

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Bejaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Biologiques de l'environnement**  
**Filière : Science de L'Environnement**  
**Option : Environnement et Santé Publique**



**Réf :.....**

**Mémoire de Fin de Cycle**  
**En vue de l'obtention du diplôme**

**MASTER**

***Thème***

**Mesure et estimation de la pollution  
d'origine automobile dans la ville de Bejaia**

Présenté par :

**Louadah Hadjila**

Soutenu le : **19 septembre 2016**

Devant le jury composé de :

M.SAHNOUNE M.  
M.ALKAMA A.  
MLLE.DJOUDER.Z

|            |           |
|------------|-----------|
| Professeur | Président |
| MCB        | Encadreur |
| MAA        | Examineur |

**Année universitaire : 2015 / 2016**

# Dédicace

**C'est avec une grande joie que je dédie ce modeste travail a :**

- ❖ *Ma mère et mon père, qui ont sacrifié leurs bons moments afin de me construire une vie harmonieuse pleine de réussite.*
  - ❖ *Mon cher mari « Hocine ».*
- ❖ *Mes chers frères « Sofiane, Massinissa et Marionne et mon petit frère halin » qui m'ont tous aidé et soutenu.*
  - ❖ *Ma belle-mère et mon beau-père.*
- ❖ *Ma belle-sœur « Asma » et mes beaux-frères « Khaled et Rayene ».*
  - ❖ *Ma grande mère*
  - ❖ *Mes tantes et mes oncles.*
  - ❖ *Mes cousines et mes cousins.*
- ❖ *À toute la promotion environnement et santé public et à tous mes amis sans exception en particuliers Fatima, Rabiaa.*

*Hadjila- L*

# Remerciements

On remercie « Dieu » le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire. Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de M.Alkama A., on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nous tenons également à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance, tout particulièrement :

- ✚ M.SAHNOUNE M. pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.
- ✚ Mlle DJOUDER.Z d'avoir accepté d'examiner ce travail.

On remercie tous le personnel de la bibliothèque de *Targua Azemmour*. Qui nous ont aidés pour le développement et la réalisation de ce modeste travail

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues. Ainsi que l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation.

On ne terminera pas sans avoir exprimé des remerciements envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Louadah Hadjila

**Liste des Figures**

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure n°1:</b> Emissions en fonction de la vitesse du véhicule.....   | 14 |
| <b>Figure n°2:</b> Situation de l'agence de contrôle technique OMAZA.....   | 19 |
| <b>Figure n°3:</b> Les points concernés par le contrôle.....  | 21 |
| <b>Figure n°4 :</b> Les analyseurs(STARGA).....   | 25 |
| <b>Figure n°5:</b> Cellule de mesure des analyseurs.....  | 26 |
| <b>Figure n°6:</b> Echantillons de résultats.....   | 27 |
| <b>Figure n°7</b> Evolution de concentration moyenne en CO(%)émis par des véhicules à essence en fonction de l'année de mise en circulation.....                | 29 |
| <b>Figure n°8:</b> Evolution de concentration moyenne en CO <sub>2</sub> (%)émis par des véhicules à essence en fonction de l'année de mise en circulation..... | 29 |
| <b>Figure n°9:</b> Evolution de concentration moyenne en HC(ppm)émis par des véhicules à essence en fonction de l'année de mise en circulation.....             | 30 |
| <b>Figure n°10:</b> Opacité (m <sup>-1</sup> ) des fumées des véhicules Diesel en fonction de l'année de mise en circulation.....                               | 31 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure n°11:</b> Mesures au rond-point de Daouadji.....   | 32 |
| <b>Figure n°12:</b> Concentrations de CO mesurées et estimées en fonction du nombre de véhicules à Bejaia..... | 35 |

**Liste de tableaux**

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau I-1.</b> Les limites d'émissions UE pour les véhicules particuliers, en g/Km .....                                 | 25 |
| <b>Tableau I-2.</b> Principaux polluants atmosphériques, leurs sources et leurs effets et leurs normes :.....                 | 27 |
| <b>Tableau II-1.</b> : Normes algériennes sur la qualité de l'air.....  | 18 |
| <b>Tableau III-1.</b> Concentrations de CO moyenne rejetées par les véhicules à essence en fonction de l'âge du véhicule..... | 28 |
| <b>Tableau III-2.</b> Opacité due aux fumées rejetées par les véhicules Diesel en fonction de l'âge du véhicule.....          | 31 |
| <b>Tableau III-3.</b> L'évolution du parc automobile en circulation à Bejaia.<br>.....  | 35 |

**Liste des abréviations**

**Ch<sub>4</sub>** : méthane

**CO** : Monoxyde de carbone

**CO<sub>2</sub>** : dioxyde de carbone

**COV** : Composés organiques volatils établissement publique hospitalier

**GNV**: Gaz Naturel Véhicule

**GPL**: Gaz Pétrole Liquéfié

**HAP** : Hydrocarbures aromatiques polycycliques

**Hb** : Hémoglobine

**NO** : Monoxyde d'azote

**NO<sub>2</sub>** : Dioxyde d'azote

**NO<sub>x</sub>**: Oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>)

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**Pb** : plomb

**PbO** : Monoxyde de Plomb

**pH** : potentiel Hydrogène

**PM<sub>1</sub>** : Microparticules dont le diamètre est inférieur à 1 micromètre

**PM<sub>2.5</sub>** : Microparticules dont le diamètre est inférieur à 2.5 micromètres

**PM<sub>10</sub>** : Microparticules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres

**ppm**: Partie par million

# Sommaire

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Dédicace                    |   |
| Remerciements               |   |
| Liste des Figures           |   |
| Liste des Tableaux          |   |
| Liste des Abréviations      |   |
| Introduction générale ..... | 2 |

## Chapitre I : Généralité sur la pollution atmosphérique

|  |   |
|--|---|
| Introduction.....  | 3 |
| I-1- Définition de la pollution atmosphérique :<br>.....                               | 3 |
| I-2-Polluants atmosphériques :<br>.....  | 4 |
| I-2-1-Monoxyde de carbone<br>.....   | 4 |
| I-2-2-Dioxyde d'azote<br>.....   | 4 |
| I-2-3-Le dioxyde de soufre<br>.....  | 4 |
| I-2-4- Composés Organiques<br>Volatils .....   | 5 |
| I-2-5-Les particules<br>.....  | 5 |
| I-5-6-Le plomb<br>.....  | 6 |
| I-5-7- L'ozone.....  | 7 |
| I-3- Les facteurs météorologiques qui influencent la dispersion des<br>polluants ..... | 7 |
| I-3-1 La pression atmosphérique .....  | 8 |



|   |    |
|---|----|
| I-3-2 La vitesse et la direction du vent.....   | 8  |
| I-3-3 La température.....   | 8  |
| I-3-4 l'humidité.....   | 8  |
| I-4- Les différentes échelles de la pollution .....                                   | 9  |
| I-4-1- La pollution à l'échelle locale : la pollution de proximité .....              | 9  |
| I-4-2- La pollution à l'échelle régionale .....                                       | 9  |
| I-4-3- La pollution planétaire.....   | 10 |
| I-5 Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé et sur l'environnement..... | 10 |
| I-5-1 Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé .....                     | 11 |
| I-5-2 Effets de la pollution atmosphérique sur l'environnement.....                   | 17 |
| I-5-2-1 Les pluies acides .....   | 17 |
| I-5-2- La destruction de la couche d'ozone .....                                      | 17 |
| I-5-2- Le réchauffement climatique .....  | 18 |
| I-5-2-4 L'eutrophisation anthropique des milieux aquatiques .....                     | 18 |

|  |    |
|--|----|
| I-5-2- Exemples d'effets de quelques polluants sur l'environnement ..... | 18 |
| I-6- Normes sur la qualité de l'air en Algérie .....                     | 21 |

## **Chapitre II : La pollution atmosphérique d'origine automobile**

|   |    |
|---|----|
| II-1 Les véhicules à essence.....   | 12 |
| II-2- Les véhicules Diesel.....   | 12 |
| II-3- Les émissions en fonction du cycle de conduite.....                 | 13 |
| II-3-1- Emissions à froid .....   | 13 |
| II-3-2- Emissions en fonction de la vitesse.....                          | 13 |
| II-4- Les progrès technologiques possibles pour réduire la pollution..... | 14 |
| II-4-1-Les moteurs .....  | 14 |
| II-5Les nouveaux carburants .....   | 16 |
| II-5-1Essence sans plomb.....   | 16 |
| II-5-2GPL .....   | 16 |
| II-5-3GNV.....  | 16 |
| II-5-4Les biocarburants .....   | 17 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| II-6 Normes internationales ..... | 17 |
|-----------------------------------|----|

### **Chapitre III : Mesure et estimation des émissions automobiles**

|  |    |
|--|----|
| Introduction .....                                   | 18 |
| III-1Présentation de l'agence SARL OMAZA-Akbou ..... | 18 |
| III-2Les points concernés par le contrôle .....      | 19 |
| III-2-1-Identification des véhicules .....           | 19 |
| III-2-2-Freinage .....                               | 20 |
| III-2-3-Direction.....                               | 20 |
| III-2-4Eclairage & siion .....                       | 20 |
| III-2-5-liaison au sol .....                         | 20 |
| III-2-6-organe mécanique.....                        | 20 |
| III-2-7pollution & niveau sonore.....                | 20 |
| III-2-8Visibilité.....                               | 20 |
| III-2-9Structure & Carrosserie .....                 | 20 |
| III-2-10équipements .....                            | 21 |
| III-3Résultats pratiques.....                        | 21 |
| III-3-1 Mesures et appareillage.....                 | 21 |
| III-3-2Description du STARGAS.....                   | 21 |
| III-3-3Description de la cellule de mesure.....      | 25 |

|  |    |
|--|----|
| III-4 Résultats et interprétations .....                                     | 26 |
| III-4-1 Véhicules à essence .....  | 28 |
| III-4-2 Véhicule diesel .....  | 30 |
| III-5 Mesure et estimation de la pollution au centre ville de<br>Bejaia..... | 32 |
| III-5-1 Caractérisation du parc automobile de<br>Bejaia .....                | 33 |
| III-5-2 Vieillessement du parc.....  | 33 |
| III-11 Mesure et estimation du CO dans la ville de<br>Bejaia.....            | 33 |
| Conclusion.....  | 35 |
| Conclusion Générale.....   | 37 |

## **Référence bibliographique**

## **Annexes**

## Introduction

Les progrès socio-économiques enregistrés au début du 20<sup>e</sup> siècle à travers le monde, ont engendré de graves problèmes de pollution qui ont touché la terre, la mer et l'atmosphère, portant ainsi atteinte à la santé humaine et à l'équilibre écologique.

L'Algérie, à l'instar des autres pays, a connu au cours des dernières années, un important développement économique qui a profité à plusieurs secteurs vitaux implantés essentiellement sur le littoral et autour des grandes agglomérations urbaines. Ce développement économique n'a cependant pas toujours pris en compte la dimension environnementale. Il a généré des rejets polluants sous forme de déchets liquides, solides ou gazeux qui ont altéré les ressources naturelles, et détérioré l'hygiène du milieu et du cadre de vie.

La wilaya de Bejaia fait partie des régions d'Algérie où la dégradation du cadre de vie a atteint des pics alarmants. Aucune commune n'est épargnée par la pollution, qui gagne du terrain faute de solutions.

En milieu urbain, la pollution de l'air est principalement due aux émissions des véhicules automobiles. Des tentatives existent pour réduire ces pollutions, telles que l'ajout des pots catalytiques pour les véhicules à essence, de filtres à poussières pour les véhicules diesel ou GPL....etc. Néanmoins la quantité de polluants produits par les transports, augmente sans cesse en raison de l'accroissement du parc de véhicules et du nombre de kilomètres parcourus annuellement par chaque véhicule.

Ce travail concerne les mesures et estimation de la pollution d'origine automobile dans la ville de Béjaia. Ce mémoire est articulé en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous donnons des généralités sur la pollution atmosphérique avec les sources, les effets sur la santé et l'environnement ainsi que et sa dispersion. Les principaux polluants incriminés sont les oxydes de

carbone, d'azote ou de soufre, l'ozone, les composés organiques volatils (COV) ou les particules en suspension.

Le deuxième chapitre décrit la pollution atmosphérique d'origine automobile : les polluants émis par les véhicules, les émissions en fonction du cycle de conduite et les progrès technologiques possibles pour réduire la pollution.

Le troisième chapitre est consacré aux mesures effectuées au niveau d'une station de contrôle technique ainsi qu'au niveau du rond point Daouadji.

## **CHARITRE I : GENERALITES SUR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE**

### **Introduction :**

La pollution de l'air par les émissions industrielles ou par les transports représente une nuisance pour les citoyens mais aussi une source de dégradation de l'environnement (végétation, nappes phréatiques, cours d'eau, monuments...etc.).

