions atmosphériques ou inventaire spatialisé des émissions de la région Poitou-Charentes.

Les résultats sont présentés selon huit principaux secteurs d'émissions :

- ✓ Les émissions industrielles
- ✓ Les émissions liées aux transports routiers
- ✓ Les émissions liées aux transports non routiers
- ✓ Les émissions d'origines agricoles
- ✓ Les émissions d'origine biotique
- ✓ Les émissions liées aux secteurs résidentiel et tertiaire
- ✓ Les émissions liées au traitement de déchets
- ✓ Les émissions liées à la production, au transport et à la distribution de l'énergie.

Les résultats de l'inventaire des émissions pour l'année 2000 sont disponibles depuis fin 2003 auprès d'ATMO Poitou-Charentes. L'inventaire portait sur 7 polluants majeurs : dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, dioxyde d'azote, protoxyde d'azote, méthane, Composés Organiques Volatils, ammoniac.

Ce rapport présente les résultats de la réactualisation des estimations d'émissions du secteur routier pour l'année 2003.

Des polluants supplémentaires ont été pris en compte dans cette nouvelle version :

- ✓ Les métaux lourds (nickel, zinc, plomb, cuivre, cadmium, chrome, sélénium).
- ✓ Spéciation de COV : Benzène, HAP.
- ✓ Poussières et spéciation : Poussières Totales en Suspension (PST), poussières de diamètre inférieur à 10 μ m (PM10), poussières de diamètre inférieur à 2.5 μ m (PM2.5), poussières de diamètre inférieur à 1 μ m (PM1).
- ✓ Dioxines et furannes.

I.2 L'estimation des émissions liées aux transports

I.2.1 Description et méthodologie employée

Différents types de pollution peuvent être à l'origine d'émissions en milieu routier [5] :

- ❖ La pollution temporaire : elle est liée aux travaux de construction de la route
- ❖ La Pollution chronique : elle a lieu de façon continue et a un lien directe avec l'utilisation de la route (Abrasion de la route, combustion de carburants, usure des matériaux constitutifs des véhicules, les fuites de divers liquides).

❖ La pollution saisonnière : Elle est liée à la maintenance des infrastructures routières (entretien hivernal, désherbage)

❖ La pollution accidentelle : elle est consécutive à un accident de la circulation au cours duquel des matières dangereuses sont déversées.

De ces quatre catégories, seule la pollution chronique, de loin majoritaire, est prise en compte dans le cadastre des émissions, les autres sources étant négligées car non significatives.

Les émissions liées à la combustion et à l'évaporation de carburants sont estimées à l'aide de la méthodologie COPERT III [2].

Les autres types d'émissions sont estimées à l'aide de la méthodologie EMEP/CORINAIR [1].

La Méthodologie COPERT III, généralement utilisée au niveau Européen pour ce type d'estimation, regroupe plusieurs centaines d'équations qui permettent une estimation fine des émissions en fonction de paramètres très précis comprenant entre autre la vitesse des véhicules, leur âge, leur motorisation, le type de réseau utilisé, la température ambiante, etc..

Certains de ces paramètres ne peuvent être connus localement avec précision, comme par exemple le parc de véhicule d'une commune, ou la vitesse de circulation sur une voie. On utilise dans ce cas des valeurs statistiques moyennées, qui peuvent conduire à des résultats légèrement différents selon les choix effectués.

1.2.2 Les émissions liées à la combustion de carburants

C'est la source majeure d'émissions liées aux transports. Elles sont estimées en tenant compte de nombreux paramètres comprenant les caractéristiques détaillées des véhicules et les conditions de circulation.

On distingue ici deux types d'émissions :

Les émissions «moteur à chaud »

On entend par émissions à chaud les émissions produites par un moteur ayant atteint une température stable.

Ces émissions dépendent de nombreux facteurs comme la distance parcourue par chaque véhicule, sa vitesse, son âge, la taille et la cylindrée du moteur,...

La vitesse a une influence majeure sur les quantités de polluants émises dans cette phase.

Les émissions « moteur à froid »

On entend par « moteur à froid » un moteur en fonctionnement qui n'a pas encore atteint une température stable. Ces émissions sont prédominantes sur le réseau urbain. En principe, elles concernent toutes les catégories de véhicules. Cependant, les facteurs d'émissions ne sont disponibles que pour les véhicules particuliers et les Véhicules Utilitaires Légers. Les émissions à froid des autres catégories sont donc négligées par manque de données.

Les quantités de polluants émis sont dépendantes de la température ambiante.

1.2.3 Les émissions liées à l'évaporation des carburants

Il s'agit d'émissions de Composés Organiques Volatils, qui ne concernent que les véhicules essences. Il existe trois sources principales d'émissions par évaporation, qui sont estimées séparément :

❖ Les émissions diurnes

Les émissions par évaporation associées aux variations journalières de la température ambiante résultent de l'expansion de gaz à l'intérieur du réservoir, qui se produit lorsque la température ambiante augmente pendant les heures du jour. Sans un système de contrôle des évaporations, une partie des vapeurs du carburant est rejetée dans l'atmosphère.

Durant la nuit quand la température ambiante diminue, le gaz se contracte et de l'air frais rentre dans le réservoir à essence. La concentration d'hydrocarbures dans la fraction gazeuse du réservoir diminue, entraînant une évaporation supplémentaire.

❖ Les émissions moteur chaud à l'arrêt

Lorsque le moteur est arrêté, mais encore chaud, la chaleur du moteur et du pot d'échappement augmente la température du carburant qui ne circule plus, provoquant l'évaporation d'une partie du carburant.

❖ Les pertes en fonctionnement

Ce sont des émissions qui résultent des gaz générés dans le réservoir à essence pendant le fonctionnement du véhicule. Elles sont plus importantes lorsque la température ambiante est élevée. L'effet combiné des hautes températures, de la chaleur du pot d'échappement, et de tout carburant chauffé qui retourne du moteur au réservoir peut générer des quantités importantes de gaz à l'intérieur du réservoir.

1.2.4 Les émissions liées à l'usure des pneumatiques

Du fait de l'usure mécanique (frottement sur la chaussée), des changements de température, de l'oxydation et de réactions radicalaires, combinés avec la perte des ingrédients de protection de la gomme, le caoutchouc du pneumatique s'altère graduellement lors de son utilisation. Des particules d'usure dont la composition dépend non seulement de la composition initiale de la gomme, mais aussi de l'âge et des conditions physiques et chimiques auxquelles le pneumatique a été soumis sont générées. Ces particules sont principalement de nature organique ([6], [7]) : alcanes, acides n-alcanoïques, HAP.

Du fait des composés métalliques ajoutés comme additif, de nombreux métaux sont retrouvés dans les particules d'usure. Leurs teneurs, en l'absence de données plus précises, sont considérées analogues à celles des matériaux neufs.

1.2.5 Les émissions liées à l'usure des garnitures de freins

Lors du freinage, les garnitures de freins sont soumises à une friction intense à l'origine d'une production de chaleur et d'une usure associée. Différents mécanismes d'usure interviennent tels que l'usure abrasive, thermique,... Des émissions de particules et de gaz sont générées. Parmi les gaz émis, on peut citer le dioxyde de carbone et les COV (source négligé dans le présent inventaire).

Table des tableaux

Les particules sont principalement de nature minérale. Leur teneur en HAP est très faible, voire négligeables [7]. Par contre, de nombreux métaux traces sont présents. Leurs teneurs, en l'absence de données plus précises, sont considérées analogues à celles des matériaux neufs.

1.2.6 Les émissions liées à l'usure de la route

L'usure des routes est un processus complexe qui fait intervenir :

- ✓ des phénomènes naturels (rayonnement solaire, hydrolyse...) qui contribuent au vieillissement des enrobés et provoquent une évolution de leurs propriétés (résistance,...),
- ✓ des facteurs anthropiques, liés à la circulation automobile : les actions répétées des frottements des pneumatiques et des charges de véhicules finissent par causer des dommages graduels. L'une des conséquences est l'arrachage d'enrobés.

L'usure de la route est source de poussières, HAP et métaux lourds, mais par manque de données, seules les émissions de poussières sont prises en compte.

1.2.7 Récapitulatif des polluants pris en compte par type d'émission

Polluants	Combustion de carburants	Evaporation d'essence	Usure des pneumatiques	Usure de garnitures de freins	Usure de la route	Sources pour les facteurs d'émissions
NOx						[2]
CO						[2]
CH ₄						[2]
N ₂ O						[2]
SO ₂						[2], [13]
NH ₃						[2]
COVNM						[2]
Benzène						[2]
HAP						[2]
Ni						[1], [3]
Cd						[1], [3]
Cr						[1], [3]
Cu						[1], [3]
Se						[1], [3]
Zn						[1], [3]
Pb						[1], [3]
PM						[1], [3], [2]
PCDD/F						[2]

Figure I-1 : Récapitulatif des polluants pris en compte par type d'émission

1.3 Les polluants pris en compte dans les émissions routières

1.3.1.1 Polluants ayant un impact sanitaire et environnemental

Les oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote (communément définis comme NO_x = NO + NO₂) proviennent essentiellement de la combustion des énergies fossiles, principalement par les véhicules automobiles. Le monoxyde d'azote (NO) se forme par combinaison de l'azote (N₂) et de l'oxygène (O₂) atmosphériques lors des combustions à hautes températures. Le monoxyde d'azote (NO) est rapidement oxydé en dioxyde d'azote (NO₂) par réaction avec d'autres oxydants de l'air.

Le monoxyde de carbone (CO)

Gaz toxique, incolore, non irritant, et inodore, le monoxyde de carbone se forme lors de la combustion incomplète de matières carbonées. Il constitue un bon indicateur d'exposition à la circulation automobile. A court terme, le monoxyde de carbone se transforme en dioxyde de carbone.

Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

Les composés organiques volatils (ou COV) regroupent une multitude de substances qui peuvent être d'origine biogénique (origine naturelle) ou anthropogénique (origine humaine). Ils sont toujours composés de l'élément carbone et d'autres éléments tels que l'hydrogène, les halogènes, l'oxygène, le soufre...

Leur volatilité leur confère l'aptitude de se propager plus ou moins loin de leur lieu d'émission, entraînant ainsi des impacts directs et indirects sur les animaux et la nature. Il est fréquent de distinguer séparément le méthane (CH₄) qui est un COV particulier, naturellement présent dans l'air, des autres COV pour lesquels on emploie la notation COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques). Les COVNM comprennent 210 espèces et 23 grandes familles.

Le dioxyde de soufre (SO₂)

Gaz incolore, il est un sous-produit de combustion du soufre contenu dans des matières organiques. Les émissions de SO₂ sont donc directement liées aux teneurs en soufre des combustibles. C'est un marqueur traditionnel de la pollution d'origine industrielle. La pollution par le SO₂ est généralement associée à l'émission de particules ou fumées noires.

L'ammoniac (NH₃)

L'ammoniac est un gaz incolore moins lourd que l'air, très soluble dans l'eau. Il est irritant et lacrymogène. L'ammoniac est un des polluants responsables de l'acidification des milieux. Il est principalement émis par l'agriculture avec les cultures (utilisation d'engrais azotés) et l'élevage.

Les poussières

Les particules en suspension constituent un ensemble très hétérogène, variable selon les sources d'émissions et selon la saison. On y retrouve principalement : des éléments minéraux liés à l'érosion de matériaux (sols, bâtiments) ou à la remise en suspension de particules déposées sur le sol ; des noyaux carbonés issus des processus de combustion, intimement liés à des composés organiques produits lors des combustions incomplètes ; des sulfates SO₄²⁻ ou nitrates NO₃⁻ résultant des transformations des oxydes de soufre ou d'azote émis par différentes sources ; ou encore des sels d'ammonium produits par la neutralisation des aérosols acides par l'ammonium présent dans l'air du fait de l'activité biologique.

