

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE – ALGER

المدرسة الوطنية للبيطرة - الجزائر

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

*EN VUE DE L'OBTENTION*

**DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE**

**THEME : Effets de la pollution atmosphérique sur les animaux**

**Présenté par : Heba Chahinez**

**Khiret Amel**

**Soutenu le : 04.10.2010**

**Le jury :**

- . **Président** : Maître assistant classe A Mme F. Haddadj.
- . **Promoteur** : Maître de conférences classe A Mr Y. Bessekhoad.
- . **Examineur** : Maître assistant classe A Mme F. Amireche.

**Année universitaire : 2009-2010**

## ***Remerciements***

*Nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance et nos sincères remerciements au maître de conférences classe A Mr BESSEKHOUAD YASSINE, qui nous a fait l'honneur d'accepter l'encadrement de ce travail, pour sa rigueur, ses conseils, sa compétence et sa disponibilité dans la réalisation de ce travail.*

*Nos sincères remerciements au:*

*Maître assistant classe A Mme HADDADJ, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury, hommages respectueux.*

*Maître assistant classe A Mme AMIRECHE, pour nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail*

*A mes parents :*

*Pour leur inébranlable soutien et encouragement.*

*A mes frères :*

*Yakoub, Toufik et Salim.*

*A ma grand-mère.*

*A mon oncle Ahmed et à mes cousines : Souad et Soumeya.*

*A toute ma famille.*

*A mes copines :*

*Khiret Amel, Maghni Mounia et Mereffe Nawel*

*A toute mes amis.*

*A toute la promotion 2009/2010 de l'ENSV.*

*Heba Chahinez.*

*Je dédie ce travail*

*A mes parents :*

*Pour leur inébranlable soutien et encouragement.*

*A mes sœurs :*

*Maissa et Habiba*

*A mes frères :*

*Youces et Younes*

*A mes grands-parents.*

*A ma tante Nabila.*

*A toute ma famille.*

*A mes copines :*

*Heba Chahinez, Tafrat Amina, Mereffe Nawel et Maghni Mounia*

*A tout mes amis.*

*A toute la promotion 2009/2010 de l'ENSV.*

*Khiret Amel.*

## LES ABREVIATIONS

$N_2$ : l'azote.

$O_2$ : l'oxygène.

Ar : l'argon.

$CO_2$  : le dioxyde de carbone.

$MgCO_3$  : le carbonate de magnésium.

$CO_3^{-2}$  : le carbonate.

$HCO_3^{-}$  : l'hydrocarbonate.

$CaCO_3$ : le carbonate de calcium.

CO: le monoxyde de carbone.

$COCl_2$ : le phosgène

$Cl_2$ : le dichlore

$CH_4$ : le méthane

$CF_4$ :le tétrafluorométhane

$C_2F_6$ :le hexafluoroéthane

HCHO: le méthanal

$H_2$ : le dihydrogène

$HbO_2$ :l'oxyhémoglobine.

COHb: la carboxyhémoglobine.

ppm: partie par million

ppb: partie par milliard

$SO_2$ :le dioxyde de soufre

$SO_3$ :le trioxyde de soufre

$H_2SO_4$ :l'acide sulfurique

$CS_2$ : le sulfure de carbone

COS : l'oxysulfure de carbone

$H_2S$ : le sulfure dihydrogène

$CH_3SH$ : le méthyle mercaptan

$(CH_3)_2S$ : le sulfure diméthyle

$N_2O$ : le monoxyde diazote

NO: le monoxyde d'azote

$RO_2$ : les radicaux libres peroxydes

$H_2O$ : l'eau

$NO_3$ :le trioxyde d'azote

NO<sub>2</sub>:le dioxyde d'azote

HNO<sub>3</sub>:l'acide nitrique.

NH<sub>3</sub>: l'ammoniac

COVNM: les composés organiques volatils non méthaniques

UV: Ultra violet

PAN: le nitrate de peroxyacétyle.

PPN: le nitrate de peroxypropionyle

PBZN: le nitrate de peroxybenzoyle

PM10: les moyennes particules

HAP: hydrocarbures aromatiques polycycliques

HAPN ou N-HAP: hydrocarbures aromatiques polycycliques nitrés

O-HAP: hydrocarbures aromatiques polycycliques oxygénés.

HPLC: la chromatographie en phase liquide à haute performance

CGHR: chromatographie en phase gaz à haute résolution.

2-NFA:2-Nitrofluoranténe.