Ce chapitre a pour but d'apporter une vision d'ensemble des questions touchant la pollution atmosphérique. Nous allons présenter les différents polluants avec leurs sources, leurs impacts sur la santé humaine d'une part, et sur l'environnement d'autre part.

### **I-1- Définition de la pollution atmosphérique :**

La pollution de l'air(ou pollution atmosphérique) est l'altération de la pureté de l'air par une ou plusieurs substances ou particules présentes à des concentrations et durant des temps suffisants pour créer un effet toxique (**Elichegaray ch, 2008**). L'air est composé à 78% d'azote, 21% d'oxygène, 1% d'argon, et 0.04% de dioxyde de carbone; et toutes les substances étrangères à cette composition provoquent la pollution atmosphérique.

Les polluants atmosphériques comprennent donc toutes les substances naturelles ou artificielles susceptibles aéroportées : il s'agira de gaz, de particules solides, de gouttelettes liquides ou de différents mélanges de ces formes (**Degobert p, 1995**).

### **I-2- Les polluants atmosphériques :**

#### **I-2-1- Monoxyde de carbone (CO) :**

À la température ambiante, le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, inodore et sans goût. Il est très peu soluble dans l'eau. Son poids moléculaire est de 28,01g. Sa densité par rapport à l'air est 0,97, ce qui explique sa rapide diffusion à partir du moment où il est émis. La molécule de CO est stable au-dessus de 1000° C. En dessous de cette température, elle peut se décomposer selon l'équilibre réversible suivant:

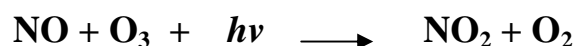


Le monoxyde de carbone provient de la combustion incomplète des produits carbonés. Il est majoritairement émis par le transport mais aussi par diverses activités industrielles (la production de l'énergie thermique et électrique), par la nature (la fermentation qui a lieu dans la biosphère, les volcans, les feux de végétation) et par le chauffage collectif (**Kanda i. 2004**).

### **I-2-2- Dioxydes d'azote :**

Le monoxyde NO et le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> sont la plus part du temps étudiés simultanément et exprimés sous la forme de NO<sub>x</sub>. Le NO est un gaz incolore, légèrement soluble dans l'eau (**Koller e .2004**).

Dans l'atmosphère, en présence de photons de lumière  $h\nu$ , le NO se combine rapidement avec l'ozone pour former le NO<sub>2</sub> (**Westerdahl d & al .2009**) :



### **I-2-3-Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>:**

Appelé aussi Anhydride sulfureux, le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub> est un gaz incolore plus lourd que l'air, inflammable, soluble dans l'eau avec une odeur piquante.



C'est le polluant classique par excellence, car l'un des mieux étudiés. Il a été pris comme témoin de la pollution atmosphérique depuis de nombreuses années. Dans les grandes villes industrielles, il se lie aux particules pour former les "complexes- SO<sub>2</sub>". En présence d'humidité et d'oxydants, il se transforme en acide sulfurique (**Cavill. n. et al.2009**).

#### **I-2-4- Composés Organiques Volatils (COV) :**

Est défini comme COV, suivant les propriétés physicochimiques, tout composé qui, à l'exclusion du méthane, contient du carbone et de l'hydrogène, l'oxygène, le soufre, l'azote ou le phosphore, à l'exception des oxydes de carbone et des carbonates. Ces composés se trouvent à l'état de gaz ou de vapeur dans les conditions normales de température et de pression. Selon cette définition, les hydrocarbures liés ou non à d'autres composés atmosphériques y sont des COV.

Les sources importantes des émissions des COV sont les solvants industriels et les véhicules. Mais aussi ils proviennent de la nature, des solvants non industriels, de la pétrochimie (**Westerdahl .d & al .2009**).

#### **I-2-5- Les particules :**

Le terme "particules" concerne, en général, les aérosols créés par la dispersion dans l'air de solides et de liquides atomisés, poudres ou gouttelettes et implique donc les termes de poussières, fumées, suies, brumes, brouillard, smog (**Brochure p 1999**).

Les particules fines de différentes classes granulométriques  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  et  $PM_1$  constituent un important facteur de pollution de l'air, particulièrement en milieu urbain où le trafic routier est dense.

Les particules en suspension dans l'atmosphère sont engendrées par une grande variété de processus physiques (condensation de vapeurs saturées, érosion mécanique de matériaux) et chimiques. Elles sont émises dans l'atmosphère à partir de sources nombreuses, parmi lesquelles les combustions, les procédés industriels (sidérurgies, charbonnages cimenteries, etc.) et les phénomènes naturels (volcans et feux de forêts).

Parmi les véhicules à moteur, les véhicules Diesel sont les principaux émetteurs de particules (suies et fines). Elles contiennent des substances toxiques comme des métaux lourds ou des hydrocarbures (**Vincent a .2002**).

#### **I-2-6- Le plomb :**

Il est de nature métallique et peut exister dans des composés chimiques variés avec différentes caractéristiques. Connu depuis le début des temps, le plomb a beaucoup d'usages industriels (batteries, alliages, pigments, etc.) et est utilisé comme agent antidétonant pour l'essence. Il est utilisé sous formes de monoxyde de plomb ou litharge ( $PbO$ ), d'éthanoate de plomb ( $Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$ ) et de tétra éthyle de plomb ( $Pb(C_2H_5)_4$ ) (**Elichegaray ch .2008**).

Le plomb existe dans l'atmosphère sous forme de vapeurs, de gaz ou de particules (**Le cloire p. 1998**).

Les sources anthropogéniques de ce métal sont les gaz d'échappement et les fonderies. Les véhicules automobiles surtout à essence sont la principale source de ce polluant (**Degobert p.1995**).

### **I-2-7-Ozone (O<sub>3</sub>):**

L'ozone est une molécule d'oxygène hautement réactive contenant trois atomes d'oxygène O. C'est un gaz bleu pâle, soluble peu dans l'eau, instable, odeur douceâtre. L'ozone est l'indicateur majeur de la pollution photochimique qui se forme dans l'air sous l'effet du rayonnement solaire à partir des composés organiques volatils, des oxydes d'azote et de monoxyde de carbone émis par les rejets d'effluents industriels et automobiles (**El yamani M.2006**).

### **I-3 Les facteurs météorologiques qui influencent la dispersion des polluants :**

La dispersion des polluants émis dépend en priorité des conditions météorologiques.

Cette dispersion s'effectue essentiellement dans la couche limite atmosphérique, couche la plus troublée, agitée sans cesse par des mouvements turbulents horizontaux et verticaux.

Parmi ces facteurs météorologiques qui interviennent soit directement, soit indirectement dans le transport et la dispersion des polluants on a :

- La pression atmosphérique.
- La vitesse et la direction du vent.
- La température.

- L'humidité.

### **I-3-1 La pression atmosphérique :**

Les situations dépressionnaires (basses pressions) correspondent généralement à une turbulence de l'air assez forte et donc de bonnes conditions de dispersion. En revanche, des situations anticycloniques (haute pression) ou la stabilité de l'air ne permet pas la dispersion des polluants entraînent des épisodes de pollution.

### **I-3-2 La vitesse et la direction du vent :**

Il existe une relation évidente entre la vitesse du vent et les niveaux de concentrations de polluants. La dispersion des polluants augmente avec la vitesse et la turbulence du vent. La vitesse du vent augmente avec l'altitude. Au fur et à mesure que les polluants s'élèvent, la dispersion horizontale est facilitée par le vent. Plus le vent est fort, plus les niveaux de pollution en ville seront bas. En revanche, un vent de faible vitesse favorise l'accumulation locale des polluants.

### **I-3-3 La température :**

La température agit sur la chimie des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz tandis que la *chaleur* (environ 18 C° pour l'ozone) est nécessaire pour les processus photochimiques.

### **I 3-4 L'humidité :**

Elle joue un rôle dans le captage des particules polluantes. Les gouttelettes d'eau en suspension retiennent les polluants, ce qui accroît leur stagnation.

Des réactions chimiques peuvent être favorisées par la présence d'humidité dans l'air.

Par exemple, le SO<sub>2</sub> se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène de pluies acides.

#### **I-4 Les différentes échelles de la pollution :**

On peut répartir la pollution atmosphérique en trois catégories : pollution à l'échelle locale, à l'échelle régionale et à l'échelle planétaire.

##### **I-4-1 La pollution à l'échelle locale ou pollution de proximité :**

Tout d'abord il y'a les zones de circulation proprement dites comme les grandes artères, les places et les parkings. Les taux de pollution peuvent y être ponctuellement très élevés, et affecte en premier lieu la santé des populations par son action directe à court terme mais exerce aussi une toxicité à long terme pour certaines pathologies. Elle peut être également la cause de la dégradation du patrimoine bâti (corrosion, salissure).

##### **I-4-2 La pollution à l'échelle régionale :**

Elle concerne les zones à quelques kilomètres des sources d'émission des polluants dans lesquelles les polluants réagissent chimiquement entre eux ou avec des particules présentes dans l'air. La concentration des polluants dépend des conditions météorologiques.

Elle regroupe souvent les phénomènes de pollution que sont :

-les pluies acides :les polluants  $\text{NO}_x$  et  $\text{SO}_2$  sont oxydés dans l'atmosphère en polluants secondaires(respectivement acides nitrique et sulfurique)qui sont solubles dans les molécules d'eau présentes dans l'atmosphère(pluies ,neige, brouillards ...).Ceux-ci sont alors entrainés sur la végétations, les populations et infiltrent les sols (échelle continentale) .L'acidification des cours d'eau entraine la disparition d'un certain nombre d'espèces de la faune et de la flore, la modification des planctons et le développement de mousses nuisibles .

-La pollution photochimique qui désigne les mécanismes conduisant à la destruction de l'ozone troposphérique et à l'augmentation de sa concentration dans l'air.

#### **I-4-3La pollution à l'échelle planétaire :**

Il s'agit de la diminution de la couche d'ozone stratosphérique et de l'effet de serre.

Les rejets dus aux activités humaines tendent à diminuer l'épaisseur de la couche d'ozone stratosphérique, qui est nécessaire à l'inverse de l'ozone de basse altitude. En effet, la couche d'ozone absorbe une augmentation du risque de développer des pathologies telles que des cancers de la peau. (**Christelle ph., juillet 2004**).

#### **I-5Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé et sur l'environnement :**

Les modifications apportées par l'homme à son environnement, notamment les activités industrielles, autoroutières, urbaines et les pratiques agricoles se traduisent par des pollutions diverses et des perturbations de l'équilibre naturel. Celles-ci peuvent ensuite se répercuter sur la santé des populations et sur la qualité de l'environnement.

### **I-5-1 Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé :**

Les effets néfastes de la pollution atmosphérique urbaine ont été mis en évidence par des études épidémiologiques. Ils sont cohérents avec les travaux toxicologiques, même si l'ensemble des phénomènes physiopathologiques n'est pas encore expliqué.

Les effets sont classés en deux groupes :

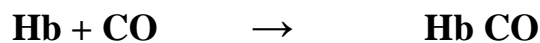
- **Les effets à court terme** qui sont les manifestations cliniques, fonctionnelles ou biologiques survenant dans des délais brefs (quelques jours ou semaines) suite aux variations journalières des niveaux ambiants de pollution atmosphérique.

- **Les effets à long terme** qui peuvent survenir après une exposition chronique (plusieurs mois ou années) à la pollution atmosphérique et qui peuvent induire une surmortalité et une réduction de l'espérance de vie. Les effets à long terme restent mal connus car difficiles à évaluer. Cependant, certaines études américaines comparant les indices de mortalité des villes ayant la meilleure

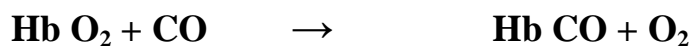
qualité d'air avec les plus polluées semblent confirmer l'action néfaste de la pollution (Nacer t .m & al .2009).

➤ **Effets du monoxyde de carbone (CO):**

Les effets du monoxyde de carbone sur l'organisme humain dépendent de sa durée d'action et de sa concentration. Sa toxicité tient essentiellement à sa très grande affinité pour l'hémoglobine du sang avec laquelle il forme un composé relativement stable: la carboxyhémoglobine (Hb CO) suivant la réaction (Elichegaray ch .2008)



Le monoxyde de carbone est même capable de déplacer l'oxygène de sa combinaison avec l'hémoglobine (l'oxyhémoglobine (Hb O<sub>2</sub>)) d'après la réaction(Le cloire p .1998).



La symptomatologie de l'intoxication oxycarbonée se traduit principalement par des céphalées, des vertiges et des troubles digestifs (nausées, vomissements).

L'OMS a fixé les valeurs guides, ci- après, établies sur des critères strictement sanitaires:

- ✓ 100 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition de 15 minutes;
- ✓ 60 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition de 30 minutes;
- ✓ 30 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition de 1heure;
- ✓ 10 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition de 8 heures (**Degobert p.1995**).