Des ions métalliques (zinc, fer, cuivre, manganèse, vanadium, plomb...) sont aussi adsorbés ou condensés à la surface de ces particules et jouent un rôle sans doute important dans la toxicité de l'aérosol.

Les métaux lourds

On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5 grammes par cm³.

L'impact toxicologique des métaux lourds dépend de leur forme chimique, de leur concentration, du contexte environnemental, de la possibilité de passage dans la chaîne du vivant.

On distingue en particulier les trois métaux mercure, plomb, cadmium, pour lesquels d'une part on n'a pas pu mettre en évidence de rôle positif pour l'activité biologique, et qui d'autre part peuvent être à l'origine de maladies graves ; par exemple l'absorption de plomb provoque le saturnisme, particulièrement grave chez l'enfant. Il serait abusif de mettre sur le même plan que ces trois métaux des métaux considérés comme bio-compatibles et utilisés en chirurgie ou dentisterie comme le titane et l'or, ou des métaux communs comme le fer. D'autres métaux peuvent être toxiques sous certaines formes (chrome, cuivre, ...).

Les dioxines

Le terme « dioxines » désigne deux familles de composés : les dioxines (polychlorodibenzodioxines ou PCDD) et les furannes (polychlorodibenzofurannes ou PCDF). Ce sont des composés organochlorés, composés de deux cycles aromatiques, d'oxygène et de chlore.

Ils se forment essentiellement lors de phénomènes de combustion mal maîtrisés ou dont l'efficacité n'est pas maximale, conditions que l'on peut rencontrer dans tous les secteurs mais plus particulièrement au cours de l'incinération des déchets et de la production d'agglomérés pour les hauts-fourneaux. Leur synthèse nécessite au minimum la présence de composés halogénés (généralement sous forme d'halogénures métalliques), d'un catalyseur (le cuivre, le fer ...) ou de précurseurs (molécules de structure chimique proche de celle des dioxines).

Les dioxines sont au nombre de 75 et les furannes au nombre de 135, on parle de congénères. Ils présentent une grande stabilité chimique, qui augmente avec le nombre d'atomes de chlore.

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les **hydrocarbures aromatiques polycycliques**, communément appelés HAP, sont une famille de composés chimiques constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène dont la structure des molécules comprend au moins deux cycles aromatiques condensés.

Les HAP purs sont des substances colorées et cristallines à température ambiante. Les propriétés physiques des HAP varient selon leur masse moléculaire et leur structure. À l'exception du naphthalène, les HAP sont très hydrophobes, et donc leurs solubilités dans l'eau sont faibles. Parallèlement, leurs coefficients de partage octanol/eau (Kow) sont relativement élevés, témoignant d'un important potentiel d'adsorption sur les matières organiques particulaires en suspension dans l'air ou dans l'eau, ainsi que d'un fort potentiel de bioconcentration dans les organismes.

I.3.1.2 Polluants ayant un impact climatiqueLe Méthane (CH₄)

Le méthane est un gaz qui contribue fortement à l'effet de serre, avec un pouvoir de réchauffement global (PRG) 21 fois supérieur à celui du CO₂. Sa durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 12 ans. Il est principalement émis sur la région par l'élevage et les

décharges. Il s'agit alors de biogaz issu de la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène.

Il est également émis en faibles quantités lors des combustions, et c'est pourquoi les transports routiers sont source de méthane, mais dans de faibles proportions.

Le protoxyde d'azote (N₂O)

Le protoxyde d'azote est un gaz à effet de serre très stable et non toxique. Il contribue à l'effet de serre, son pouvoir de réchauffement global est 310 fois supérieur à celui du CO₂.

De même que le méthane, les combustions d'énergies ne sont pas les sources principales d'émissions de N₂O.

1.4 Evolution du trafic et du parc entre les années 2000 et 2003

Afin d'assurer la cohérence des résultats, et de permettre les comparaisons entre les différentes années de référence, les émissions de l'année 2000 ont été réévaluées en tenant compte de données statistiques nouvelles et plus précises, conforme à celles utilisées pour l'année 2003. Aussi les résultats présentés ici pour l'année 2000 peuvent-ils parfois être différents de ceux publiés dans de précédents rapports.

Evolution du parc automobile entre 2000 et 2003

Le parc automobile utilisé par défaut pour l'estimation des émissions routières est le parc automobile national.

PARC FRANCAIS (moyennes annuelles) en milliers de véhicules. <i>source : [15]</i>	2000	2003	
Total	33 452	35 386	6%
Voitures	27 770	29 360	6%
dont: essence	18 150	17 085	-6%
diesel	9 620	12 276	28%
Véhicules utilitaires légers (VUL)	5 055	5 390	7%
dont: essence	1 299	1 117	-14%
diesel	3 756	4 273	14%
Poids lourds(>5 t)	547	555	1%
Bus et cars	80	82	3%

Tableau I-1Parc de véhicules Français pour les années 2000 et 2003

Entre 2000 et 2003, le parc de véhicules toutes catégories confondues a augmenté de 6%. Cette hausse concerne principalement les véhicules particuliers et les utilitaires légers dont les hausses sont respectivement de 6% et 7%. Pour ces deux catégories, le nombre de véhicules diesel est en forte hausse, alors que celui des véhicules essence est en nette diminution.

Kilométrages annuels moyens (en milliers de km) <i>source : [15]</i>	2000	2003	
Voitures	13.8	13.8	0%
dont: essence	11.1	10.7	-4%

Table des tableaux

diesel	18.9	18.0	-5%
Véhicules utilitaires légers (VUL)	15.9	16.3	3%
dont: essence	8.5	8.3	-2%
diesel	18.4	18.4	0%
Poids lourds(>5 t)	48.4	47.6	-2%
Bus et cars	29.7	29.5	-1%

Tableau I-2 : Kilométrages annuels moyens par type de véhicules en 2000 et 2003

Pour toutes les catégories de véhicules, hormis les véhicules utilitaires, le kilométrage moyen annuel parcouru est en baisse. Cette diminution vient en partie compenser l'augmentation du parc de véhicule. Un autre paramètre vient également compenser cette hausse dans le bilan des consommations total de carburants : la consommation moyenne des véhicules qui baisse régulièrement depuis plusieurs années.

CONSOMMATIONS UNITAIRES (en litres au 100km) <i>source : [15]</i>	2000	2003	
Voitures essence	8.07	7.81	-3%
Voitures gazole	6.67	6.54	-2%
VUL essence	9.51	9.25	-3%
VUL gazole	9.72	9.57	-2%
Poids lourds gazole	37.69	36.72	-3%
Bus et cars gazole	32.60	31.88	-2%

Tableau I-3 : Consommations unitaires moyennes par type de véhicules en 2000 et 2003

Evolution des consommations de carburants entre 2000 et 2003

On enregistre en trois ans, tant au niveau national que régional, une diminution des consommations d'essence et une hausse des consommations de diesel. Le tableau suivant présente les consommations à l'échelle nationale, les données régionales étant la propriété du CPDP ne peuvent être données ici.

Consommations de Carburants (tous transports routiers) <i>source : [15]</i>	2000	2003	
essence	18 955	16 874	-11%
gazole	32 355	35 328	9%

Tableau I-4 : Consommations nationales d'essence et de diesel pour les années 2000 et 2003

II.1 Polluants ayant un impact sanitaire et environnemental

II.1.1 La pollution acide, l'eutrophisation et la pollution photochimique

Les pluies acides

Le dioxyde de **soufre** (SO₂) et les **oxydes d'azotes** (NO_x) sont les principaux polluants en cause dans la formation des pluies acides. D'autres polluants peuvent contribuer aux pluies acides, notamment **l'ammoniac** (NH₃) émis principalement par les activités agricoles et dans une moindre mesure par l'industrie.

La pollution photochimique.

La pollution photochimique (ou pollution photo-oxydante) est un ensemble de phénomènes complexes qui conduisent à la formation d'ozone troposphérique et d'autres composés oxydants (aldéhydes, composés organiques nitrés, acide nitrique,...) à partir de polluants primaires ou précurseurs : **oxydes d'azote** (NO_x) et **composés organiques volatils** (COV) et d'énergie apportée par le rayonnement Ultra Violet (UV) solaire. Le **monoxyde de carbone** (CO) participe également à la formation de l'ozone troposphérique. Ces phénomènes ont lieu dans les couches d'air proches du sol et dans la troposphère libre, où l'ozone, gaz agressif et à fort pouvoir oxydant, provoque toux, altération pulmonaire et irritations oculaires, surtout chez les enfants et les asthmatiques.

L'eutrophisation

L'eutrophisation est due à un apport excessif en nutriments, notamment en azote d'origine atmosphérique (**oxydes d'azote** (NO_x) et **ammoniac** (NH₃)), et en matières organiques biodégradables issues de l'activité humaine. Elle s'observe surtout dans les milieux aquatiques, où elle conduit à une diminution de la biodiversité floristique et faunistique et peut mener à terme à la mort de l'écosystème.

Effet sur la santé

Outre les effets sur l'environnement, certains de ces polluants ont également des effets nuisibles sur la santé humaine. C'est le cas du **dioxyde d'azote** (NO₂), qui peut dès 200 µg/m³, entraîner une altération de la fonction respiratoire, ou du **monoxyde d'azote** (NO), gaz irritant pour les bronches. Le **dioxyde de soufre** (SO₂) est un agent irritant. L'ammoniac est un gaz irritant, lacrymogène. Le cas des **composés organiques volatils** (COV) est plus complexe : certains composés organiques tels que les aromatiques, les oléfines provoquent des irritations des yeux. Les aldéhydes sont de puissants irritants des muqueuses. D'autres tels que le benzène, sont cancérigènes.

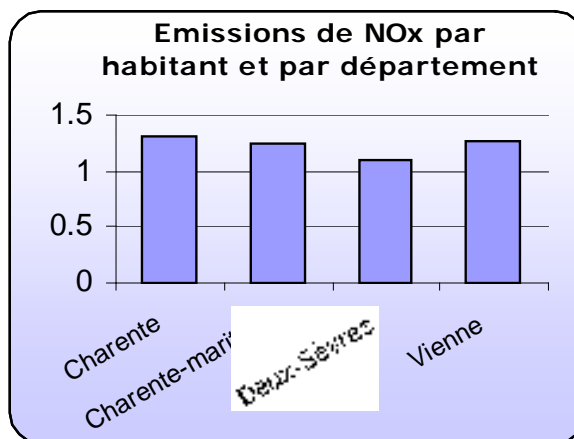
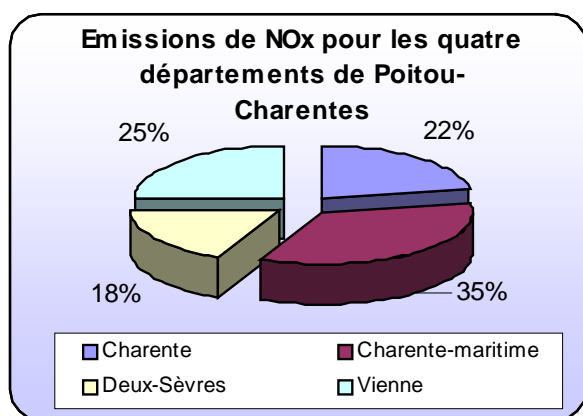
II.1.2 Les oxydes d'azote : NO_x

Le tableau ci-dessous présente les émissions départementales de NO_x liées aux transports routiers en 2003.