COV: composés organiques volatils

GC/MS: la chromatographie en phase gazeuse couplée à la détection par spectrométrie de masse

CAP: les composés aromatiques polycycliques

UM: le site d'étude retrouvé entre 0-350m de la grande fonderie de métaux non ferreux.

F8: le site d'étude retrouvé entre 400-600m de la grande fonderie de métaux non ferreux.

F7: le site d'étude retrouvé à 2500m de la grande fonderie de métaux non ferreux.

F4: le site d'étude retrouvé à 8000m de la grande fonderie de métaux non ferreux.

TEAC: la capacité antioxydante équivalente Trolox

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>
<b>I.1</b>	Les symptômes d’empoisonnement par le monoxyde de carbone selon sa teneur volumique. (page 5)
<b>I.2</b>	Quelques exemples de localisation ou quelques gaz mineurs agissent dans le système respiratoire en fonction de leur solubilité. (page 20)
<b>II.1</b>	Les concentrations des HAP et HAPN ( $\text{ng m}^{-3}$ ) à Bab-Ezzouar, Aout 1999 (page 21)
<b>II.2</b>	Les concentrations des composés organiques volatiles polaires et non polaires en ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) à Alger centre, oasis de Malika et au désert de Bouchéne 2001. (page 23)
<b>II.3</b>	Les concentrations totales et les rendements de n-alcanes, n-alcanoïques, acides n-alcanoïques et HAP en ( $\text{ng m}^{-3}$ ) enregistrées dans le centre industriel sud (CTI), le centre industriel nord de Abdelhalim Naili (SCIAN) et dans la ville de Hassi-Messaoud juin 2000. (page 24)
<b>II.4</b>	les concentrations moyennes mensuelles et saisonnières de n-alcanes ( $\text{ng m}^{-3}$ d'air) à Oued smar ,2002-2003. (page 25)
<b>II.5</b>	Les concentrations totales et les rendements ( $\text{ng m}^{-3}$ ) de n-alcanes, n-acides, des acides dicarboxyliques, les HAP et leurs dérivés nitrés et oxygénés (N-HAP, O-HAP) enregistrés dans le centre-ville d’Alger 2005-2006. (page 26)
<b>III.1</b>	Résultats de l'analyse de la variance, les moyens et les erreurs types des paramètres de couleur pour les adultes mésanges dans un gradient de pollution provenant d'un métal de fonderie ( $n = 76$ ). (page 33)
<b>III.2</b>	Résultats de l'analyse de la variance, les moyens et les erreurs types des paramètres physiologiques des adultes mésanges dans un gradient de pollution provenant d'une fonderie de métaux ( $n = 59$ ). (page 34)
<b>III.3</b>	Résultats de l'analyse de variance emboîtée, les moyens et les erreurs types des paramètres de couleur des oisillons mésanges dans un gradient de pollution une fonderie de métaux ( $n = 328$ ). (page 35)
<b>III.4</b>	Résultats de l'analyse de variance emboîtée, les moyens et les erreurs types des paramètres physiologiques des oisillons mésanges dans un gradient de pollution originaire de la fonderie de métaux. (page 35)

### ***LISTE DES FIGURES***

**Figure 1:** L'emplacement des quatre sites d'étude (UM, F8, F7 et F4) le long d'un gradient de pollution par un métal lourd émanant d'une grande fonderie de métaux non ferreux dans le sud d'Anvers. (Page 30)

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>I. Les familles chimiques des polluants atmosphériques.</b>	
<b>I.1 Les oxydes de carbones.....</b>	<b>2</b>
<b>I.1.1 Dioxyde de carbone</b>	
(CO <sub>2</sub> ).....	2
<b>I.1.1.1 Puits.....</b>	<b>2</b>
<b>I.1.1.2 Sources.....</b>	<b>3</b>
<b>I.1.1.3 Variation de la teneur de CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>3</b>
<b>I.1.1.4 L'effet de serre.....</b>	<b>3</b>
• Naturel.....	3
• Additionnel.....	4
• Anthropogénique.....	4
<b>I.1.2 Monoxyde de carbone (CO).....</b>	<b>4</b>
<b>I.1.2.1 Puits.....</b>	<b>4</b>
<b>I.1.2.2 Sources.....</b>	<b>5</b>
<b>I.1.2.3 Effets sur l'homme et l'animal.....</b>	<b>5</b>
<b>I.2 Les composés soufrés.....</b>	<b>6</b>
<b>I.2.1 Dioxyde de soufre.....</b>	<b>6</b>
<b>I.2.1.1 Puits.....</b>	<b>6</b>
<b>I.2.1.2 Sources.....</b>	<b>7</b>
<b>I.2.1.3 Le smog londonien (le smog « classique »).....</b>	<b>7</b>
<b>I.2.1.4 Effets du SO<sub>2</sub> sur les êtres vivants.....</b>	<b>7</b>
• L'homme et l'animal.....	8
• Les plantes.....	8
• Les mousses et lichens.....	8
<b>I.2.1.5 Effets sur les matériaux.....</b>	<b>8</b>
<b>I.2.1.6 Les pluies acides.....</b>	<b>8</b>