➤ **Effets du monoxyde d'azote (NO):**

- Le NO est en lui-même peu toxique, les effets soupçonnés concernent sa fixation sur l'hémoglobine (la liaison est 1000 fois plus forte que dans le cas de CO).
- L'effet essentiel du NO tient à son rôle de précurseur du NO<sub>2</sub>.
- Ce dernier est un gaz irritant pouvant pénétrer profondément dans les poumons, l'inhalation de fortes concentrations de NO<sub>2</sub> provoque surtout des lésions des bronchioles terminales et des alvéoles (pouvant amener de l'Emphysème). Il altère l'activité respiratoire et augmente les crises chez les asthmatiques. Chez les plus jeunes, il favorise des infections microbiennes des bronches (**Moser m.a 1998**).

L'OMS fixe les valeurs limites de 40 µg/m<sup>3</sup> pour une durée d'exposition de 8 heures et 200 µg/m<sup>3</sup> pour une durée d'exposition d'un an. (**Graine h.2009**).

➤ **Effets d'anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>):**

- L'anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>) est un gaz irritant. Le mélange acido-particulaire peut, selon les concentrations des différents polluants, déclencher des effets bronchospamiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire, excès de toux ou de crise d'asthme). Ce paramètre ne peut être dissocié de la pollution acido-particulaire qui est un mélange complexe; la limite en atmosphère de travail est fixée à 2 ppm (**Aidaoui & al 2009**).
- Une augmentation de 50 µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> ou de particules en hiver provoque une augmentation de 30% de crises d'asthme (**Nacer t.m & al 2009**).

- Les valeurs limites indiquées par l'OMS pour le SO<sub>2</sub> sont: 25 µg/m<sup>3</sup> pour une durée d'une année d'exposition, 50 µg/m<sup>3</sup> pour 24 heures d'exposition, 350 µg/m<sup>3</sup> pour une heure d'exposition et 500 µg/m<sup>3</sup> pour 10 minutes (**Graine h.2009**).
- **Effets du plomb:**
- Après absorption pulmonaire ou digestive, le plomb passe dans le sang où il se répartit entre une forme fixée aux hématies (95%) non diffusible et une forme plasmatique qui sera stockée dans les tissus ou éliminée dans les urines.
- Les principaux effets du plomb sont les suivants:
  - effets hématologiques: un des effets classiques du plomb est l'anémie.
  - effets sur le système nerveux périphérique: l'exposition à des niveaux très élevés (plombémie à 1200 µg/l) peut provoquer des paralysies partielles, en particulier au niveau des membres supérieurs.
  - effet sur le système nerveux central.
  - effet sur la reproduction.
  - effets rénaux.
  - effets sur le système cardio-vasculaire (**Elichegaray ch. 2008**).Les limites admissibles des concentrations du plomb sont: 10 mg/m<sup>3</sup> pour 8 heures d'exposition et 5 10<sup>-4</sup> mg/m<sup>3</sup> pour 1 an d'exposition.
- **Effets des COV:**
- La pollution due aux émissions de COV peut être approchée de manière globale suivant ses effets directs ou indirects (photo oxydation) sur l'homme et sur le milieu environnant récepteur.

- Les effets sont très divers selon les polluants. Ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation (aldéhydes), à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérigènes (benzène). C'est une contamination majeure de l'habitat. Des études de toxicologie ont montré le rôle que pourraient jouer dans les processus de cancérogenèse différents HAP (**Saha a & Despiau s.2009**).

Le benzène est un toxique qui peut avoir des effets sur le système nerveux, les globules et les plaquettes sanguins pouvant provoquer une perte de connaissance.

C'est également un agent cancérigène, capable d'induire une leucémie.

Les effets directs peuvent être:

- ✓ des irritations cutanées,
  - ✓ des irritations des yeux et des organes de respiration;
  - ✓ des troubles cardiaques, digestifs, rénaux et hépatiques;
  - ✓ des maux de tête; des troubles du système nerveux, des actions cancérogènes et mutagènes.
- Les COV ont des effets indirects du fait qu'ils participent à des réactions chimiques complexes se déroulant dans l'atmosphère telle celle qui favorise l'augmentation de l'ozone troposphérique.
  - **Effets des particules:**
  - Sur le plan sanitaire, elles représentent un indicateur majeur de la qualité de l'air (**Blanchard m.2007**). Les particules fines peuvent pénétrer profondément dans les alvéoles pulmonaires et avoir des conséquences graves sur la santé humaine (**Moser m.a 1998**).

Chez les personnes asthmatiques, une étude a montré qu'une augmentation de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM10 était associée à une augmentation des crises d'asthme (+3%), de l'utilisation d'un broncho-dilatateur de (+2,9%), de visites aux urgences de (+3,4%) et d'hospitalisation pour crise d'asthme de (+1,9%) .

- Les particules diesel agissent sur le système immunitaire de l'asthmatique en induisant une activation Th1 et Th2 des lymphocytes T spécifiques de l'allergène (**Organisation mondiale de la sante 2005**).
- **Effets d'ozone:**
- L'ozone est un gaz soluble dans l'eau et dans les sécrétions bronchiques, capable de pénétrer profondément dans les voies respiratoires: 40% au niveau nasopharyngé et 60% au niveau des voies aériennes distales. C'est un gaz oxydant qui, au niveau cellulaire et biochimique, entraîne une réaction inflammatoire avec libération de divers médiateurs pro-inflammatoires tels que les radicaux libres qui peuvent engendrer des effets délétères dans les tissus pulmonaires.
- La toxicité de l'ozone se traduit, aux seuils d'information et d'alerte à la population, par l'apparition, principalement à l'effort, d'altération significative de la mécanique de ventilation, d'inconfort thoracique, d'essoufflement ou encore de douleur à l'inspiration profonde. Peuvent apparaître également comme symptômes, une irritation nasale et de la gorge, de la toux ou une irritation de l'œil (**El yamani m.2006**). Ses conséquences sur la santé sont d'autant plus graves chez les asthmatiques, les enfants et les personnes âgées, notamment durant les jours de forte chaleur et en l'absence de vent (**Westerdahl d & al .2009**).

Une concentration standard d'ozone recommandée dans l'air doit être inférieure à  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant 8 heures et une autre de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une heure d'exposition (**Graine h.2009**).

### **I-5-2 Les effets de la pollution atmosphérique sur l'environnement :**

Parmi les effets sur l'environnement on peut citer :

#### **I-5-2-1- Les pluies acides :**

Le dioxyde de soufre et l'oxyde d'azote sont les principales causes des pluies acides. Ces polluants s'oxydent dans l'air pour former de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique ou des sels. D'autres polluants peuvent contribuer aux pluies acides, notamment l'acide chlorhydrique émis par incinération de certains déchets plastiques, ou l'ammoniac des activités agricoles.

Les pluies acides modifient les équilibres chimiques des milieux récepteurs, en particulier, lorsque ceux-ci sont déjà naturellement acides, ceci peut se répercuter par des atteintes sur la faune et la flore aquatique. L'appauvrissement du sol en raison d'un lessivage accru en milieu acide entraîne des carences nutritives et engendre des chutes de rendement et des lésions visibles chez les végétaux, ainsi que des jaunissements et la défoliation des arbres (**Ngo et Regent, 2008**).

#### **I-5-2-2- La destruction de la couche d'ozone :**

Près de 90% de l'ozone atmosphérique se trouve dans la stratosphère, c'est le seul composant de cette couche atmosphérique qui absorbe le rayonnement ultraviolet venant du soleil et protège ainsi la vie sur la terre de ces

rayonnements nocifs. L'homme favorise la destruction de cette couche d'ozone en rejetant certains composés chlorés tels que les chloro-fluoro-carbones (CFC), qui sont des composés très stables, non toxiques et très commodes à utiliser comme fluides frigorigènes ou gaz propulseurs dans les produits conditionnés sous forme d'aérosols sous pression (**Ngo et Regent, 2008**).

#### **I-5-2-3- Le réchauffement climatique :**

Le réchauffement climatique est l'augmentation de la température moyenne à la surface de la planète. Il est dû aux gaz à effet de serre ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{CH}_4$ , CFC) rejetés par les activités humaines et piégés dans l'atmosphère. Ces gaz absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et contribuant à l'effet de serre (**Ngo et Regent, 2008**).

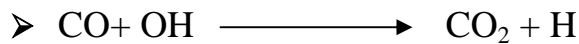
#### **I-5-2-4- L'eutrophisation anthropique des milieux aquatiques :**

L'eutrophisation est le phénomène lent d'asphyxie des écosystèmes aquatiques résultant de la prolifération d'algues, qui consomment tout l'oxygène indispensable à la survie de l'écosystème. Il est principalement provoqué par des excès de substance nutritive comme les phosphates et les nitrates d'origine agricole ou industrielle. Ce phénomène à l'origine de la production des toxines par les algues, qui peut constituer un risque indirect pour la santé humaine (la consommation des poissons, moules qui bio accumulent ces toxines. (**Aggoun et Boukendoul, 2012**).

#### **I-5-3 Exemples d'effets de quelques polluants sur l'environnement :**

➤ **Effet du CO sur l'environnement :**

➤ La réactivité atmosphérique du CO évite son accumulation au cours du temps : les radicaux OH- l'oxydent en CO<sub>2</sub> :



➤ La libération de CO dans l'atmosphère appauvrit donc celle-ci en OH, le principal agent purifiant l'atmosphère. Aussi, il contribue au phénomène de l'effet de serre en participant au mécanisme de formation de CO<sub>2</sub> (Degobert p.1995).

➤ **Effet des oxydes d'azote sur l'environnement :**

Les gaz acides comme les oxydes d'azote se transforment dans l'atmosphère par l'oxydation en polluants secondaires, acides nitriques (NO<sub>3</sub>), qui, solubilisés dans la pluie (l'acidification des pluies), la neige, le brouillard ou la rosée, retombent et se déposent sur la végétation, les sols et les matériaux des monuments et des constructions. Le NO<sub>2</sub> intervient également dans la formation d'ozone et de PAN (Moser m.a 1998).

➤ **Effet de SO<sub>2</sub> sur l'environnement :**

L'anhydride sulfureux pénètre dans les feuilles principalement par les stomates. Il peut occasionner des blessures. Les symptômes se manifestent sous forme de lésions apparentes sur les deux faces des feuilles, habituellement entre les nervures et occasionnellement sur le pourtour des feuilles.

En dehors de sa toxicité proprement dite, le SO<sub>2</sub> est surtout nocif en tant que précurseur du SO<sub>3</sub> et de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dans les interactions atmosphériques.

Ainsi le SO<sub>2</sub> est le facteur majeur responsable des précipitations acides (**Conférence européenne des ministres des transports 2000**).

➤ **Effets des COV:**

Les effets toxiques et les nuisances qui résultent des COV atmosphériques varient considérablement en fonction de leur nature et de leurs concentrations, des conditions d'exposition et des cibles biologiques concernées. Il s'agit d'effets létaux ayant pour conséquence la disparition brutale de populations. Le plus souvent des effets sublétaux sont observés (inhibition de la croissance, inhibition de la reproduction, perturbation du comportement, effets génotoxiques) conduisant à des modifications progressives de la structure et du fonctionnement de l'exposition.

Pour les COV, la surface foliaire est un bio-accumulateur de ce type de produit. Ainsi des méthodes par bio-indicateur, comme l'espèce de lichens (*Parmelia sulcata*) utilisée dans la région grenobloise, sont mises au point, pour estimer l'impact de ces pollutions aux abords d'autoroutes, d'aérodromes et de stations service (**Westerdahl d & al 2009**).

➤ **Effets des particules:**

Pour l'environnement, les particules contribuent aux salissures des édifices et des monuments. Pour la visibilité atmosphérique et le climat, les particules contribuent à l'augmentation et de la diffusion de la lumière solaire incidente et l'absorption de rayonnement (tendance au réchauffement) (**Cavill. n er al 2008**).



➤ **Effet du plomb :**

Le plomb se dispose sur les plantes, y provoquant ainsi des nécroses, défoliations et même la mort des plantes (**Moser m .A1998**)

➤ **Effet de l’ozone :**

Les dommages causés par une concentration excessive d’ozone sur la végétation se matérialisent par des perturbations du métabolisme et de la photosynthèse des plantes, des rendements des cultures, des nécroses foliaires. De très nombreuses cultures semblent touchées mais aussi la végétation "naturelle" (**Conference europeenne des ministers des transports 2000**).

En outre, l’ozone troposphérique contribue également à augmenter l’effet de serre, en filtrant le rayonnement ; l’ozone absorbe dans l’Infra- Rouge avec un coefficient 2000 fois plus important qu’une molécule de CO<sub>2</sub> (**El yamani m.2006**). La part de l’ozone dans l’effet de serre additionné, sur l’ensemble de la planète est estimée à 18% (**Moser m.a1998**).