	NOx en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	NOx en kg/habitant
Charente	4 406	339 628	1.30
Charente-maritime	6 959	557 024	1.25
Deux-Sèvres	3 694	334 392	1.10
Vienne	5 041	399 024	1.26
Région Poitou-Charentes	20 100	1 630 068	1.23

Tableau II-1 : Emissions de NOx pour les transports routiers en tonne/an pour l'année 2003

Le transport routier est le principal émetteur d'oxydes d'azote de la région (52% en 2000 [8]).



La Charente-Maritime, le département le plus peuplé de la région, représente 35% des émissions des émissions de NOx liées aux transports. Ses émissions sont d'autant plus élevée qu'il est traversé par l'autoroute A10. Lorsque l'on ramène les émissions au nombre d'habitant, c'est sur le département de la Charente, peu densément peuplé, que l'on trouve les valeurs les plus élevées.

Répartition des émissions d'oxydes d'azote par classes de véhicules

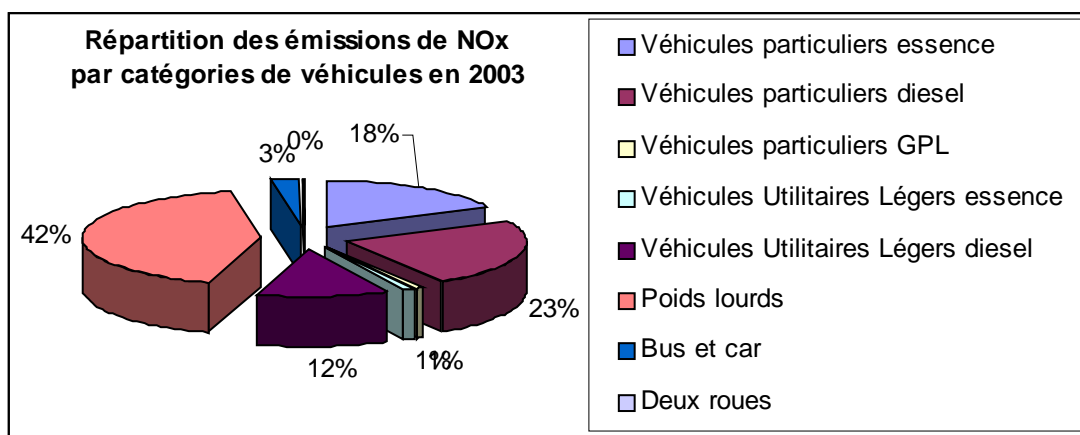


Figure II-1 : Graphique de répartition des émissions de NOx par classes de véhicules en 2003

Les émissions d'oxydes d'azote sur la région sont majoritairement liées aux poids lourds (42%).

Parmi les véhicules particuliers, les véhicules diesel prennent une place plus importante que les véhicules essence.

Table des tableaux

Comme le montre la Figure ci-dessus, ils ont effectivement des émissions unitaires plus importantes dans les basses vitesses.

Dans les vitesses plus élevées, leurs émissions unitaires sont un peu plus importantes que pour les véhicules essence, mais l'écart est alors assez faible.

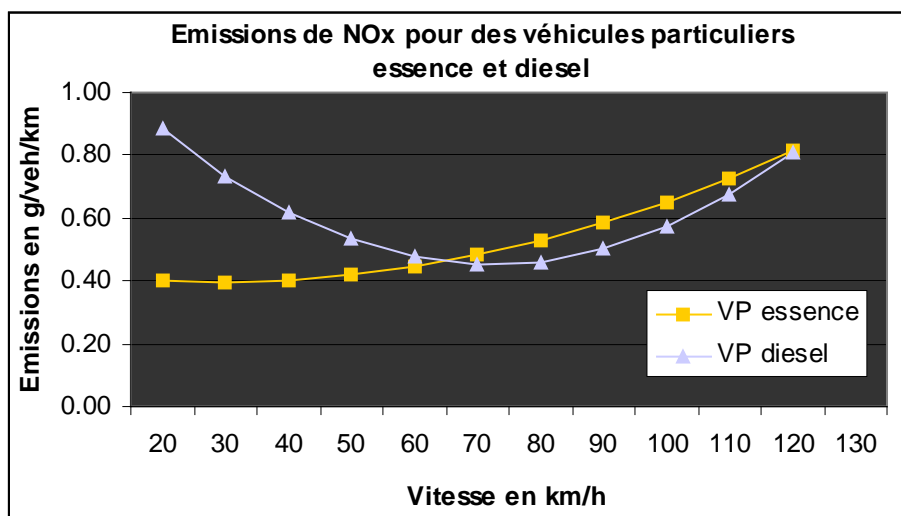


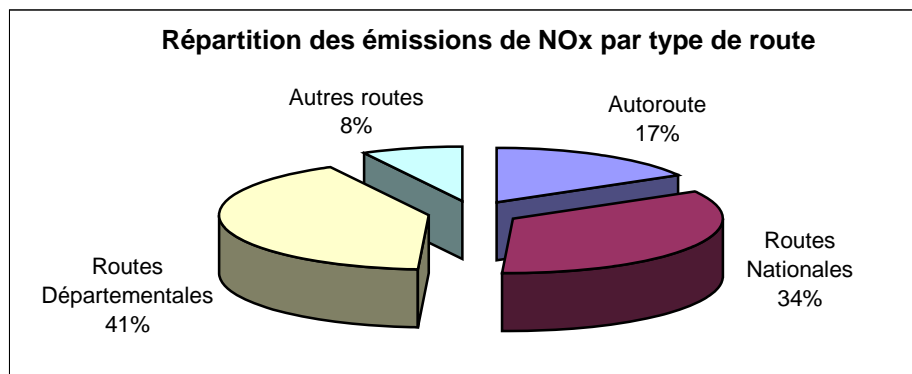
Figure II-2 : Emissions de NOx pour des véhicules particuliers essence et diesel moyen en 2003 en fonction de la vitesse

La situation s'est inversée par rapport aux bilan régional des émissions de l'année 2000, où les véhicules essences émettaient plus de NOx que les véhicules diesels particuliers. A cela deux raisons : d'une part les progrès sur les émissions de NOx des véhicules essences ont été plus flagrants que sur ceux des véhicules diesels, et d'autre part, les consommations d'essence entre 2000 et 2003 ont diminuée, alors que les consommations de diesel augmentaient[4]. Ces deux raisons expliquent que la part des émissions des véhicules particuliers diesels soit devenue plus importante que celle des véhicules particuliers essences.

Répartition des émissions par type de route

Classe administrative	Emissions de NOx en tonne/an	% des émissions totales	Longueur du réseau	Emissions en tonne/km/an
Autoroute	3 373	17%	322	10.48
RN	6 843	34%	1 088	6.29
RD	8 294	41%	19 151	0.43
Autres routes	1 590	8%	38 694	0.04
Total	20 100		59 255	0.34

Tableau II-2 : Répartition des émissions de NOx par type de route en 2003 sur la région Poitou-Charentes



Avec seulement 0,5% de la longueur totale du réseau, les autoroutes représentent 17% des émissions d'oxydes d'azote liées aux transports routiers.

Inversement, le réseau secondaire dont la longueur totalise les deux tiers de la longueur du réseau total ne représente que 8% des émissions liées aux transports.

Les émissions pour les quatre principales agglomérations de la région

Agglomération	NOx
CDA d'Angoulême	560
CDA de La Rochelle	898
CDA de NIORT	1 065
CDA de Poitiers	1 089

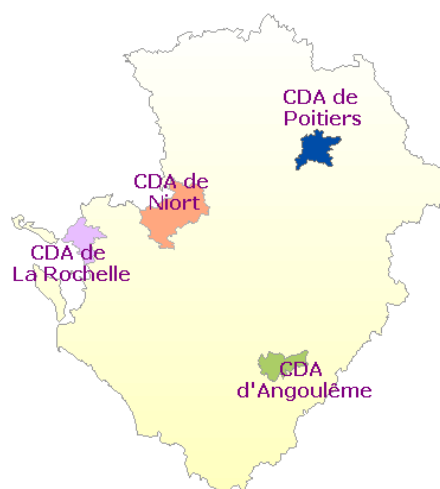


Tableau II-3 Emissions de NOx liées aux transports pour les quatre principales agglomérations de la région.

Les valeurs d'émissions plus élevées que l'on retrouve sur les agglomérations de Niort et Poitiers sont expliquées par la présence sur le territoire des deux agglomérations de voies supportant un trafic interrégional, voir international (A10, N10,...).

Evolution des émissions d'oxydes d'azote liées aux transports entre 2000 et 2003 :

En 2000, les émissions de NOx liées aux transports routiers étaient de 25 412 tonnes, on enregistre donc une baisse des émissions de 5 312 tonnes (-21%).

La baisse observée depuis 1993 dans le secteur des transports routiers est principalement imputable à l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques.

Le pot catalytique sur un véhicule permet de dégrader une part très importante des oxydes d'azote en diazote (N₂), naturellement très abondants dans l'air.

Par ailleurs, l'entrée en vigueur de la norme Euro III pour les poids lourds en 2002 et de la norme Euro IV depuis 2005 pour les véhicules particuliers contribuera probablement à diminuer davantage les émissions de NOx du transport à l'avenir [9].

La baisse enregistrée entre 2000 et 2003 est particulièrement importante, malgré l'augmentation du parc de véhicule, pour plusieurs raisons :

- Le pot catalytique : comme expliqué précédemment c'est la raison principale

Table des tableaux

- La baisse du nombre de véhicules particulier essence au profit des véhicules particuliers diesels, qui émettent moins de NOx
- La diminution des distances parcourues, principalement pour les véhicules particulier, mais aussi pour les poids lourds
- L'amélioration des performances des moteurs, avec entre autre la diminution des quantités de carburants consommés au kilomètre.

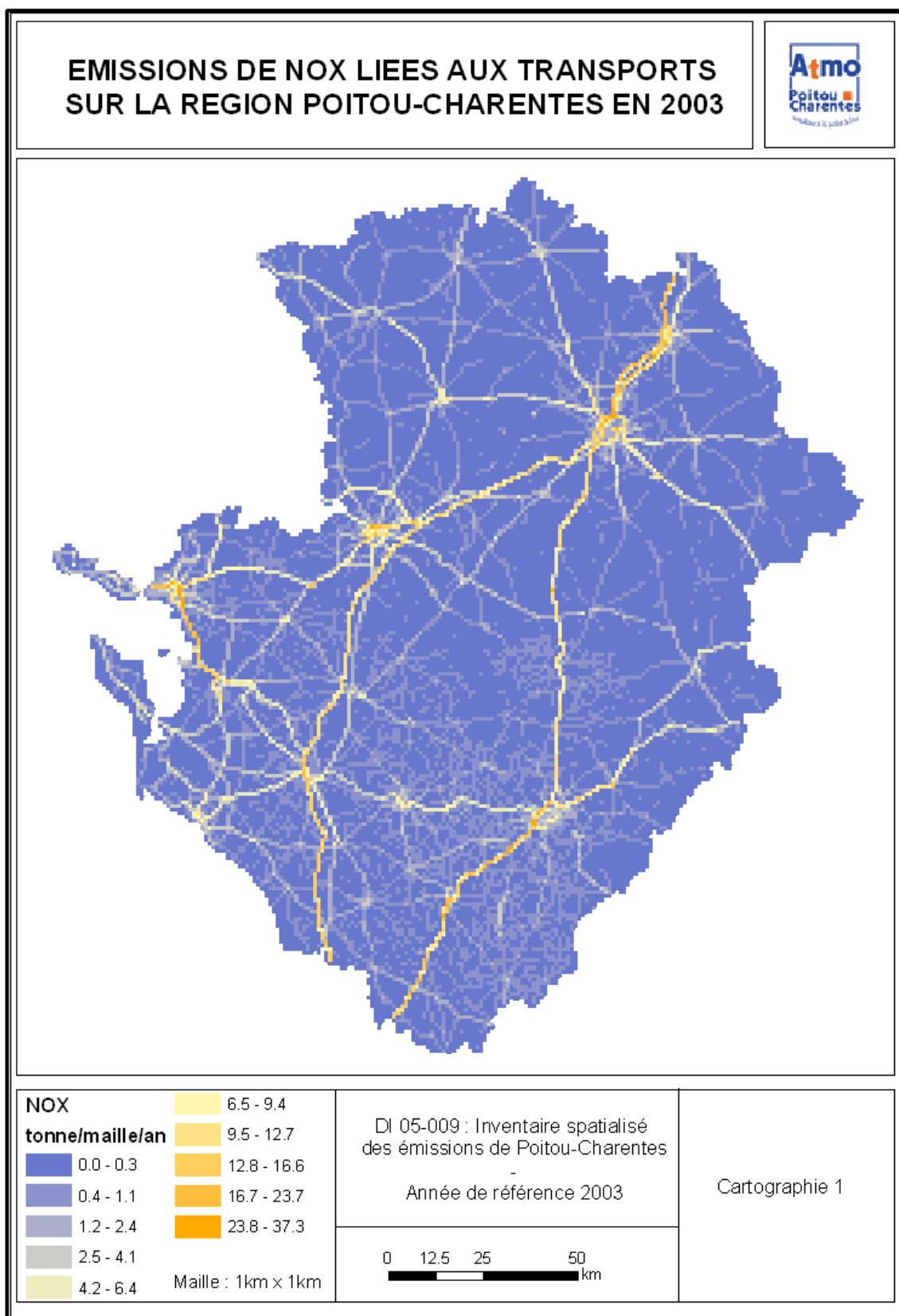


Figure II-3 : Cartographie des émissions de NOx sur la région Poitou-Charentes en 2003

II.1.3 Le monoxyde de carbone : CO

Le tableau ci-dessous présente les émissions départementales de CO liées aux transports routiers en 2003.

	CO en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	CO en kg/habitant
Charente	5 552	339 628	1.63
Charente-maritime	10 156	557 024	1.82
Deux-Sèvres	6 109	334 392	1.83
Vienne	7 468	399 024	1.87
Région Poitou-Charentes	29 285	1 630 068	1.80

Tableau II-4 : Emissions de CO des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003

Le secteur des transports est, juste derrière le secteur résidentiel, le second émetteur de monoxyde de carbone de la région (38% en 2000 [8])

Répartition des émissions de monoxyde de carbone par classes de véhicules

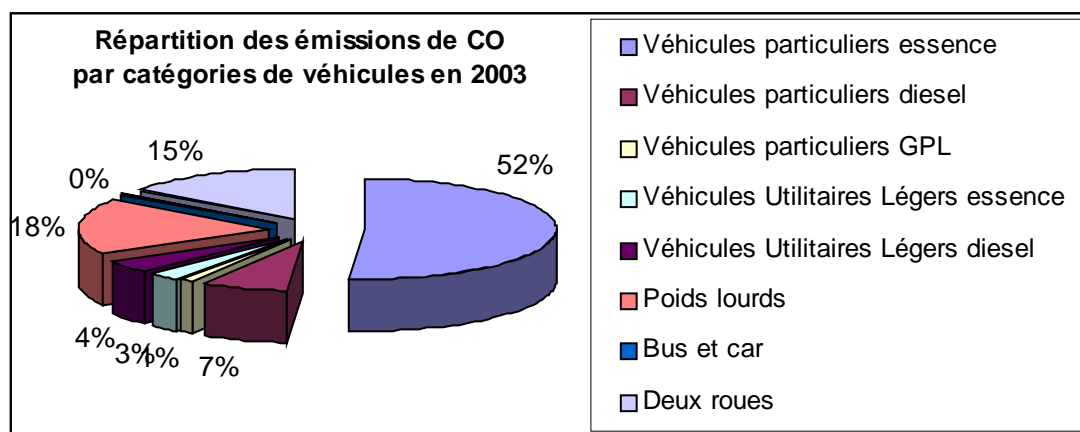


Figure II-4 : Graphique de répartition des émissions de CO par classes de véhicules

Dans un moteur, par principe, la combustion s'effectue avec un excès de carburant par rapport à l'oxygène, d'où les émissions consécutives d'imbrûlés, dont le CO. La quantité de CO émis varie fortement selon le type de véhicule et les conditions de trafic. Au démarrage, quand le moteur est encore froid, ou lorsqu'il tourne au ralenti, les émissions sont maximales. Quand le régime du moteur augmente, les émissions de CO diminuent.

Ce sont principalement les véhicules légers essences qui sont responsables des émissions de CO du secteur. Compte tenu de leur combustion avec un excès d'air, les moteurs diesel émettent moins de CO que les moteurs à essence, comme le montre la figure suivante, qui représente les émissions unitaires d'un véhicule particulier (VP) essence et d'un VP diesel moyen en 2003 en fonction de la vitesse.

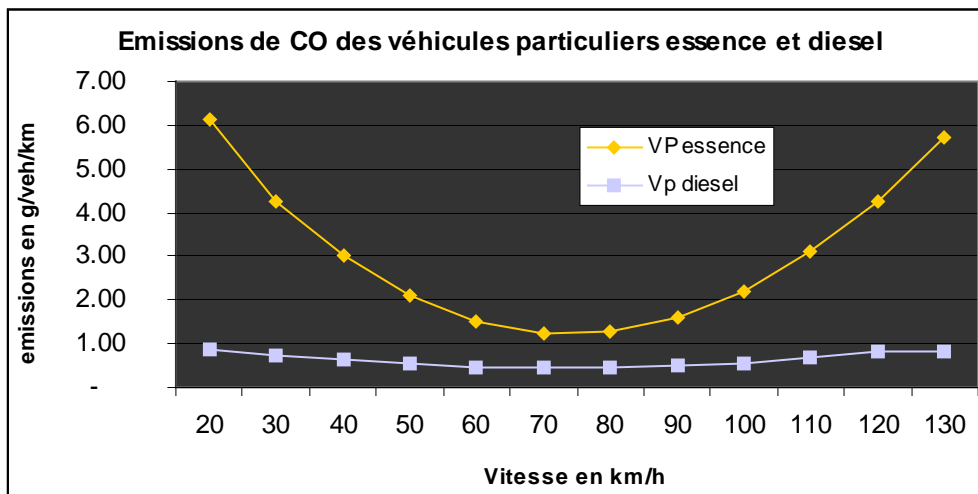
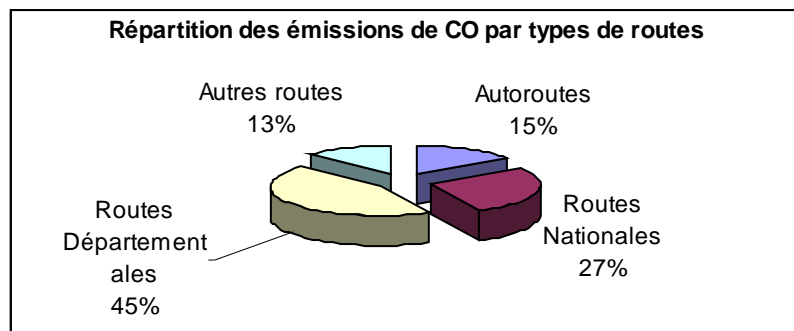


Figure II-5 :Emissions de CO pour des véhicules particuliers essence et diesel moyen en 2003 en fonction de la vitesse

Répartition des émissions par type de route

Classe administrative	Emissions de CO en tonne/an	% des émissions totales	Longueur du réseau	Emissions en tonne/km/an
Autoroutes	4 538	15%	322	14.09
RN	8 010	27%	1 088	7.36
RD	12 902	45%	19 151	0.67
Autres routes	3 834	13%	38 694	0.10
Total	29 285		59 255	0.49

Tableau II-5:Répartition des émissions de CO par type de route en 2003 sur la région Poitou-Charentes

***Evolution des émissions de monoxyde de carbone liées aux transports entre 2000 et 2003 :***

En 2000, les émissions de monoxyde de carbone liées aux transports étaient de 41 487 tonnes, soit une diminution des émissions de 12 kilotonnes (-29%) .

Cette baisse s'explique par les normes environnementales imposées depuis 1973 aux véhicules routiers et en particulier l'équipement des véhicules en pots catalytiques. Le pot catalytique permet en effet de transformer une partie des émissions de monoxyde de carbone en dioxyde de carbone.

II.1.4 Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques : COVNM

Le tableau ci-dessous présente les émissions départementales de COVNM liées aux transports routiers en 2003.

	COVNM en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	COVNM en kg/habitant
Charente	1 038	339 628	3.06
Charente-maritime	1 640	557 024	2.94
Deux-Sèvres	910	334 392	2.72
Vienne	1 151	399 024	2.88
Région Poitou-Charentes	4 739	1 630 068	2.91

Tableau II-6 :Emissions de COVNM des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003

Les émissions de COVNM proviennent de la combustion des carburants mais aussi de l'évaporation d'essence, pendant que le moteur tourne, au moment de l'arrêt du moteur et lors du stationnement.

Ce sont avant tout les véhicules essence, parmi lesquels les deux roues prennent ici une place importante, qui vont être responsables des émissions de COVNM.

Les deux roues, bien que ne représentant qu'une faible part du trafic, ont en effet des émissions unitaires de COV supérieures à celles des véhicules particuliers essence ou diesel.

Evolution des émissions de COVNM liées aux transports entre 2000 et 2003 :

En 2000, les émissions de COVNM étaient de 7 088 tonnes. En 2003, les émissions de COVNM ont donc été réduites de 2 349 tonnes (-33%). Cette baisse est liée principalement à la baisse des consommations d'essence enregistrée entre 2000 et 2003, mais aussi à la généralisation du pot catalytique, qui permet de réduire les émissions de COVNM.

II.1.5 Le benzène

Le tableau ci-dessous présente les émissions départementales de benzène liées aux transports routiers en 2003.

	Benzène en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	benzène en kg/habitant
Charente	22	339 628	0.06
Charente-maritime	41	557 024	0.07
Deux-Sèvres	25	334 392	0.07
Vienne	28	399 024	0.07
Région Poitou-Charentes	116	1 630 068	0.07

Tableau II-7 :Emissions de benzène des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 en Poitou-Charentes

Le benzène est un Composé Organique Volatil aromatique cancérigène. Le benzène joue un rôle important en tant que précurseur d'ozone.

Table des tableaux

Les émissions de benzène proviennent principalement de l'évaporation et de la combustion de produits pétroliers. Les transports routiers représentent la principale source de benzène.

Les émissions de benzène sont un peu plus faibles pour les moteurs diesel que pour les moteurs à essence non catalysés ; la présence d'un catalyseur réduit les émissions de benzène dans des proportions que l'on peut supposer équivalentes à celles des COV.