**I-6 Normes sur la qualité de l’air en Algérie :**

- L’Algérie se dote de Normes sur la qualité de l’air à partir de la publication au journal officiel du Décret exécutif n° 06-02 du 7 janvier 2006 définissant les valeurs limites, les seuils d’alerte et les objectifs de qualité de l’air en cas de pollution atmosphérique qui sont présentés sur le

tableau I.1(**Journal officiel de la république algérienne n° 01 du 8 janvier 2006. <http://www.joradp.dz>** ). Ces normes algériennes sur la qualité de l'air sont surtout destinées aux industriels.

**Tableau II. 1:** Normes algériennes sur la qualité de l'air.

|                     | Les polluants atmosphériques       |                                      |                         |                                |
|---------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
|                     | Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) | Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) | Ozone (O <sub>3</sub> ) | Particules fines en suspension |
| Objectif de qualité | 135 µg/m <sup>3</sup>              | 150 µg/m <sup>3</sup>                | 110 µg/m <sup>3</sup>   | 50 µg/m <sup>3</sup>           |
| Valeur limite       | 200 µg/m <sup>3</sup>              | 350 µg/m <sup>3</sup>                | 200 µg/m <sup>3</sup>   | 80 µg/m <sup>3</sup>           |
| Seuil d'information | 400 µg/m <sup>3</sup>              | 350 µg/m <sup>3</sup>                | 180 µg/m <sup>33</sup>  | -                              |
| Seuil d'alerte      | 600 µg/m <sup>3</sup>              | 600 µg/m <sup>3</sup>                | 360 µg/m <sup>3</sup>   | -                              |

### **Conclusion :**

Les principaux polluants, leurs caractéristiques, ainsi que leurs effets sur la santé et l'environnement et les valeurs guide de l'OMS sont résumés dans le tableau I-2 :

**Tableau I.2 :** Principaux polluants atmosphériques, leurs sources, leurs effets et les limites :

| Polluant                             | Sources principales   | Effets sur la santé   | Effets sur l'environnement  | Norme  |
|--------------------------------------|---|---|---|--|
| Monoxyde de carbone (CO)             | Installations de combustion, transports, chauffage domestique.          | Atteinte du système nerveux central et des organes sensoriels.  | Contribue indirectement à l'effet de serre                              | 10 mg.m <sup>-3</sup> sur 8 heures et 30mg.m <sup>-3</sup> sur 1 heure).       |
| Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )    | Industries de combustion, transports et installations thermiques.       | Irritations de l'appareil respiratoire, crises d'asthme et bronchiolite.  | Contribuent à la formation d'ozone troposphérique et des pluies acides. | 40µg.m <sup>-3</sup> en moy.par an et 200 µg.m <sup>-3</sup> en moy.par heure) |
| Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) | Industries (installations thermiques, raffineries).                     | Irritant respiratoire, contribue à l'exacerbation des troubles bronchiques.   | Toxique pour les végétaux, contribue aux pluies acides.                 | 20 µg.m <sup>-3</sup> en moy. par jour et µg.m <sup>-3</sup> sur 10 min.       |
| Composés organiques volatils (COV)   | Combustion, usage et évaporation des solvants et carburants industriels | Irritant des yeux et des poumons, peuvent engendrer des bronchites par intoxication chronique. A long terme, ils seraient | Effets létaux et sublétaux sur les populations.                         |  |

|            |   | responsables de cancers   |   |   |
|------------|---|---|---|---|
| Particules | Véhicules (en particulier diesel) et combustion de certaines industries   | Irritant très actif par altération des fonctions respiratoires, crises d'asthme avec à long terme des bronchites chroniques.  | Salissures des édifices et des monuments et effet sur la visibilité atmosphérique et le climat                          | pour les PM25 : $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moy.par an et $25 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moye .par jour ;pour lesPM10 : $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moy.par an et $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ 3en moy.par jour. |
| Ozone      | Polluant secondaire formé suite à des réactions chimiques entre COV et NO <sub>x</sub> en présence de rayons ultraviolets | Polluant irritant des yeux de la gorge et des poumons, peut altérer la fonction respiratoire et la résistance aux infections. | Perturbations du métabolisme et de la photosynthèse des plantes, des nécroses foliaires et contribue à l'effet de serre | $100 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moy.sur 8 heures.   |

## **CHAPITEII : La pollution atmosphérique d'origine automobile**

Les émissions polluantes dépendent non seulement des caractéristiques propres des véhicules en circulation mais aussi de l'âge des véhicules et du type de carburant qu'il utilise.

### **II-1 Les véhicules à essence :**

Si la combustion était complète, la totalité du carburant se transformerait en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O. En réalité elle est incomplète et le véhicule émet aussi du Soufre et du monoxyde d'azote (**Masclet p., 2005**)

Dans ces types de moteur, les particules ont trois origines distinctes : le plomb des carburants plombés, les sulfates issus du soufre des carburants et la suie. Avec les carburants plombés, les émissions particulaires, qui sont de l'ordre de 100 à 150 mg /km pour une essence à 0,15g/L de plomb, contiennent 25 à 60% de leur masse sous forme de plomb. Ce type de particules se forme par condensation des sels de plomb émis à l'échappement ; on observe ainsi que les véhicules à essence plombée et non plombée émettent respectivement 6 et 20 fois moins de particules que les véhicules Diesel correspondants. Les émissions de suie sont anormales dans le cas des moteurs à allumage commandé bien réglés, car elles ne se produisent que dans le cas de mélanges carburés excessivement riches ( **Masclet p. 2005**)

### **II-2 Les véhicules Diesel :**

Parmi les différents types d'automobiles, ce sont les véhicules Diesel qui gagnent du terrain grâce à leurs robustesse, leur longévité, leur fiabilité et surtout pour leur bon rendement énergétique. Cependant le Diesel a des inconvénients qui consistent en l'émission des particules (suie, hydrocarbures imbrulés) et des oxydes d'azotes NO<sub>x</sub> (**Mesri n &al. 2009**)

### **II-3 Les émissions en fonction du cycle de conduite :**

Plusieurs familles de cycles de conduite représentatifs des conditions normales d'utilisation et de fonctionnement des véhicules ont été développées et sont utilisées dans la suite pour la mesure des émissions de polluants (**Joumard r & al. 1999**)

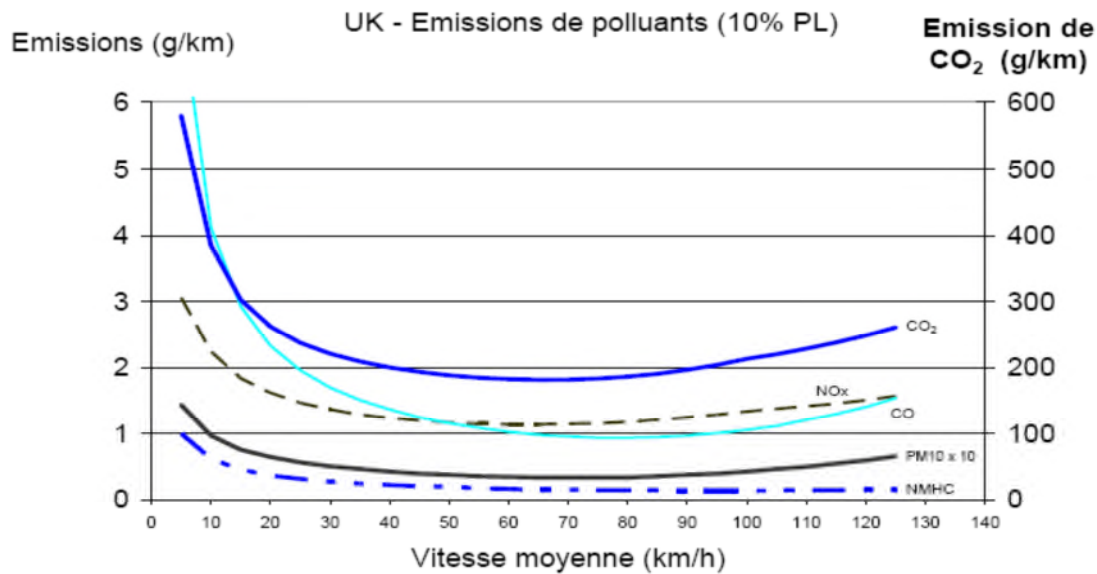
#### **II-3-1 Emissions à froid :**

La notion de distance à froid est définie comme la distance après départ à froid nécessaire pour que l'émission se stabilise autour de sa valeur à chaud. Cette distance varie selon le polluant et le type de véhicule, et varie assez fortement aussi avec la vitesse moyenne. Cependant elle est en première approximation proche de 6 km (**Joumard r & al. 1999**).

#### **II-3-2 Emissions en fonction de la vitesse :**

L'augmentation des vitesses de circulation accroît les émissions de polluants en particulier les oxydes d'azote. Le trafic autoroutier est ainsi à l'origine d'une grosse partie des émissions de dioxyde d'azote (**Ramade f 2000**).

Comme le montre la figure II-1, la vitesse optimale, c'est-à-dire la vitesse à laquelle les émissions sont réduites au minimum, varie selon le type d'émission. De manière générale, les émissions sont optimisées à une vitesse constante de 40 à 90 km/h. L'ozone, qui provient de réactions chimiques faisant intervenir les hydrocarbures, les oxydes d'azote et la lumière solaire, subit l'influence des émissions des véhicules et donc de la vitesse (**Centre conjoint ocde/cemt de recherche sur les transports ,2007**)



Source : UK Department for Transport.

**Figure n°1** : Emissions en fonction de la vitesse du véhicule

## II-4 Les progrès technologiques possibles pour réduire la pollution :

L'automobile a connu un développement remarquable au cours des dernières décennies. Elle est aujourd'hui confrontée à de nombreux défis dont l'un des plus importants est celui de la maîtrise de son impact sur l'environnement. De nombreux leviers doivent être activés pour placer l'automobile et plus généralement le transport routier dans un cadre de développement durable. Parmi ceux-ci, les innovations et les progrès technologiques sont amenés à jouer un grand rôle. Ils concernent à la fois la motorisation et la carburation (**Pinchon p., 2004**)

### II-4-1 Les moteurs :

Une méthode consiste à améliorer l'architecture des systèmes de motorisation actuels. Parmi les motorisations ayant atteint un stade de développement, on

peut citer les véhicules électriques, les véhicules hybrides, les véhicules à pile à combustible.

### **-Les véhicules électriques :**

Bien sûr les avantages de cette motorisation sont bien réels : pas d'émissions dépolluant, faibles émissions sonores, ce qui rend la conduite urbaine.

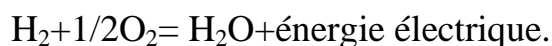
Particulièrement agréable. Cependant le problème principal tient aux performances limitées et à l'autonomie beaucoup trop réduite de ces véhicules, typiquement 100à200 km en usage réel. Cette situation est essentiellement due aux performances encore insuffisantes des batteries utilisées pour le stockage de l'énergie électrique à bord du véhicules **(Pinchon p., 2004)**.

### **-Les véhicules hybrides :**

Le véhicule hybride est un véhicule comportant deux moteurs : un moteur électrique et un moteur thermique. L'objectif recherché est de minimiser la consommation de carburant (et par suite de réduire les émissions polluantes) en optimisant le fonctionnement de chacun des moteurs : la pleine efficacité du moteur électrique se fait au démarrage et à faible vitesse (moins de 40km/h), alors que celle du moteur thermique a lieu aux grandes vitesses (90 km/h et au-delà). **(Servant I. 2004)**

### **-Les véhicules à pile à combustible :**

La pile à combustible produit du courant grâce à une réaction électrochimique ou l'hydrogène(H<sub>2</sub>) et l'oxygène(O<sub>2</sub>) se combinent pour former de l'eau :



Donc, a priori, un véhicule utilisant ce système ne rejetterait que de l'eau !

Les véhicules roulant avec ce combustible comme celui lancé par Renault et Nissan seront probablement ceux du 21ème siècle **(Servant I., 2004)**



## **II-5 Les nouveaux carburants :**

Parmi les nouveaux carburants, tels que : essences sans plomb, GPL, GNV, biocarburants.

### **II-5-1 Essence sans plomb :**

La suppression du plomb dans l'essence ne résoudrait cependant le problème de la pollution de l'air que de façon fort partielle. On a ainsi calculé que la qualité de benzène émise passerait de 1 à 17%. Ce composé certainement plus toxique que la plomb, entrainerait beaucoup plus de dommages pour notre santé (**Leonard a.1990**).

### **II-5-2 GPL (Gaz Pétrole Liquéfié) :**

GPL est un carburant constitué d'un mélange de butane-propane. En effet sa combustion produit moins de gaz carbonique. Les émissions de soufre et de COV sont fortement diminuées et il n'y a pas d'émissions d'aromatique et d'HAP. Mais les performances des véhicules sont diminuées et leur emploi est souvent réduit aux véhicules de service urbain (police, taxis). (**Masclet p., 2005**)

### **II-5-3 GNV (gaz naturel véhicules) :**

Le GNV est composé majoritairement de méthane ( $\text{CH}_4$ , de l'ordre de 90%). (**Servant I., 2004**).