II.1.6 Le dioxyde de soufre : SO₂

Le tableau ci-dessous présente les émissions départementales de SO₂ liées aux transports routiers en 2003.

	SO ₂ en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	SO ₂ en kg/habitant
Charente	172	339 628	0.51
Charente-maritime	288	557 024	0.52
Deux-Sèvres	155	334 392	0.46
Vienne	205	399 024	0.51
Région Poitou-Charentes	821	1 630 068	0.50

Tableau II-8 : Emissions de SO₂ des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 en Poitou-Charentes

Le dioxyde de soufre est un sous-produit de combustion du soufre contenu dans des matières organiques. Les émissions de SO₂ sont donc directement liées aux teneurs en soufre des combustibles. C'est un marqueur traditionnel de la pollution d'origine industrielle.

Les transports routiers, dont les émissions de SO₂ sont majoritairement liées aux consommations de diesel, contribuent peu aux émissions de dioxyde de soufre de la région (8% en 2000 [8]).

Evolution des émissions de dioxyde de soufre liées aux transports entre 2000 et 2003 :

En 2000, les émissions de SO₂ liées aux transports étaient de 790 tonnes, soit une augmentation en 2003 de 31 tonnes (4%). Cette augmentation est directement liée à l'augmentation des consommations de diesel.

II.1.7 L'ammoniac : NH₃

Le tableau ci-dessous présente les émissions départementales de NH₃ liées aux transports routiers en 2003.

	Emissions de NH ₃ en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	NH ₃ en kg/habitant
Charente	116	339 628	0.34
Charente-maritime	221	557 024	0.40
Deux-Sèvres	121	334 392	0.36
Vienne	140	399 024	0.35
Région Poitou-Charentes	598	1 630 068	0.37

Tableau II-9 : Emissions de NH₃ des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 en Poitou-Charentes

Le transport est un émetteur marginal d'ammoniac. En 2000, il ne représentait que 1.4% des émissions d'ammoniac de la région.

Evolution des émissions d'ammoniac liées aux transports entre 2000 et 2003 :

En 2000, les émissions d'ammoniac étaient de 482 tonnes, soit une augmentation en 2003 de 116 tonnes. Cette augmentation est d'une part liée à l'augmentation du trafic, et d'autre part à la généralisation des pots catalytique, qui ont pour conséquence une légère augmentation des émissions unitaires d'ammoniac.

II.1.8 Les particules en suspension

II.1.8.1 PM totales et granulométrie

Le tableau ci-dessous présente les émissions départementales de poussières liées aux transports routiers en 2003.

	PM totales en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	PM totales en kg/habitant
Charente	440	339 628	1.30
Charente-maritime	752	557 024	1.35
Deux-Sèvres	405	334 392	1.21
Vienne	529	399 024	1.33
Région Poitou-Charentes	2 126	1 630 068	1.30

Tableau II-10 :Emissions de poussières des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 en Poitou-Charentes

Le secteur des transports routiers contribue peu aux émissions totales de poussières de la région (5% en 2000 [12]). Les émissions du secteur sont liées principalement à la combustion de gazole, mais également à l'usure des pneumatiques, plaquettes de freins et revêtement de la route [3].

Les particules issues des pots d'échappement des véhicules se caractérisent par leur très petite taille, qui leur confère une aptitude particulière à pénétrer très profondément dans les voies aériennes d'où elles mettront beaucoup plus de temps à être éliminées. Dans la gamme des tailles de ces particules ultra-fines, de l'ordre de 20 à 40% pourront se déposer au niveau alvéolo-interstitiel. D'un point de vue biologique et sanitaire, ces particules ultra-fines sont donc les plus préoccupantes. Les plus grosses particules (> 10 µm) sont retenues par les voies respiratoires supérieures.

Granulométrie des poussières

	PM totales	PM10	PM2.5	PM1
Usure des freins et pneumatiques	467	354	190	36
Usure de la route	384	192	103	0
Consommation de carburants	1 274	1223	1147	1045
Total	2 126	1770	1441	1081

Figure II-6 : Emissions de poussières et granulométrie pour le secteur routier de la région Poitou-Charentes en 2003

II.1.9 Les métaux lourds

Le tableau ci-dessous présente les émissions de métaux lourds liées aux transports routiers en 2003.

	CU	CD	CR	NI	PB	ZN	SE
Emissions en kg/an en Poitou-Charentes pour 2003	27 647	1	37	170	753	7 342	9

Tableau II-11 : émissions de métaux lourds liées aux transports routiers en 2003 pour la région Poitou-Charentes

Les émissions de métaux lourds sont directement dépendantes des teneurs en métaux lourds des carburants et matériaux susceptibles d'émettre des particules d'usure lors de leur utilisation (pneumatiques, plaquettes de freins, revêtement de la route,...)

Or, ces valeurs varient de manière très importante selon les sources (il y a par exemple plus d'un facteur 350 sur les teneurs en cuivre des plaquettes de freins de différentes sources).

L'incertitude sur les émissions de métaux lourds est donc particulièrement élevée, et les résultats d'un inventaire à l'autre pourront être très différents en fonction des sources bibliographiques choisies.

Dans le cas du cadastre des émissions de Poitou-Charentes, la source de données choisie est la seule source de données Françaises proposées par la méthodologie EMEP/CORINAIR parmi les données les plus récentes [3].

Cuivre : Cu

Deux secteurs prédominent en France dans les émissions de cuivre : le transport routier et les autres transports avec respectivement 50% et 31% des émissions en France métropolitaine en 2003 [9].

Les émissions du transport routier sont principalement imputables à l'usure des plaquettes de frein.

Cadmium : Cd

Les émissions de cadmium proviennent principalement de la combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd mais également de la biomasse.

Les émissions de cadmium liées aux transports sont marginales.

Chrome : Cr

Les traces de ce métal dans les combustibles conduisent au cours de la combustion à des émissions atmosphériques de chrome relativement faibles, comme dans le cas des transports, qui contribuent peu aux émissions totales de chrome

Nickel : Ni

Deux secteurs prédominent dans les émissions de nickel : la transformation d'énergie et l'industrie. Les transports routiers contribuent faiblement aux émissions de nickel.

Plomb : Pb

Les émissions de plomb en France sont en très forte baisse depuis 1990. En effet, les émissions sont passées de 4302 t en 1990 à 178t en 2003, soit une baisse de 96% sur cette période [9].

Les principaux secteurs émetteurs dépendent de l'année considérée :

- ✓ de 1990 à 1999, le transport routier était largement prédominant : 90% des émissions totales de la France métropolitaine en 1990 contre 65% en 1999,

Table des tableaux

- ✓ à partir de 1999, le transport routier a une contribution très faible puis nulle (3% en 2000 puis 0% par la suite). Le secteur qui est désormais le plus émetteur est l'industrie manufacturière.

La baisse observée entre 1990 et 2003 est imputable en quasi-totalité au transport routier et s'explique par l'introduction de carburants sans plomb et l'interdiction de l'essence plombée au 1er janvier 2000, actions liées à la mise en place de pots catalytiques.

Les émissions de plomb du secteur routier sont donc désormais uniquement liées à l'usure des garnitures de freins.

Zinc : Zn

Les émissions de zinc liées aux transports sont non négligeables, elles sont principalement imputables à l'usure des pneumatiques et des plaquettes de frein.

Sélénium : Se

Les émissions de sélénium liées aux transports routiers sont négligeables.

II.1.10 Les composés organiques persistants : POP

II.1.10.1 Les dioxines et furannes

Le secteur des transports routiers participe très peu aux émissions de dioxines et furannes de la région, qui sont principalement liées au traitement des déchets, au secteur industriel (principalement métallurgie et sidérurgie), et au secteur résidentiel.

Les facteurs d'émissions retenus sont ceux proposés par la méthodologie COPERT III [2].

Les valeurs ne sont disponibles que pour :

- ❖ Les véhicules particuliers essence antérieurs à la norme EURO I
- ❖ Les véhicules particuliers diesel à injection indirecte
- ❖ Les poids lourds

Par manque de données supplémentaires, les facteurs d'émissions des véhicules particuliers ont été attribués aux véhicules utilitaires légers.

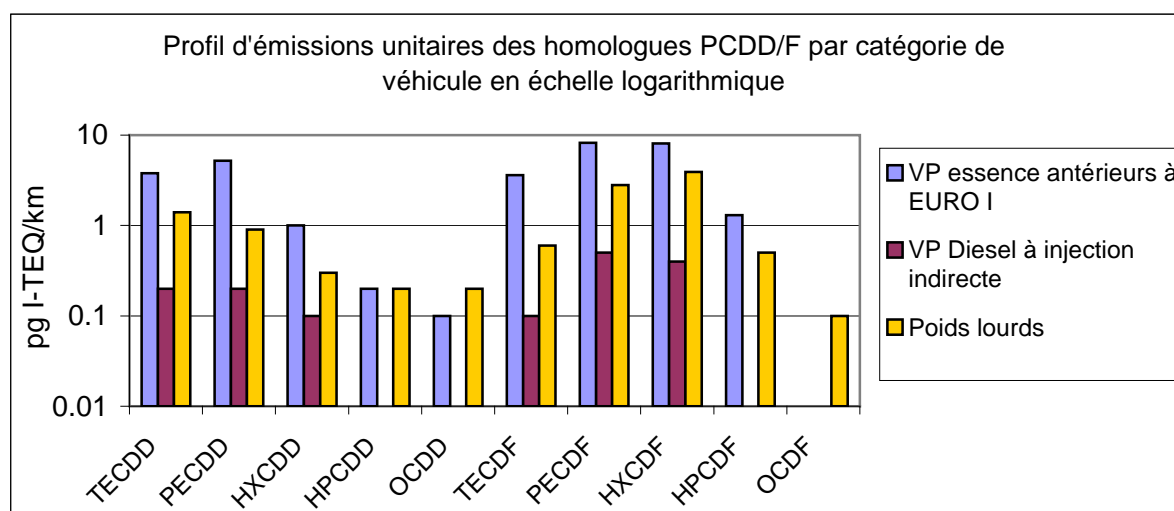


Figure II-7 : Profil d'émissions des homologues de PCDD/F par catégories de véhicules.

Les résultats sont donnés en équivalent toxique (ITEQ_{OTAN})

	Dioxines	Furannes	Total
Emissions en mg ITEQ /an	87	181	268

Tableau II-12 :Emissions de PCDD/F liées aux transports en 2003 sur la région Poitou-Charentes

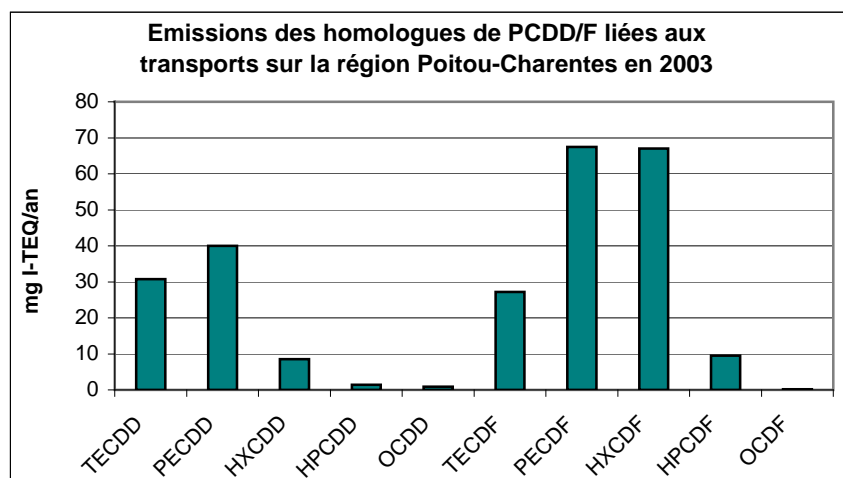


Figure II-8 : Profil d'émissions des homologues de PCDD/F liées aux transports en 2003 sur la région Poitou-Charentes

II.1.10.2 Hydrocarbures aromatiques polycycliques : HAP

Les émissions de HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) présentées sont celles des 4 HAP suivants :

- ❖ benzo(a)pyrène,
- ❖ benzo(b)fluoranthène,
- ❖ benzo(k)fluoranthène
- ❖ indeno(1,2,3-cd)pyrène.

Ces 4 HAP sont ceux définis par le protocole d'Aarhus et par le règlement n°850/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 Avril 2004.

Ce sont, également pour ces raisons, les quatre HAP pris en compte par le CITEPA.

	Emissions de HAP en g/an
indeno(1,2,3-cd)pyrene	17.57
benzo(a)pyrene	17.17
benzo(k)fluoranthène	14.51
benzo(b)fluoranthène	19.96
Total	69.21

Tableau II-13 Emissions de HAP liées aux transports en kg/an pour l'année 2003 sur la région Poitou-Charentes

Le transport est le second émetteur de HAP de la région, très loin derrière les secteurs résidentiel et tertiaire.

En 2000, les émissions de HAP des transports ne représentaient que 7% des émissions de HAP de la région[12].

II.2 Les gaz à effet climatique

II.2.1 L'effet de serre

L'effet de serre est un phénomène avant tout naturel de piégeage par l'atmosphère du rayonnement de chaleur émis par la terre sous l'effet des rayons solaires. Sans lui, la température moyenne à la surface de la terre serait de -18°C au lieu des 15°C enregistrés actuellement.

Le groupe de gaz responsables de ce phénomène est présent dans l'atmosphère à l'état de trace : il s'agit pour l'essentiel de la vapeur d'eau, du gaz carbonique (CO_2), du méthane (CH_4) et du protoxyde d'azote (N_2O), mais aussi des CFC (chlorofluorocarbures), des SF_6 et de l'ozone. C'est parce que les teneurs atmosphériques du CO_2 , CH_4 et N_2O sont naturellement très faibles que les émissions dues aux activités humaines sont en mesure de les modifier sensiblement, entraînant à priori, un renforcement de l'effet de serre, et par suite, des modifications du climat.

II.2.2 Le méthane : CH_4

Le tableau ci-dessous présente les émissions départementales de CH_4 liées aux transports routiers en 2003.

	CH4 en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	CH4 en kg/habitant
Charente	97	339 628	0.029
Charente-maritime	162	557 024	0.029
Deux-Sèvres	96	334 392	0.029
Vienne	121	399 024	0.030
Région Poitou-Charentes	476	1 630 068	0.029

Tableau II-14 :Emissions de CH_4 liées aux transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 sur la région Poitou-Charentes

En 2000, les émissions du transports routiers représentaient 0.5 % des émissions de méthane de la région (source [8]).

Evolution des émissions de méthane liées aux transports entre 2000 et 2003 :

En 2000, les émissions de méthane de la région étaient de 541 tonnes/an, soit une diminution de 65 tonnes en 2003 (-12%).

Le méthane fait partie des polluants qui, tant au niveau national que régional, voient leurs émissions routières en baisse, grâce à l'amélioration des technologies sur les motorisations.

II.2.3 Le protoxyde d'azote : N_2O

Le tableau ci-dessous présente les émissions départementales de N_2O liées aux transports routiers en 2003.

	N ₂ O en tonne/an	Population 1999 (INSEE)	N ₂ O en kg/habitant
Charente	89	339 628	0.026
Charente-maritime	169	557 024	0.030
Deux-Sèvres	95	334 392	0.028
Vienne	113	399 024	0.028
Région Poitou-Charentes	467	1 630 068	0.029

Tableau II-15 : Emissions de N₂O pour les transports routiers en tonne/an pour l'année 2003

Le secteur des transports ne contribue que peu aux émissions régionales de protoxyde d'azote (4% en 2000 [8])

Evolution des émissions de protoxyde d'azote liées aux transports entre 2000 et 2003 :

En 2000, les émissions de protoxyde d'azote étaient de 463 tonnes, soit une évolution négligeable de 4 tonnes en 2003.

Le protoxyde d'azote est un des rares polluants pour lequel le pot catalytique entraîne des émissions à la hausse.

Le chapitre suivant vient en complément du bilan des émissions présenté précédemment. Il revient plus en détail sur les facteurs qui influencent les émissions liées aux transports.

III.1 La vitesse des véhicules

Les émissions sont très dépendantes de la vitesse des véhicules et ne varient pas de la même manière selon le polluant considéré, la catégorie de véhicule ou le type de réseau.

Les graphiques suivants représentent l'évolution des émissions en fonction de la vitesse sur les trois types de réseau pour :

- ❖ un véhicule particulier essence moyen pour 2003
- ❖ un véhicule particulier diesel moyen pour 2003
- ❖ un poids lourd moyen pour 2003

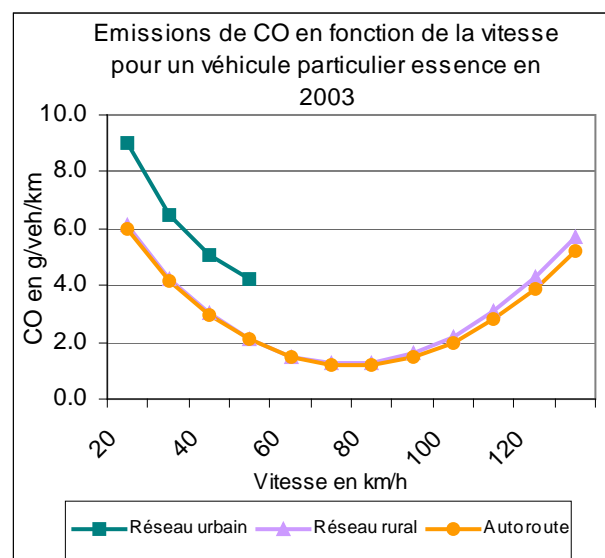
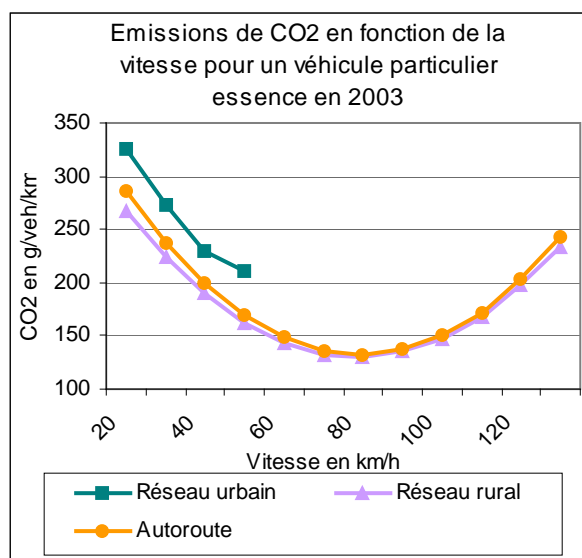
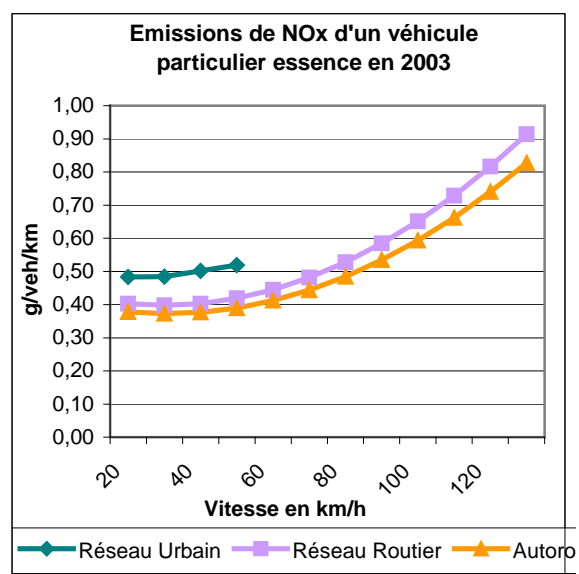
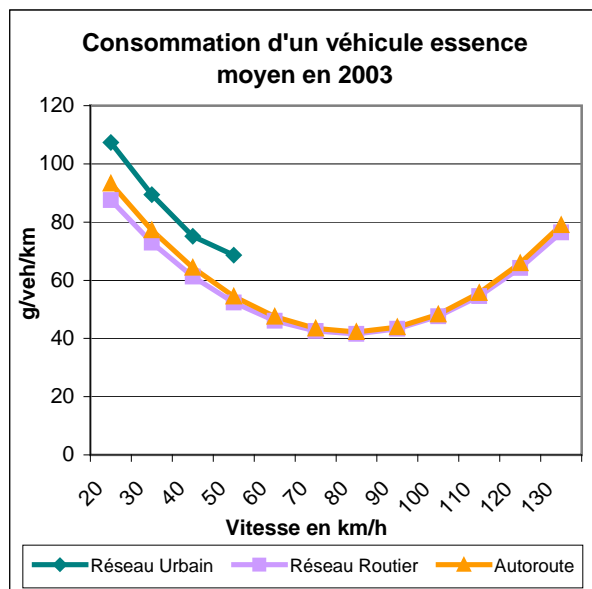
Le terme « moyen » signifie que les résultats ont été calculés pour tous les types de véhicules existants dans la catégorie donnée, puis moyennés en pondérant avec le parc de véhicule de l'année 2003.

Les valeurs sont ainsi représentatifs d'un véhicule « moyen » en 2003. Tous ces résultats ont été calculés à partir des équations de la méthodologie COPERT III.