Compte tenu de son effet de diminution des « déchets valorisés », de sa moindre teneur en carbone, de l'activité des imbrulés sur l'effet de serre seulement double de celles des HC et enfin des faibles pertes lors de sa distribution, le gaz naturel diminue de 30% les émissions à effets de serre par rapport aux carburants pétroliers. Il sera plus particulièrement destiné aux flottes de transport en commun (**Elichegaray ch.2008**)

#### **II-5-4 Les biocarburants :**

Les biocarburants sont des carburants issus d'extraits végétaux tel que l'huile de colza ou de tournesol, ils permettent aux véhicules les moins économes de réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub>. Malheureusement, ces carburants « verts » sont trois à quatre fois plus coûteux à produire qu'un carburant traditionnel. Leur développement ne pourra être que très limité (**Giblin j.p 1997**).

Les biocarburants et le biodiesel, obtenus à base du colza ou de l'éthane incorporé à l'essence, sont inconnus en Algérie, il n'y a aucune trace de cela dans les programmes officiels en Algérie (**Dobrane n.2008**).

#### **II-6 Normes internationales :**

Le tableau II.1 illustre l'évolution des valeurs limites imposées par les réglementations et directives successives européennes et leur calendrier d'application pour les voitures à essence et diesel. Actuellement les pays européens appliquent parallèlement les nouvelles normes européennes et américaines pour des raisons d'exportation de leurs véhicules vers l'Amérique du nord et les pays du groupe de Stockholm.

**Tableau I.1:** Les limites d'émissions UE pour les véhicules particuliers, en g /Km (Transport Policy net 2015).

| Classe         | Normes       | Année   |         | CO    | HC    | HCNM  | HC+NOx | NOx   | Particules |
|----------------|--------------|---------|---------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|
|                |              | NT      | TT      |       |       |       |        |       |            |
| <b>Diesel</b>  |              |         |         |       |       |       |        |       |            |
|                | Euro 1       | 1992    |         | 2,720 | -     |       | 0,970  | -     | 0,140      |
|                | Euro 2 - IDI | 1996    |         | 1,000 | -     |       | 0,700  | -     | 0,080      |
|                | Euro 2 - DI  | 1999    |         | 1,000 | -     |       | 0,900  | -     | 0,100      |
|                | Euro 3       | 01/2000 | 01/2001 | 0,640 | -     |       | 0,560  | 0,500 | 0,050      |
|                | Euro 4       | 01/2005 | 01/2006 | 0,500 | -     |       | 0,300  | 0,250 | 0,025      |
|                | Euro 5       | 09/2009 | 01/2011 | 0,500 | -     |       | 0,230  | 0,180 | 0,005      |
|                | Euro 6       | 09/2014 | 09/2015 | 0,500 | -     |       | 0,170  | 0,080 | 0,005      |
| <b>Essence</b> |              |         |         |       |       |       |        |       |            |
|                | Euro 1       | 1992    |         | 2,720 | -     |       | 0,970  | -     | -          |
|                | Euro 2       | 1996    |         | 2,200 | -     |       | 0,500  | -     | -          |
|                | Euro 3       | 01/2000 | 01/2001 | 2,300 | 0,200 |       | -      | 0,150 | -          |
|                | Euro 4       | 01/2005 | 01/2006 | 1,000 | 0,100 |       | -      | 0,080 | -          |
|                | Euro 5       | 09/2009 | 01/2011 | 1,000 | 0,100 | 0,068 | -      | 0,060 | 0,005a     |
|                | Euro 6       | 09/2014 | 09/2015 | 1,000 | 0,100 | 0,068 | -      | 0,060 | 0,005a     |

## **Chapitre III : Mesure et estimation des émissions automobiles**

### **Introduction :**

Pour surveiller la pollution atmosphérique et évaluer ses effets, dimensionner et contrôler le bon fonctionnement des installations de dépollution il faut mesurer la concentration en polluants.

La pollution atmosphérique est un mélange dynamique complexe d'un grand nombre de polluants. Il y a une dizaine d'années, seules quelques substances polluantes étaient recherchées parmi toutes celles existant. Aujourd'hui, la réglementation impose le dosage d'un nombre de composés de plus en plus importants et des limites de détection de plus en plus basses.

Il existe plusieurs types de mesures de polluants dans l'air, suivant les endroits où le prélèvement s'effectue. Chaque domaine possède ses propres méthodes de mesures et de prélèvements.

### **III-1Présentation de l'agence SARL OMAZA-Akbou :**

-OMAZA est une Sarl de contrôle technique de véhicule automobile créée en 2003 agréée par le ministère du transport, située à la zone d'activité TAHARACHT Akbou.

- La Sarl OMAZA dispose de quatre lignes de contrôle : deux pour les particuliers et deux autres réservées aux entreprises conventionnées.



Figure n°2 : Situation de l'agence de contrôle technique OMAZA

### III-2 Les points concernés par le contrôle :

**-Identification des véhicules :** Plaque d'immatriculation-énergie moteur-numérote châssis nombre de places assises.

**-Freinage :** Freins de service-freins à main-réservoir de liquide de freins maître cylindre-canalisation-flexible-correcteur répartiteur de freinage, pédale de frein-commande de frein à main-câble, tringleriez du frein à main-disque-étrier-cylindre de roue-tambour plaquettes-assistance de freinage.

**-Direction :** Volant-crémaillère et boîtier-biellette et timonerie-rotule et articulation-relais de direction-assistance de direction.

**-Eclairage & signalisation :** Feux de croisement (fonctionnement et mesure)-feux de route-feux de position-feux de stop-clignotants-feux de détresse(ou triangle de signalisation) feu de plaque arrière-catadioptre latéral-triangle de pré-signalisation-témoin de feu de route-témoin indicateur de direction.

**-Liaison au sol :** Amortisseurs-pivot de roue-essieux-barre stabilisatrice ressort, bras, tirant de suspension-rotules-articulation de train-jante pneumatiques-barre stabilisatrice-circuit hydraulique de suspension.

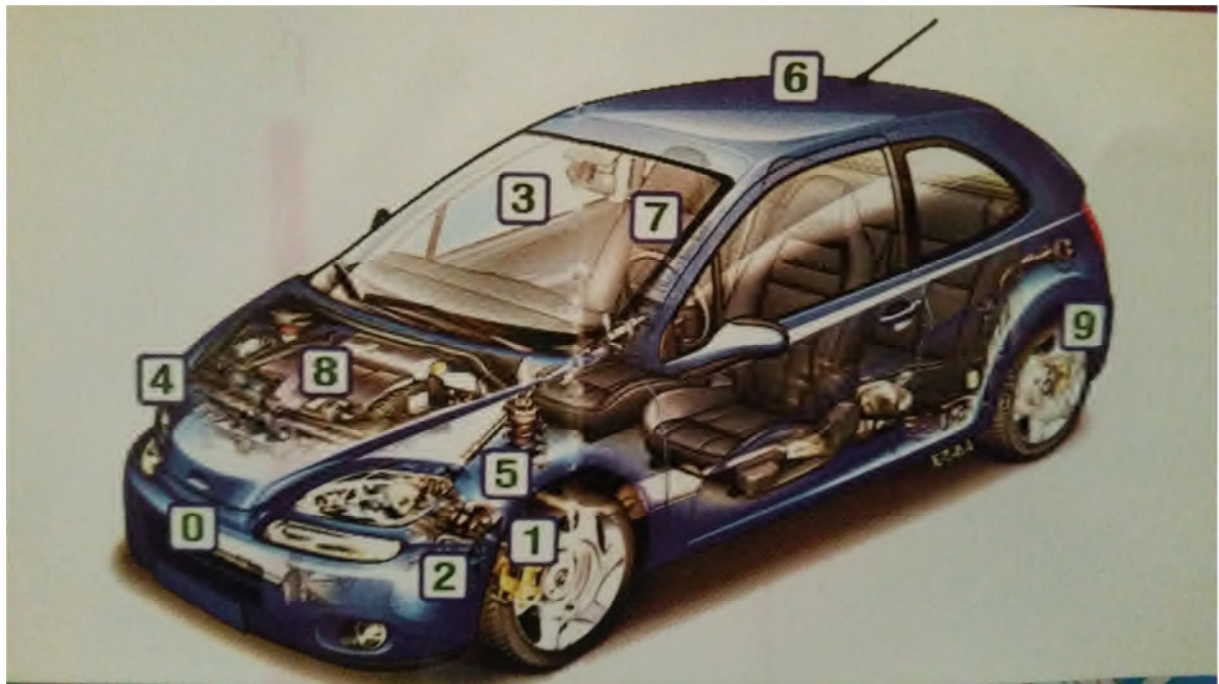
**-Organe mécanique :** Réservoir-carburateur-système injection-circuit de carburant-échappement- collecteur-canalisation-silencieux-pompe d'alimentation-batterie d'accumulateur de traction-collecteur d'échappement.

**-pollution & niveau sonore :** Teneur en CO<sub>2</sub> de gaz-mesure de lambda des gaz (essence)-opacité des fumées (diesel)-mesure des gaz d'échappement.

**-Visibilité :** Pare-brise-rétroviseur intérieur et extérieur-essuie glace avant-lave glace avant.

**-Structure & Carrosserie :** Portière-hayon-capot-ailes-pare chocs-élément de carrosserie-châssis-berceau-plate forme-caisse cabine-pied montant.

**-Equipements :Ceinture-avertisseur-siège.**



**Figure n°3 :** Les points concernés par le contrôle.

### **III-3 Résultats pratiques :**

J'ai effectué un stage pratique de trente jours au sein de la station de contrôle technique automobile Sarl OMAZA d'Akbou. Il m'a permis de récolter des données sur les polluants mesurés à la sortie des pots d'échappement des véhicules.

#### **III-3-1 Mesures et appareillage :**

La station de surveillance est équipée d'analyseurs :

- STARGAS : CO, CO<sub>2</sub> HC, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>(en option), STARGAS, coefficient Lambda (cellule de mesure des fumées), tours moteur (tr/min) et retempérature.

#### **III-3-2 Description du STARGAS :**

- **Vue avant de l'instrument :**

- Filtre : Filtre convoyeur à rayons infrarouges pour le récepteur de la télécommande.
- Unité de lecture de la carte mémoire : pour mettre à jour et installer de nouveaux programmes ou pour l'emploi direct de l'Auto diagnostic et autres fonctions futures.
- Touche ATTENTE :

-Une légère pression sur la touche permet d'éteindre le rétro-éclairage de l'afficheur LCD (mode veille).

-En appuyant sur la touche à nouveau, on revient à la fonction affichée précédemment.

-Si on maintient appuyée la touche plus de 2 secondes, l'instrument entre en mode veille.

-Si on appuie à nouveau sur la touche l'instrument se réinitialise et se met en état d'attente, prêt à l'emploi. La fonction est indiquée par la couleur rouge de la touche.

- Touche ESC : permet de sortir des différentes pages de mesure des essais, d'enclenchement et de réglage.
- Touche MENU : Permet d'enclencher ou désenclencher la BARRE DES FONCTIONS ou bien de faire défiler l'affichage de plusieurs BARRES DES FONCTIONS de manière décroissante (de la première à la dernière).
- Touches mouvement curseur : permettent le déplacement de la sélection des fonctions dans les 4 directions (bas, haut, droite et gauche).
- Touche ENTER : Touche de confirmation.
- Touche de réglage contraste : permet de diminuer le contraste de l'afficheur LCD.
- Touche de réglage contraste : permet d'augmenter le contraste de l'afficheur LCD.



- Touche FEED : Touche d'alimentation du papier sur l'imprimante.
- Imprimante : Elle imprime les résultats de l'essai sur un ticket.
- Touche F1, F2, F3, F4 et F5 : Appuyer sur ces touches suivant les instructions affichées sur l'afficheur LCD ou pour sélectionner les icônes des BARRES DES FONCTIONS.
- Ecran LCD : permet à l'opérateur de suivre le déroulement des essais et de lire immédiatement les résultats.
- **Vue arrière de l'instrument :**
  - Interrupteur d'allumage : Permet d'allumer et éteindre l'instrument lorsqu'il est alimenté par tension du réseau électrique ou par tension de batterie.
  - Porte filtre à air nylon lavable.
  - Bocal transparent court : il contient le filtre séparateur des condensations.
  - Filtre séparateur des condensations : il permet de séparer les condensations des gaz d'échappement.
  - Bocal transparent long : Il contient la cartouche/filtre standard.
  - Cartouche /filtre standard : Il permet de séparer les impuretés des gaz d'échappement.
  - Plaque d'identification : On y trouve toutes les caractéristiques techniques.
  - Port COM1 : Port série pour la connexion interface autodiagnostic.
  - Port PARALLEL : Port pour la connexion l'imprimante 80 colonnes standard.
  - Prise pour activations spéciales avec clé électronique.
  - Port RS485 : Port pour la connexion série standard industriel.
  - Prise RPM : Prise pour la connexion de la pince tr/min de la batterie ou de la pince induction(en option).
  - Prise TEMP : Prise pour la connexion de la sonde température huile.
  - Ambient sensors : Capteurs pour la mesure des données ambiantes (degré hygrométrique et température).

- Prise  $\lambda$  : Prise à panneau pour la connexion à la sonde lambda 1VOLT/5VOLT.
- Prise  $\ominus$  COM : Prise pour la connexion à la terre du véhicule ; négatif de la batterie
- Connecteur oscilloscope BNC : Permet l'entrée du signal mesuré par la connexion du câble afférant.
- Port VGA : port pour la connexion à un moniteur ou à une TV couleur (systèmes PAL/NTSC).
- Port RS232/PC : port pour la connexion à OP.
- Port SMOKEMETER : Port pour la connexion à une chambre d'analyse des fumées à flux partiel à alimentation externe.
- Connecteur câble de connexion au capteur oxygène.
- Capteur oxygène : Il relève le pourcentage d'oxygène des gaz d'échappement.
- Raccord de sortie des gaz analysés.
- Bouchons pour l'essai d'étanchéité : Ils vérifient l'étanchéité du circuit pneumatique interne et externe.
- Raccord de sortie des condensations des gaz analysés.
- Raccord d'entrée des gaz d'échappement.
- Raccord pour la jonction de la bouteille de gaz échantillon.
- Filtre à charbon actif : Il sépare l'air aspiré pour le nettoyage du circuit pneumatique interne des hydrocarbures non brûlés et des impuretés.
- Prise batterie : prise d'alimentation de l'instrument par connexion du câble de la batterie (12VOLT).
- Porte-fusible avec un fusible à 5 RAPIDE.

- Prise réseau : Prise d'alimentation de l'instrument par connexion du câble au réseau électrique.



**Figure n°4:** Les analyseurs(STARGAS).

### III-3-3 Description de la cellule de mesure :

#### ➤ Vue frontale de la cellule de mesure :

- Poignée : permet le transport de la cellule de mesure.
- Connecteur 12-0-12 volt : prise de raccordement du câble d'alimentation à la cellule de mesure.
- Connecteur RS-232 : prise de raccordement du câble série RS-232 à la cellule de la mesure,
- Connecteur Diesel : prise de raccordement du câble diesel à la cellule de mesure,
- Connecteur TEMP°C : prise de raccordement de la sonde de tempéra à la cellule de mesure.
- Raccord d'entrée des fumées : pour le raccordement de la sonde de prélèvement des fumées à la cellule.
- Prise d'aération : permet l'entrée de l'air dans la cellule.

➤ **Vue arrière de la cellule de mesure des fumées :**

- Molettes : pour fixer le couvercle à la cellule de mesure des fumées.
- Couvercles de la cellule de mesure.
- Sortie de la fumée : pour l'évacuation des fumées prélevées.



**Figure n°5:** Cellule de mesure des analyseurs.

#### **III-4 Résultats et Discussion :**

J'ai exploité les mesures de CO, CO<sub>2</sub> et H C à la sortie du pot d'échappement de véhicules à essence et l'opacité de la fumée pour les véhicules diesel. L'échantillon est constitué de 1121 véhicules (432 essences et 689 diesels).

La figure III-2 montre quelques Spécimens de résultats : Bon résultat essence, mauvais résultat essence, bon résultat diesel.

Avec 0,11 % de concentration de CO, inférieure à la limite de 0,30 %, l'appareil affiche un Bon Résultat pour le premier véhicule à Essence (Hyundai Atos 2010).

| GAZ                       |                   | RESULTAT BON |             |             |
|---------------------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|
|                           |                   | Sans plomb   | Accéléré    | Ralenti     |
| HYUNDAI<br>ATOS<br>2010   | CO                |              | 0.11 % vol  | 0.10 % vol  |
|                           | CO corrigé        |              | 0.20 % vol  | 0.17 % vol  |
|                           | CO2               |              | 8.25 % vol  | 8.69 % vol  |
|                           | HC                |              | 259 ppm vol | 269 ppm vol |
|                           | O2                |              | 0.00 % vol  | 0.00 % vol  |
|                           | Limite CO         |              | 0.30 % vol  | 0.50 % vol  |
|                           | LAMBDA            |              | 0.980       | 0.980       |
|                           | Limite LAMBDA min |              | 0.970       |             |
|                           | Limite LAMBDA max |              | 1.030       |             |
|                           | Régime moteur     |              | 750 tr/min  | 750 tr/min  |
| Température               |                   | 48 °C        | 48 °C       |             |
| rf avg 1.2 avd 1.1 ns 070 |                   |              |             |             |

| GAZ                   |                   | RESULTAT MAUVAIS |             |             |
|-----------------------|-------------------|------------------|-------------|-------------|
|                       |                   | Sans plomb       | Accéléré    | Ralenti     |
| RENAULT<br>18<br>1984 | CO                |                  | 2.36 % vol  | 1.60 % vol  |
|                       | CO corrigé        |                  | 2.75 % vol  | 2.26 % vol  |
|                       | CO2               |                  | 10.52 % vol | 9.03 % vol  |
|                       | HC                |                  | 184 ppm vol | 127 ppm vol |
|                       | O2                |                  | 21.47 % vol | 19.02 % vol |
|                       | Limite CO         |                  | 0.50 % vol  | 0.30 % vol  |
|                       | LAMBDA            |                  | -1.000      | -1.000      |
|                       | Limite LAMBDA min |                  |             | 0.970       |
|                       | Limite LAMBDA max |                  |             | 1.030       |
|                       | Régime moteur     |                  | 1140 tr/min | 1120 tr/min |
| Température           |                   | 55 °C            | 55 °C       |             |

| OPACITE                   |                        | RESULTAT BON |                     |          |
|---------------------------|------------------------|--------------|---------------------|----------|
| KIA<br>FRIGO<br>2014      | Valeurs d'absorption K |              |                     |          |
|                           | C1                     | 0.99 m-1     | C2                  | 0.77 m-1 |
|                           | K                      |              | Limite K            | 2.50 m-1 |
|                           | Moteur atmosphérique   |              | Température d'huile | 0 °C     |
| rf avg 1.2 avd 1.3 ns 065 |                        |              |                     |          |

|            |              |                |
|------------|--------------|----------------|
| 0000 : BON | 0000 : MOYEN | 0000 : MAUVAIS |
|------------|--------------|----------------|

|                  |             |           |
|------------------|-------------|-----------|
| 05/01/2016 13:14 | 1.3.18 / 31 | PAGE 1/11 |
|------------------|-------------|-----------|

Figure n°6: Echantillons de résultats

Avec 2,36 % de concentration de CO, supérieure à la limite de 0,30 %, l'appareil affiche un Résultat Mauvais pour le deuxième véhicule à Essence.

Concernant le troisième échantillon (véhicule diesel KIA Frigo 2014), l'appareil affiche un Bon Résultat car l'atténuation de la fumée  $K = 0,99 \text{ m}^{-1}$  est inférieure à la limite  $2,50 \text{ m}^{-1}$ .

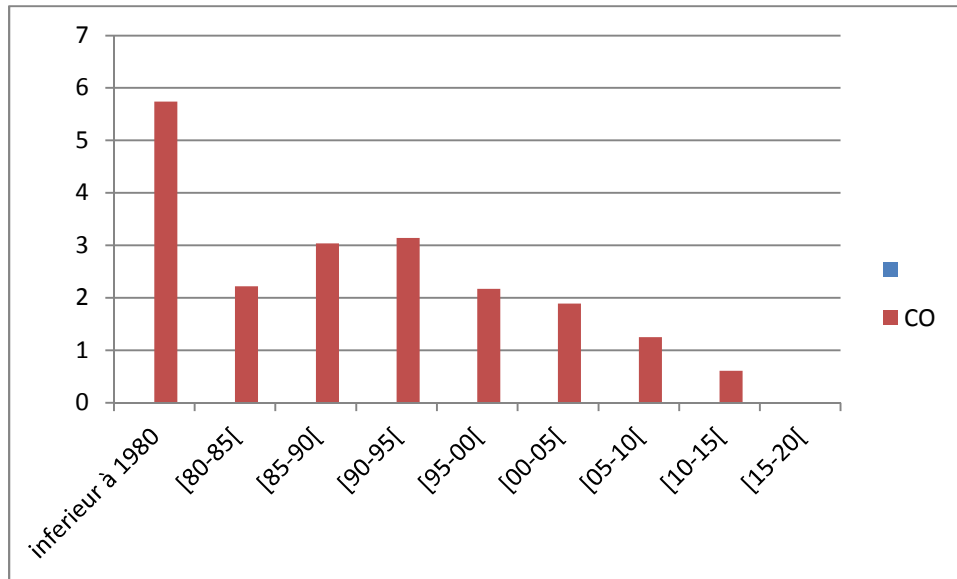
#### III-4-1 Véhicules à essence :

Les mesures sont effectuées avec 432 véhicules dont l'année de mise en circulation varie de 1980 à 2016. Ils sont rassemblés en 8 classes d'âge des véhicules. Sur le tableau III.1 sont données les concentrations mesurées de CO, CO<sub>2</sub> et HC.

**Tableau III.1 :** Concentrations moyennes de CO, CO<sub>2</sub>, HC rejetées par les véhicules à essence en fonction de l'âge du véhicule.

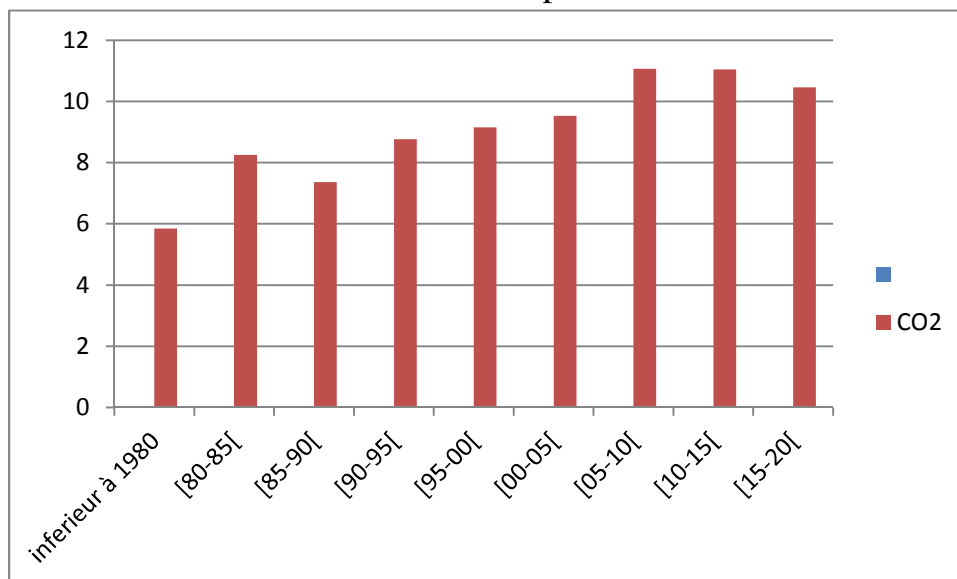
| Année            | Nombre de véhicules | CO moyen(%) | CO <sub>2</sub> moyen(%) | HC moyen(PPM) |
|------------------|---------------------|-------------|--------------------------|---------------|
| Inferieur à 1980 | 3                   | 5,74        | 5,85                     | 824,33        |
| [80-85[          | 14                  | 2,22        | 8,25                     | 364,57        |
| [85-90[          | 41                  | 3,04        | 7,36                     | 771,95        |
| [90-95[          | 37                  | 3,14        | 8,76                     | 790           |
| [95-00[          | 24                  | 2,17        | 9,15                     | 697,75        |
| [00-05[          | 46                  | 1,89        | 9,53                     | 455,57        |
| [05-10[          | 107                 | 1,25        | 11,06                    | 353,97        |
| [10-15[          | 159                 | 0,61        | 11,04                    | 230,1         |
| [15-20[          | 1                   | 0,01        | 10,46                    | 165           |

A l'aide de Microsoft Excel, j'ai tracé l'histogramme entre les émissions et l'âge du véhicule. Les figures III.6, III.7, III.8 montrent ces histogrammes pour le CO, CO<sub>2</sub> et HC respectivement.



**Figure n°7 :** Evolution de la concentration moyenne en CO(%) émis par des véhicules à essence en fonction de l'année de mise en circulation.