III.1.1 Les véhicules particuliers roulant à l'essence

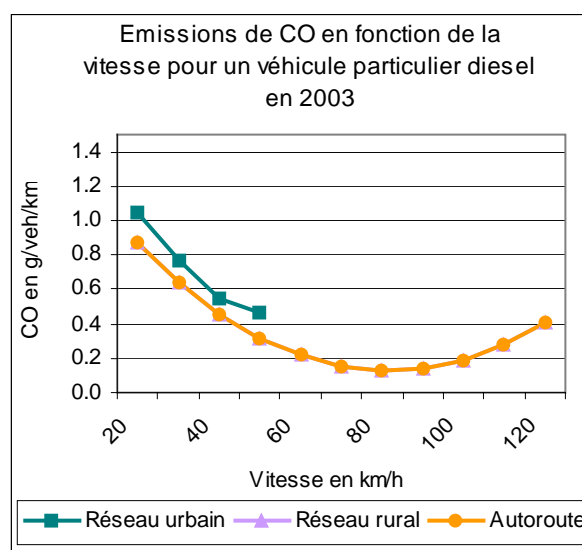
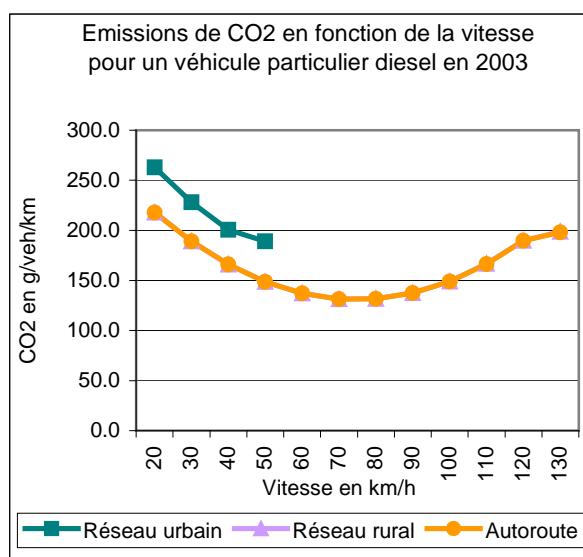
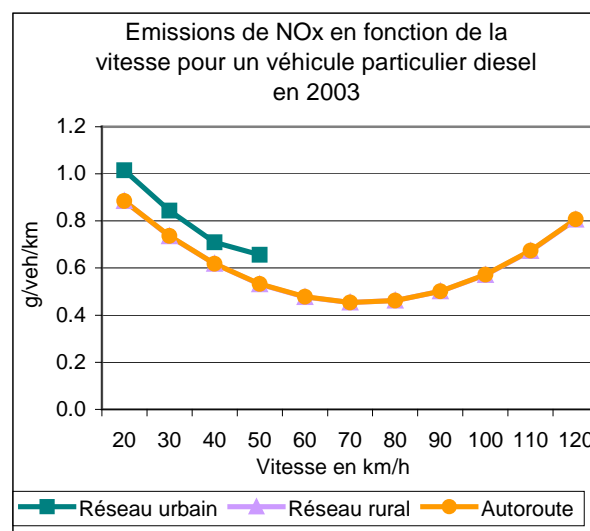
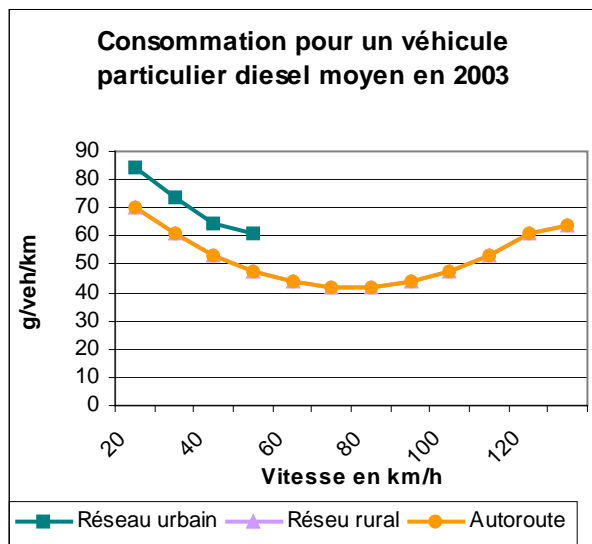
Les émissions des véhicules n'évoluent pas de la même manière avec la vitesse selon le polluant considéré. Ainsi les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) des véhicules particuliers essences vont croître régulièrement avec l'augmentation de la vitesse du véhicule. Les limitations de vitesses pour ce type de véhicules auront donc des effets bénéfiques sur les émissions de NO_x, polluants précurseurs d'ozone, et nocif en lui-même pour la santé humaine.

En revanche, les émissions de monoxyde de carbone (CO) et de dioxyde de carbone (CO₂) ont un comportement très différent : leurs émissions diminuent entre environ 0 et 80 km/h, soit la plage de vitesse utilisée en ville et sur le réseau des routes départementales. Au-delà des 80 km/h, les émissions augmentent avec la vitesse. Une réduction de la vitesse sur le réseau autoroutier, à l'origine de 16% des émissions de CO₂ des transports, peut donc avoir des effets bénéfiques sur les émissions pour ce type de véhicule.



III.1.2 Les véhicules particuliers roulant au diesel

A la différence des véhicules particuliers essences, les courbes d'émissions des véhicules particuliers diesels en fonction de la vitesse évoluent toutes de la même manière pour les trois polluants considérés, avec un pallier minimal d'émissions situé aux environs de 80 km/h. Jusqu'à cette limite, les émissions diminuent avec l'accroissement de la vitesse. Une limitation de vitesse en ville n'aura donc pas d'effet bénéfique sur les émissions pour ces trois polluants et pour ce type de véhicule. En revanche, au-delà de 80 km/h, les émissions augmentent avec la vitesse. Une réduction de la vitesse sur le réseau autoroutier aura donc un effet bénéfique sur les émissions de ces polluants.



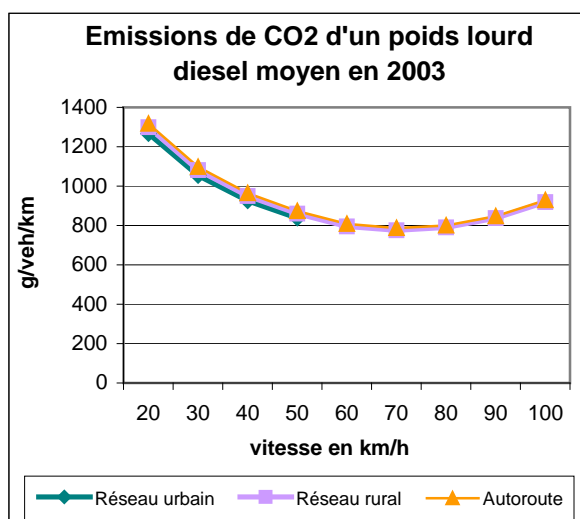
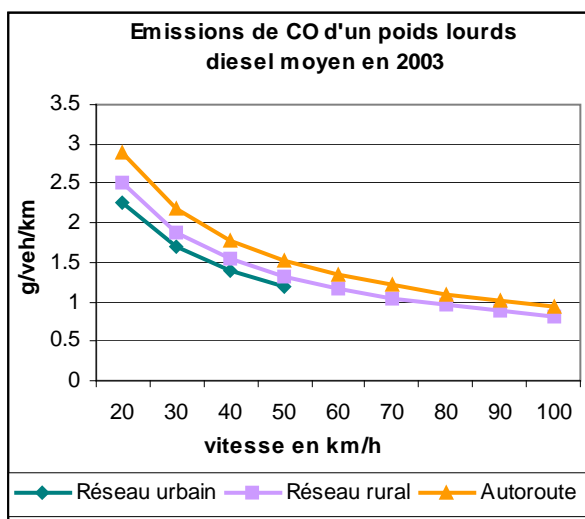
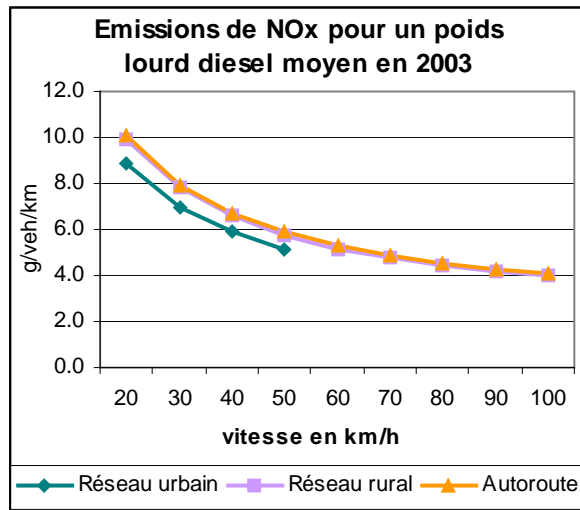
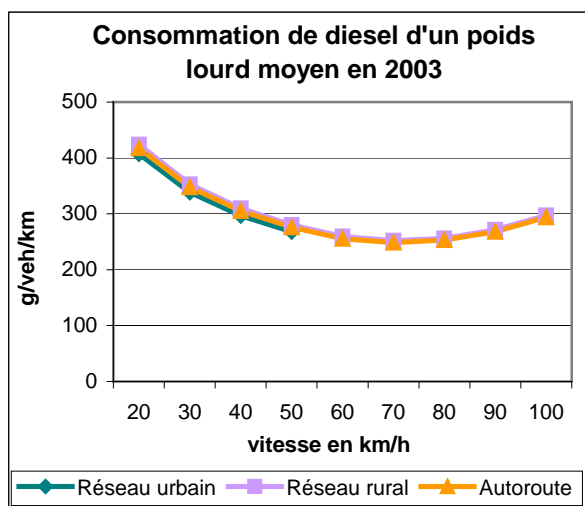
III.1.3 Le pourcentage de poids lourds

Les courbes d'émissions d'oxydes d'azote et de monoxyde d'azote des poids lourds en fonction de la vitesse ont un profil très différent de ceux des véhicules particuliers. En effet les émissions de NOx et CO des poids lourds décroissent régulièrement avec l'augmentation de la vitesse. Ceci est particulièrement vrai dans les vitesses les moins élevées, où la pente de la courbe est plus forte.

D'un point de vue purement environnemental, une réduction de la vitesse sur le réseau urbain et départemental aura donc tendance à entraîner une augmentation des émissions des poids lourds pour les NOx, CO et CO₂.

En revanche, les émissions de CO₂ vont de nouveau croître avec l'augmentation de la vitesse au-delà de 70 km/h, soit la plage de vitesse utilisée sur les nationales et autoroutes.

Une réduction de la vitesse sur le réseau autoroutier et national aura donc une action positive sur les émissions de CO₂.



III.2 Le trafic de poids lourds

Le graphique suivant représente l'évolution des émissions d'oxydes d'azote, de Composés Organiques Volatils, et de monoxyde de carbone avec l'augmentation du pourcentage de poids lourd sur une voie du réseau rural.

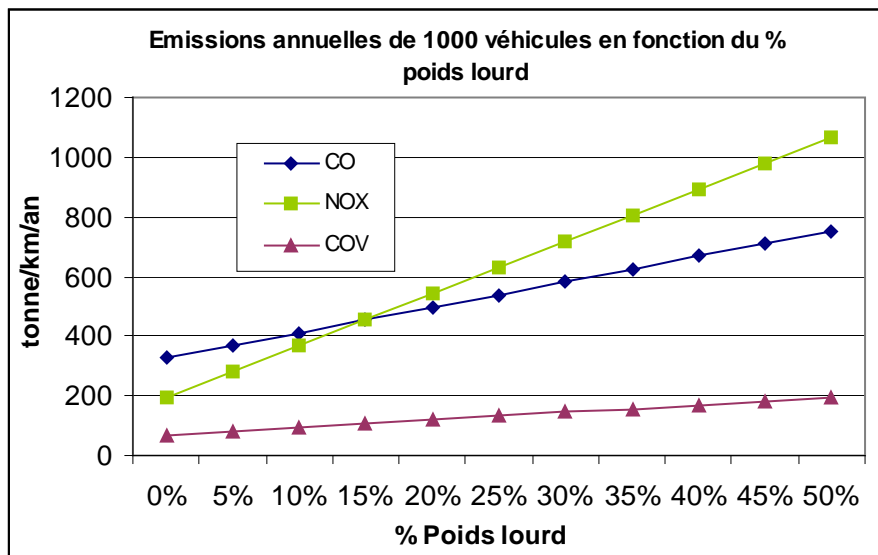


Figure III-1 : Emissions annuelles de 1000 véhicules en fonction du % poids lourd

Le graphique suivant représente le pourcentage d'augmentation des émissions sur la même voie par rapport à un trafic à 0% de poids lourds, lorsque l'on fait évoluer le pourcentage de poids lourds de la voie.