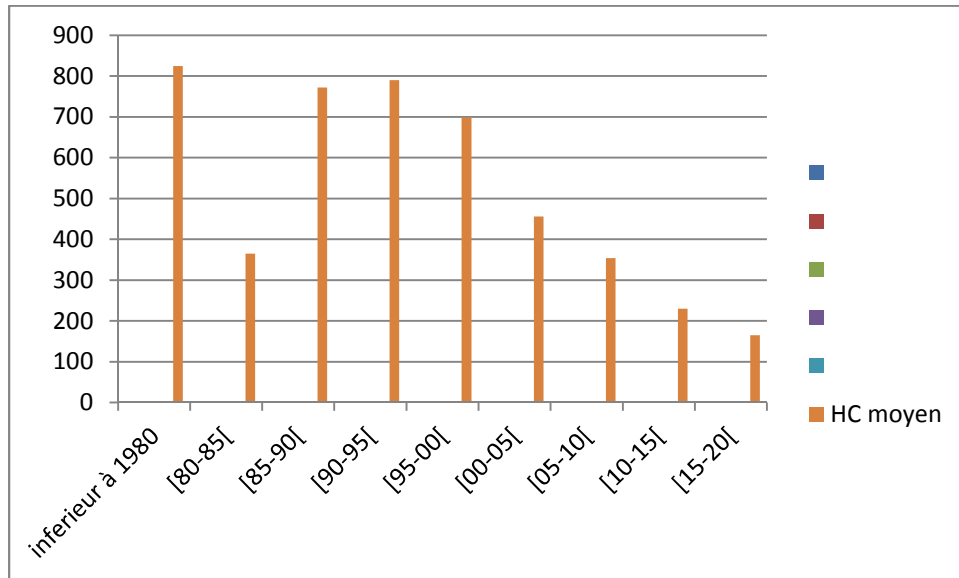
L'émission de CO par les véhicules à essences est réduite pour les véhicules récents. L'évolution de concentration de monoxyde de carbone est fortement corrélée aux fluctuations du trafic automobile. On remarque une diminution des concentrations durant les dernières années. Les véhicules neufs à une faible pollution de fumée.



**Figure n°8:** Evolution de concentration moyenne en CO<sub>2</sub>(%) émis par des véhicules à essence en fonction de l'année de mise en circulation.

On remarque que l'émission de CO<sub>2</sub> par les véhicules à essence reste presque stable avec l'année de mise en circulation du véhicule. Les

augmentations de CO<sub>2</sub> obtenues par la transformation de CO et HC en CO<sub>2</sub> dans les pots catalytiques sont compensées par les réductions imposées aux constructeurs d'automobiles par les normes. L'évolution des concentrations de dioxyde d'azote ne présente pas cette même particularité. Elles varient fortement au cours d'une année.



**Figure n°9 :** Evolution de concentration moyenne en HC(ppm)émis par des véhicules à essence en fonction de l'année de mise en circulation.

L'émission de HC par les véhicules à essence diminue lorsque l'année de mise en circulation augmente. Cette diminution est due à l'oxydation de HC en H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> dans les pots catalytiques des véhicules récents.

### III-4-2 Véhicules diesel :

Des données de 689 véhicules ont été recueillies. Elles ont été réparties en 9 classes de 05 ans chacune. Les résultats de l'opacité mesurée selon l'âge du véhicule sont représentés sur le tableau III.2.

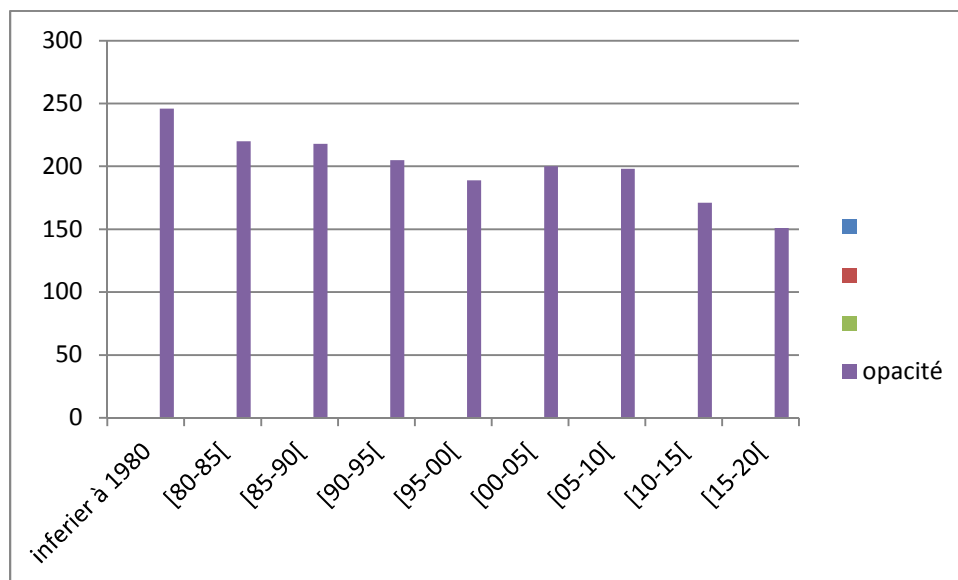
A l'aide de Microsoft Excel, nous avons tracé la droite de régression et déduit le coefficient de corrélation.



**Tableau III.2:** Opacité due aux fumées rejetées par les véhicules Diesel en fonction de l'âge du véhicule.

| Année            | Nombre de véhicules | Opacité ( $m^{-1}$ ) |
|------------------|---------------------|----------------------|
| Inférieur à 1980 | 1                   | 2,46                 |
| [80-85[          | 2                   | 2,2                  |
| [85-90 [         | 9                   | 2,18                 |
| [90-95[          | 30                  | 2,05                 |
| [95-00[          | 113                 | 1,89                 |
| [00-05[          | 137                 | 2                    |
| [05-10[          | 187                 | 1,98                 |
| [10-15[          | 186                 | 1,71                 |
| [15-20[          | 24                  | 1,51                 |

Sur la figure III.9 sont représentées les moyennes de l'opacité en fonction de l'année de mise en circulation.



**Figure n°10 :** Opacité ( $m^{-1}$ ) des fumées des véhicules Diesel en fonction de l'année de mise en circulation.

Les améliorations du moteur et des systèmes de traitement des gaz (filtre à particules, pot catalytique) et les améliorations des carburants ont permis de réduire les quantités de fumées rejetées par les véhicules Diesel récents.

### III-5 Mesure et estimation de la pollution au centre ville de Bejaia :

Nous avons utilisé un détecteur de gaz (IBRID MX6) pour mesurer les concentrations du monoxyde de carbone CO à Bejaia (pollution industrielle et automobile). Le rond-point de Daouadji étant le site le plus pollué à Bejaia, nous avons effectué des mesures en juillet 2016.

Pour souligner la part de la circulation automobile dans la pollution de l'air, nous avons compté, en parallèle des mesures de CO, le nombre de véhicules qui passent par le rond-point Daouadji comme sur la figure III.10.

Le nombre de véhicules est une donnée utilisée dans la modélisation de la pollution atmosphérique urbaine. Le rond-point Daouadji est caractérisé par la circulation automobile la plus intense à l'intérieur de la ville de Bejaia. Quatre personnes ont été mobilisées pour le comptage et l'appareil IBRID MX6 est placé à l'ouest du rond-point tenant compte de la direction de la brise de mer.



**IBRID MX6**

**Détecteur multi-gaz**



*1, 2,3 et 4 emplacements des recenseurs du nombre de véhicules.*

**Figure n°11:** Mesures au rond-point de Daouadji

Le détecteur de gaz IBRID MX6 est placé à deux mètres de la chaussée et à un mètre de hauteur. Les mesures sont relevées chaque cinq minutes de 08h00 à 12h00 à partir des enregistrements automatiques de l'appareil. L'analyse des mesures a été effectuée avec le logiciel Excel.

### III-5-1 Caractérisation du parc automobile de Bejaia :

L'analyse des parcs automobiles est un élément important de la problématique de pollution de l'air des transports.

Le parc automobile de la wilaya de Bejaia ne cesse d'augmenter. Il est passé de 11285 véhicules en 1970 à 274321 véhicules en 2015. Le tableau III.3 donne l'évolution du parc automobile en circulation à Bejaia. Les données du parc automobile ont été collectées auprès de la *Direction* de la Réglementation et de l'Administration Générale (DRAG) au siège de la wilaya de Bejaia. Ce parc est composé en majorité de véhicules de tourisme (VT) avec un nombre qui représente 64% du total du parc en 2015.

|           | 1999   | 2001   | 2003   | 2005   | 2007   | 2009   | 2011   | 2013   | 2015   |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TOTAL     | 111367 | 122692 | 132254 | 142590 | 154882 | 168672 | 202432 | 244919 | 274321 |
| Essence % | 56,1   | 52,2   | 49,8   | 48,9   | 48,9   | 46,7   | 46,4   | 46,8   | 47     |
| Diesel %  | 43,9   | 47,8   | 50,2   | 51,7   | 51,6   | 53,3   | 53,6   | 53,2   | 53     |

**Tableau III.3 :** Evolution du parc automobile en circulation à Bejaia.

### III-5-2 Vieillessement du parc :

Parmi les 274321 véhicules composant le parc de Bejaia en 2015, 62% ont un âge supérieur à 10 ans, 14% compris entre 5 et 10 ans et 24% inférieurs à 5 ans. Les véhicules ayant l'âge supérieur à 20 ans représentent 37% de ce total. Si la durée de vie moyenne d'un véhicule en France est de 14 ans, d'après le Conseil National de la Consommation, dans le parc de Bejaia elle dépasse 20 ans. 76% des véhicules ont plus de 5 ans et constituent donc des sources potentielles de fortes émissions.

### III-5-3 Estimation du CO dans la ville de Bejaia :

Les données collectées concernant les rejets aux pots d'échappements sont combinés aux caractéristiques du parc automobile de Béjaia et utilisées pour estimer la pollution dégagée par ce parc.

Nous avons choisi de comparer les valeurs mesurées et estimées du CO au rond-point Daouadji.

Les mesures ont été relevées toutes les cinq minutes et les véhicules qui passent par Daouadji ont été comptés durant une journée.

L'estimation est faite sur la base des émissions moyennes des véhicules présentées au tableau 3.4, du nombre de véhicules comptés et de la constitution du parc automobile de Bejaia.

Puisque le parc automobile de Bejaia est constitué de 53% de véhicules Diesel et 47% véhicule Essence en 2015, nous avons supposé les mêmes pourcentages pour les véhicules passant par Daouadji.

Parmi  $N_v$  véhicules passant par Daouadji en 5 minutes, il y'a  $(0,53N_v)$  véhicules Diesel et  $(0,47N_v)$  véhicules à Essence. Ainsi, l'émission moyenne de CO est :

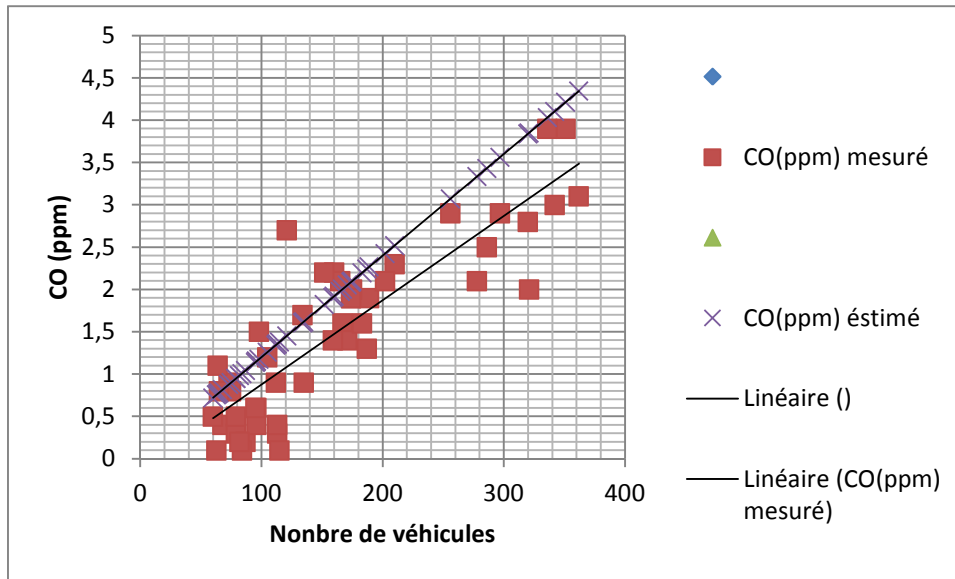
$$CO_{\text{estimé}} (\text{ppm}) = 0,012 N_v$$

A partir de mesures au pot d'échappement et dans une enceinte fermée de  $0,8 \text{ m}^3$ , l'émission moyenne de CO d'un véhicule à essence est de 395 ppm tandis que celle d'un véhicule diesel est de 79 ppm et le facteur de dilution de 19 000 a été trouvé (Alkama 2006).

Ainsi l'émission de l'équation (1) est diluée par ce facteur pour donner les valeurs théoriques de CO ( $CO_{\text{th}}$ ) selon l'équation (2).

$$CO_{\text{estimé}} (\text{ppm}) = N_v [0,00416 (0,53) + 0,0208 (0,47)] = 0,012 N_v \quad (1).$$

Pour avoir la même unité, en ppm, nous avons converti :  $1 \text{ mg/m}^3 = 0,811 \text{ ppm}$   
 Sur la même figure III-11 sont portées les concentrations de CO estimées  $CO_{\text{th}}$  et les valeurs pratiques mesurées en fonction du nombre de véhicules.



**Figure n°12:** Concentrations de CO mesurées et estimées en En fonction du nombre de véhicules à Bejaia.

Les valeurs estimées sont plus élevées que les valeurs mesurées. Ceci peut être dû aux variations des facteurs météorologiques qui n'ont pas été prises en compte.

L'analyse statistique de corrélation-régression a abouti à une forte corrélation entre la concentration du monoxyde de carbone et le nombre de véhicules avec un coefficient de 0,88.

Cette forte corrélation signifie que la pollution mesurée est due principalement au trafic automobile.

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons exploité les résultats de mesure de CO, CO<sub>2</sub>, HC et opacité au niveau de la station de contrôle technique automobile Omaza et ce pour les véhicules à essence et diesel. Les émissions dépendent de l'état, de l'accélération et de l'âge du véhicule. Nous avons mesuré et estimé la pollution atmosphérique au centre ville de Bejaia (rond point Daouadji). Les valeurs estimées sont un peu plus élevées que les valeurs mesurées. Ceci peut être dû aux variations des facteurs météorologiques qui n'ont pas été prises en compte.

Ces données permettent de montrer que la pollution atmosphérique urbaine est majoritairement d'origine automobile.

### Conclusion

L'étude effectuée a permis de dresser un état des lieux de la pollution automobile au niveau de la ville de Béjaia.

Les résultats ont montré que la pollution atmosphérique est majoritairement d'origine automobile. Elle atteint de fortes concentrations aux heures de pointe du trafic routier. Les mesures effectuées sur les véhicules à essence et véhicules diesel, au niveau de la station de contrôle technique OMAZA à Akbou, ont montré que ces concentrations dépendent de l'âge du véhicule, de son état de maintenance, de l'accélération, du type de carburant utilisé et de son état d'équipement en réduction de pollutions. Une baisse des émissions peut être obtenue grâce à d'importants efforts technologiques et législatifs sur certains polluants régulièrement suivis. Les véhicules à essence récents émettent moins de CO et les véhicules diesel récents dégagent moins de fumée (faible opacité).

Les mesures de CO et le comptage du nombre de véhicules passant par le rond point Daouadji conjugués avec les données du parc automobile de Béjaia ont permis de comparer les concentrations de CO mesurées et estimées. Ces dernières sont un peu plus élevées mais la relation avec le nombre de véhicules suit la même tendance.

La qualité de l'air ne dépend pas seulement des quantités de polluants émises par les sources, mais également des conditions météorologiques de la région. Celles-ci ont une influence importante sur les niveaux de pollution observés.

Le taux de pollution ne peut être mesuré avec précision en l'absence d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air qui constitue un moyen efficace d'alerte des autorités et de la population.

La prise de conscience de la nécessité de réduire les émissions polluantes d'origine automobile est de plus en plus importante. En effet, les polluants ont des impacts néfastes sur l'environnement, et sur la santé humaine, avec des conséquences économiques non négligeables.

## Les références bibliographiques

**Aidaoui & al. (2009).** « Photochemical air pollution simulation with the air pollution model over a medium sized city region ». Colloque international sur L'environnement et transport dans des contextes différents. Février 16-18. 103-114.

**Aggoun et Boukendoul . (2012).** Enquête et évolution sur le niveau de pollution du barrage d'ighil Emda par les pressions anthropiques. Mémoire de fin d'étude en environnement et santé publique. 45 , Université A/mira, Bejaia.

**Alkama r, Ait Idir f, Slimani z .(2006).** Estimation and measurement of the automobile pollution: application to Bejaia case. Global NEST Journal 8 (3): 277-281.

**Blanchard m.(2007).** « Effet de la pollution atmosphérique (approche épidémiologique) ». 16 juin, INVS Institut de veille sanitaire. 9-30.

**Brochure p. (1999).** « Surveillance épidémiologique air et santé: Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain »- synthèse de l'étude Institut De Veille Sanitaire : INVS. 19.

**Cavill. ner al. (2008).** “Economic analyses of transport infrastructure and policies including health effects related to cycling and walking». A systematic review. Transportpolicy (2009), doi:10.1016/J.tranpol.2008.11.001.14.

**Centre conjoint ocde/cemt de recherche sur les transports .(2007) .**La gestion de la vitesse. CEMT,10.

**Christelle ph. (2004).** Analyse de la pollution atmosphérique aux échelles locale et régionale. Modélisation spatiale et temporelle a l'aide d'une méthode de SCENARII épisodiques.



**Le cloire p .(1998).** ‘Les composés organiques volatils (COV) dans l’environnement’. Tec & Doc, 74- 165.

**Conference europeenne des ministers des transports .(2000)** . L’évolution des émissions des véhicules.

**Degobert.(1995).** ‘Automobiles and pollution’. TECHNIP, 22-102.

**Dobrane n.(2008).** ‘Impacts des transports urbains sur l’environnement de la ville de Tizi-Ouzou’. Tel: 00(213)663 55 46 54 Fax 00(213)26 21 32 94 - email : [dorbane@mail.ummtto.dz](mailto:dorbane@mail.ummtto.dz).147

**Elichegaray ch.( 2008)** . La pollution de l’air : sources, effets et prévention. 1<sup>ère</sup> éd. Paris :

DUNOD. Chap.4, les effets globaux et planétaires, 48.

**El yamani m. (2006)** ‘Pollution atmosphérique urbaine (Environnement et milieu)’ Afsset, juin 2006.

**Giblin j.p .(1997).** « Pollution de l’air ».Congrès international Francophone Versailles (Mobilité dans un environnement durable).ATEC, janvier 1997, 65-83.

**Graine h.( 2009).** Prédiction de la concentration d’un polluant dans l’air à proximité d’une route. Centre de Recherche de Birine. B.P. 180 Ain Oussera – Djelfa ALGERIE.

Tél : 027-87 29 21 / 027-87 29 35. Fax : 027- 87 42 80, email : [grainehassan@yahoo.fr](mailto:grainehassan@yahoo.fr)

**Joumard r &al .(1999).** Influence du cycle de conduite sur les émissions unitaires de polluants des voitures particulières.

**Journal officiel de la république algérienne n° 01 du 8 janvier (2006).** <http://www.joradp.dz>).

**Kanda i.( 2004).** « Effets à longs termes de l'exposition aux émissions automobiles sur la fonction pulmonaire des femmes adultes à Tokyo ».Revue Environnement Risques et Santé, 334-335.

**Koller e. (2004) .** 'Traitement des pollutions industrielles' (Eau- Air- Déchets-Sols- Boues).DUNOD, 178-198.

**Leonard a.( 1990).** « Les mutagènes de l'environnement et leurs effets biologiques ».NASSON,39 .

**Masclat p.( 2005).** « Pollution atmosphérique (causes, conséquences, solutions, perspective)'. Ellipses ».

**Mesri n &al .(2009).** « Etude de la composition quantitative et qualitative des émissions Diesel par opacimétrie', e-mail : mesri\_n@yahoo.fr ».

**Moser m.a.( 1998).** « Enquête épidémiologique sur les maladies respiratoires chez les enfants et adolescents de Strasbourg ».Revue Environnement Et Technique .25-26.

**Nacer t.m& al.( 2009).** 'Analysis of Traffic-related NO<sub>x</sub> and EC concentrations at various distances from major roads in Japan', Atmospheric Environment, doi:10.1016/j.atmosenv.2009.02.002.

**Ngo c., Regent a.( 2008).** Déchets, effluents et pollution : impact sur

L'environnement et la santé. 2eme édition. Paris : DUNOD. Chap.6 ; air, sol, air, 91.

**Organisation mondiale de la sante.( 2005).** Lignes directives OMS relatives à la qualité de l'air: Particules, ozone, oxydes d'azote et dioxyde de soufre, Synthèse de l'évaluation des risques, Mise à jour mondiale.

**Pinchon p.( 2004).**Futures évolutions des motorisations dans l'automobile, article l'automobile du futur : les technologies de l'IFP,

mai,2-17.

**Puddu m & al 2003.** L'Asthme et la Pollution de l'air Etat des connaissances et données disponibles pour le développement d'une politique de santé en Belgique.

IPH/EPI Reports Nr. 012.

**Ramade f.( 2000).** Dictionnaire Encyclopédique des polluants. Science International. Paris, 402.

**Saha a & Despiau S.(2009).** «Seasonal and diurnal variations of black carbon aerosols over a Mediterranean coastal zone». Atmospheric Research 92.27-41.

**Servant l.( 2004).**La pollution atmosphérique et les transports franciliens,édition IAURIF, octobre,65-66 .

**Vincent a.(2002).** 'Conception et simulation d'un réacteur fil-cylindre à décharge couronne avec barrière diélectrique adapté au traitement des oxydes d'azote dans des effluents marqués par un isotope', thèse de Doctorat de l'université Paris VI Pierre et Marie CURIE.

**Westerdahl d & al.( 2009).** « Characterization of on-road vehicle emission factors and micro environmental air quality in Beijing ,China», Atmospheric Environment journal vol.43.697-705.

**site internet:**

**Transport Policy net,**

**<http://transportpolicy.net/index.php?title=EU: Lightduty: Emissions>**



.

| Heure | Nombre de véhicules | CO(ppm) mesuré | CO(ppm) estimé |
|-------|---------------------|----------------|----------------|
| 8h00  | 174                 | 1,9            | 2,088          |
| 8h05  | 160                 | 2,2            | 1,92           |
| 8h10  | 167                 | 1,6            | 2,004          |
| 8h15  | 171                 | 1,4            | 2,052          |
| 8h20  | 189                 | 1,9            | 2,268          |
| 8h25  | 175                 | 2              | 2,1            |
| 8h30  | 210                 | 2,3            | 2,52           |
| 8h35  | 202                 | 2,1            | 2,424          |
| 8h40  | 286                 | 2,5            | 3,432          |
| 8h45  | 165                 | 2,1            | 1,98           |
| 8h50  | 187                 | 1,3            | 2,244          |
| 8h55  | 159                 | 1,4            | 1,908          |
| 9h00  | 134                 | 1,7            | 1,608          |
| 9h05  | 152                 | 2,2            | 1,824          |
| 9h10  | 121                 | 2,7            | 1,452          |
| 9h15  | 98                  | 1,5            | 1,176          |
| 9h20  | 112                 | 0,9            | 1,344          |
| 9h25  | 105                 | 1,2            | 1,26           |
| 9h30  | 96                  | 0,6            | 1,152          |
| 9h35  | 73                  | 0,9            | 0,876          |
| 9h40  | 75                  | 0,8            | 0,9            |
| 9h45  | 68                  | 0,4            | 0,816          |
| 9h50  | 60                  | 0,5            | 0,72           |
| 9h55  | 64                  | 1,1            | 0,768          |
| 10h00 | 79                  | 0,3            | 0,948          |
| 10h05 | 87                  | 0,2            | 1,044          |
| 10h10 | 65                  | 0,8            | 0,78           |
| 10h15 | 96                  | 0,4            | 1,152          |
| 10h20 | 113                 | 0,3            | 1,356          |
| 10h25 | 79                  | 0,5            | 0,948          |
| 10h30 | 84                  | 0,1            | 1,008          |
| 10h35 | 82                  | 0,2            | 0,984          |
| 10h40 | 63                  | 0,1            | 0,756          |
| 10h45 | 95                  | 0,6            | 1,14           |
| 10h50 | 113                 | 0,4            | 1,356          |
| 10h55 | 115                 | 0,1            | 1,38           |
| 11h00 | 135                 | 0,9            | 1,62           |
| 11h05 | 174                 | 1,9            | 2,088          |
| 11h10 | 183                 | 1,6            | 2,196          |
| 11h15 | 278                 | 2,1            | 3,336          |
| 11h20 | 256                 | 2,9            | 3,072          |
| 11h25 | 297                 | 2,9            | 3,564          |
| 11h30 | 342                 | 3              | 4,104          |
| 11h35 | 321                 | 2              | 3,852          |
| 11h40 | 351                 | 3,9            | 4,212          |
| 11h45 | 362                 | 3,1            | 4,344          |
| 11h50 | 336                 | 3,9            | 4,032          |
| 11h55 | 320                 | 2,8            | 3,84           |