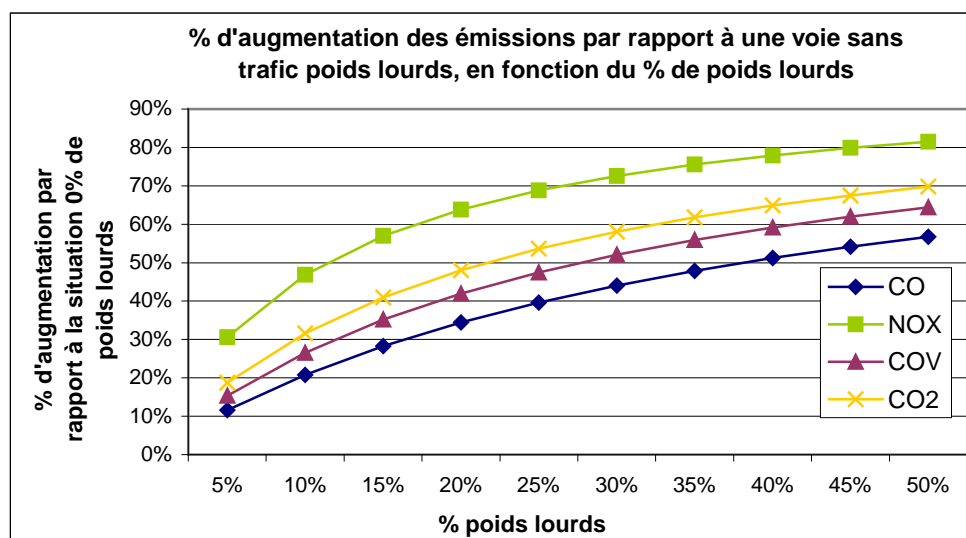


Figure III-2 : % d'augmentation des émissions par rapport à une voie sans trafic poids lourds, en fonction du % de poids lourds

Sur ces quatre polluants, les oxydes d'azote sont les plus sensibles à l'augmentation du trafic poids lourds : une augmentation de 0 à 13% du pourcentage poids lourds double les émissions d'oxydes d'azote. L'augmentation est un peu moins marquée sur les COV et le monoxyde de carbone, mais de même que pour les autres polluants, non représentés dans ce graphe, les émissions augmentent régulièrement avec l'augmentation du trafic des poids lourds. Une augmentation du trafic de poids lourds de 0 à 5% entraîne ainsi une hausse des émissions de 12 % pour le monoxyde de carbone, de 15% pour les COV et de 19% pour le dioxyde de carbone.

III.3 L'âge des véhicules

Table des tableaux

L'année de mise sur le marché d'un véhicule a une influence importante sur ses émissions, puisque d'elle dépend des normes d'émissions obligatoirement respectées par le véhicule. Depuis une trentaine d'année, les normes sur les émissions se sont succédées, tenant compte des évolutions possibles sur les motorisations et les systèmes de dépollution. L'effet de ces normes, qui poussent les constructeurs automobiles à produire des véhicules de moins en moins polluants, est très visible sur les bilans d'émissions liées aux transports, et cela malgré une augmentation régulière du trafic.

Globalement, les émissions contrôlées au niveau du pot d'échappement ont fortement diminué en dix ans.

Actuellement, la norme appliquée pour les véhicules particuliers neufs est la norme Euro IV mise en place au 1er janvier 2005 (1er janvier 2006 pour ceux commercialisés antérieurement à 2005). La mise en place d'Euro IV aboutit à des améliorations un peu moins marquées sur les véhicules essences, mais importantes en oxydes d'azote sur les véhicules particuliers diesels.

A noter que l'année de référence de l'inventaire présentée dans ce rapport étant l'année 2003, les effets de cette norme n'apparaissent pas dans les résultats.

La baisse la plus nette sur les émissions correspond à l'obligation en 1993 de l'installation d'un pot catalytique pour tous les véhicules neufs essences. Le pot catalytique sur les véhicules essence permet de réduire une grande partie des oxydes d'azote en dioxyde (N_2) naturellement très abondant dans l'air. Il a également un effet bénéfique sur le monoxyde de carbone et les hydrocarbures.

Pour les moteurs diesel, la présence d'un catalyseur oxydant sur toutes les voitures diesel neuves, depuis le 1^{er} janvier 1997, diminue les émissions d'hydrocarbure et de monoxyde de carbone.

Toujours sur les diesels, le recyclage des gaz d'échappement permet de diminuer de 30 à 50% le niveau d'émissions des NOx, mais au risque d'augmenter les émissions de particules, ces dernières pouvant être éliminées par filtration. [14]

Table des tableaux

**SYNTHESE DES EMISSIONS LIEES AUX TRANSPORTS ROUTIERS
EN 2003**

	Charente	Charente-maritime	Deux-Sèvres	Vienne	Poitou-Charentes 2003	Evolution par rapport à 2000
Les polluants ayant un impact sanitaire et environnemental en tonne/an						
NO _x	4 406	6 959	3 694	5 041	20 100	-21%
CO	5 552	10 156	6 109	7 468	29 285	-29%
COVNM	1 038	1 640	910	1 151	4 739	-33%
SO ₂	172	288	155	205	821	+4%
NH ₃	116	221	121	140	598	+24%
Les polluants ayant un effet climatique en tonne/an						
CH ₄	97	162	96	121	476	-12%
N ₂ O	89	169	95	113	467	+1%
Les particules en suspension en tonne/an						
TSP	440	752	405	529	2 126	
PM ₁₀	365	625	337	442	1 770	
PM _{2.5}	297	508	275	361	1 441	
PM ₁	222	380	207	272	1 081	
Les métaux lourds en kg/an						
NI	35	61	32	41	170	
ZN	1 529	2 635	1 392	1 785	7 342	
PB	157	270	143	183	753	
SE	2	3	2	2	9	
CR	8	13	7	9	37	
CU	5 765	9 924	5 238	6 720	27 647	
CD	0.25	0.45	0.24	0.31	1.25	
Les composés organiques persistants : POP						
Dioxines et furannes en mg ITEQ/an	52	98	54	64	268	
HAP en g/an					69	

Tableau III-1 : Synthèse des émissions par département

	CO	NOX	N2O	NH3	CH4	SO2	COVNM	PM
Véhicules particuliers essence	14 697	3 449	136	578	210	105	1 517	-
Véhicules particuliers diesel	2 109	4 603	237	9	49	288	374	511
Véhicules particuliers GPL	309	117	2	-	5	-	28	-
Véhicules Utilitaires Légers essence	801	202	1	3	5	2	68	-
Véhicules Utilitaires Légers diesel	1 264	2 375	40	2	12	114	208	290
Poids lourds	5 026	8 332	48	5	127	296	1 350	450
Bus et car	132	496	2	0	6	13	61	23
Deux roues	4 277	51	0	0	61	2	1 178	-
Usure des freins et pneumatiques								467
Usure de la route								384
Total	29 285	20 100	467	598	476	821	4 739	2 126

Tableau III-2 : Synthèse des émissions par classe de véhicule

Table des figures

Figure I-1 : Récapitulatif des polluants pris en compte par type d'émission.....	8
Figure II-1 : Graphique de répartition des émissions de NOx par classes de véhicules en 2003	14
Figure II-2 : Emissions de NOx pour des véhicules particuliers essence et diesel moyen en 2003 en fonction de la vitesse.....	15
Figure II-3 : Cartographie des émissions de NOx sur la région Poitou-Charentes en 2003	18
Figure II-4 : Graphique de répartition des émissions de CO par classes de véhicules	19
Figure II-5 :Emissions de CO pour des véhicules particuliers essence et diesel moyen en 2003 en fonction de la vitesse.....	20
Figure II-6 : Emissions de poussières et granulométrie pour le secteur routier de la région Poitou-Charentes en 2003.....	23
Figure II-7 :Profil d'émissions des homologues de PCDD/F par catégories de véhicules.	25
Figure II-8 : Profil d'émissions des homologues de PCDD/F liées aux transports en 2003 sur la région Poitou-Charentes	26
Figure III-1 : Emissions annuelles de 1000 véhicules en fonction du % poids lourd.....	33
Figure III-2 : % d'augmentation des émissions par rapport à une voie sans trafic poids lourds, en fonction du % de poids lourds	33

Table des tableaux

Tableau I-1Parc de véhicules Français pour les années 2000 et 2003	11
Tableau I-2 : Kilométrages annuels moyens par type de véhicules en 2000 et 2003	12
Tableau I-3 : Consommations unitaires moyennes par type de véhicules en 2000 et 2003.....	12
Tableau I-4 : Consommations nationales d'essence et de diesel pour les années 2000 et 2003	12
Tableau II-1 : Emissions de NOx pour les transports routiers en tonne/an pour l'année 2003	14
Tableau II-2 : Répartition des émissions de NOx par type de route en 2003 sur la région Poitou-Charentes	15
Tableau II-3 Emissions de NOx liées aux transports pour les quatre principales agglomérations de la région.....	16
Tableau II-4 : Emissions de CO des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003	19
Tableau II-5:Répartition des émissions de CO par type de route en 2003 sur la région Poitou-Charentes	20
Tableau II-6 :Emissions de COVNM des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003.	21
Tableau II-7 :Emissions de benzène des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 en Poitou-Charentes	21
Tableau II-8 : Emissions de SO ₂ des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 en Poitou-Charentes	22
Tableau II-9 :Emissions de NH ₃ des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 en Poitou-Charentes	22
Tableau II-10 :Emissions de poussières des transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 en Poitou-Charentes.....	23
Tableau II-11 : émissions de métaux lourds liées aux transports routiers en 2003 pour la région Poitou-Charentes	24
Tableau II-12 :Emissions de PCDD/F liées aux transports en 2003 sur la région Poitou-Charentes	26

Table des tableaux

Tableau II-13 Emissions de HAP liées aux transports en kg/an pour l'année 2003 sur la région Poitou-Charentes	26
Tableau II-17 :Emissions de CH4 liées aux transports routiers en tonne/an pour l'année 2003 sur la région Poitou-Charentes	27
Tableau II-18 : Emissions de N2O pour les transports routiers en tonne/an pour l'année 2003	28
Tableau III-1 : Synthèse des émissions par département	35
Tableau III-2 : Synthèse des émissions par classe de véhicule	35

SOURCES

- [1] EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition
- [2] COPERT III : Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport
- [3] Etude sur l'émissions et le transfert dans les eaux et les sols des éléments traces métalliques et des hydrocarbures en domaine routier., thèse de C. PAGOTTO, ESIP, novembre 1999 (p119)
- [4] CPDP
- [5] Léger B., 1994, Problème du rejet des eaux dans un milieu sensible. Proceeding de la conférence des journées Techniques Route-Innovation-Environnement, Paris, France, 6 et 7 avril.
- [6] Hildemann L.M. et al., 1991. Chemical composition of emissions from urban sources of fine organic aerosol. Environmental Science and Technology, vol 25.
- [7] Rogge W.F. et al., 1993. Sources of fine organic aerosol. 3-Road dust, tire debris, and organometallic brakelining dust : roads as sources and sinks. Environmental Science and Technology, vol 27.
- [8] Cadastre des émissions de la région Poitou-Charentes pour l'année de référence 2000, ATMO Poitou-Charentes.
- [9] CITEPA, Inventaire des émissions dans l'air en France - Format SECTEN (1990 - 2003)
- [10] Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996
- [11] HEWITT C.N., RASHED M.B., 1990. An integrated budget for selected pollutant for a major rural highway. The Science of the Total Environnement, vol. 93.
- [12] CITEPA, Inventaire Départementale France 2000
- [13] CITEPA, Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France.
- [14] ADEME, « Emissions de polluants et consommation liées à la circulation routière », 1998
- [15] INSEE DAEI/SESP les comptes des transports