<b>I.2.2</b>	Sulfure de dihydrogène (H <sub>2</sub> S).....	9
<b>I.2.3</b>	Oxysulfure de carbone ou sulfure de carbonyle (COS) .....	9
<b>I.2.4</b>	Sulfure de diméthyle (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S.....	9
<b>I.2.5</b>	Méthyle mercaptan (CH <sub>3</sub> SH).....	9
<b>I.3</b>	Les oxydes d'azotes.....	9
<b>I.3.1</b>	Monoxydes diazote ou oxyde nitreux (N <sub>2</sub> O) .....	9
<b>I.3.1.1</b>	Effet sur l'homme .....	10
<b>I.3.2</b>	Monoxyde d'azote ou oxyde nitrique (NO).....	10
<b>I.3.3</b>	Dioxyde d'azote(NO <sub>2</sub> ) .....	10
<b>I.3.3.1</b>	Sources et puits pour les NO <sub>x</sub> .....	10
<b>I.3.3.2</b>	Influence des NO <sub>x</sub> su les organismes .....	11
	• Sur l'homme et l'animal .....	11
	• Sur les plantes.....	11
<b>I.3.4</b>	L'ammoniac (NH <sub>3</sub> ).....	11
<b>I.4</b>	Les composés organiques volatils.....	11
<b>I.4.1</b>	Le méthane .....	12
<b>I.4.1.1</b>	Sources.....	12
<b>I.4.1.2</b>	Puits .....	12
<b>I.4.2</b>	Hydrocarbures non méthaniques COVNM.....	13
<b>I.4.2.1</b>	Sources .....	13
<b>I.4.3</b>	Photooxydants.....	13
<b>I.4.3.1</b>	L'ozone O <sub>3</sub> .....	14
	➤ Présence, sources et puits de l'ozone .....	14
	➤ L'ozone et rayonnement UV.....	15
	• Sur l'homme et l'animal .....	15
	• Sur les microorganismes .....	15
	• Sur l'écosystème aquatique .....	15
	• Sur la végétation.....	15
<b>I.4.3.2</b>	Le nitrate de peroxyacétyle (PAN).....	16
<b>I.4.3.3</b>	Le nitrate de peroxypropionyle (PPN) et le nitrate de peroxybenzoyle (PBzN)...	16

<b>I.4.4</b>	Situations météorologiques d'inversion.....	16
<b>I.4.5</b>	Smog photochimique (le smog d'été ou le smog de Los Angeles) .....	16
<b>I.4.5.1</b>	Le matin .....	17
<b>I.4.5.2</b>	L'après midi .....	17
<b>I.4.5.3</b>	Effets et nuisances du smog photochimique.....	17
<b>I.5</b>	Les aérosols.....	<b>18</b>
<b>I.5.1</b>	Classification des aérosols .....	18
<b>I.5.1.1</b>	Selon leurs constituants .....	18
<b>I.5.1.2</b>	Selon la nature de leurs constituants.....	18
<b>I.5.2</b>	Transformation.....	18
<b>I.5.3</b>	Dimensions et durée de vie .....	19
<b>I.5.3.1</b>	Très petites particules.....	19
<b>I.5.3.2</b>	Moyenne particule.....	19
<b>I.5.3.3</b>	Particules grossières.....	19
<b>I.5.4</b>	Influence sur l'homme et 'animal .....	20

## **II. la pollution atmosphérique en Algérie**

<b>II.1</b>	Caractéristiques chimiques des aérosols organiques à BabEzzouar .contribution des produits bitumineux.....	21
<b>II.2</b>	Composés organiques volatiles polaires et non-polaires en zone urbaine d'Alger et sur deux sites du Sahara algérien .....	22
<b>II.3</b>	Composition de substances particulières organiques issues de l'extraction du pétrole brut et sa similitude à l'aérosol atmosphérique dans les abords.....	23
<b>II.4</b>	Les variations saisonnières des particules de composés organiques dans l'atmosphère PM10 dans la plus grande décharge de déchets municipaux de l'Algérie.....	24
<b>II.5</b>	Variation annuelle de la composition des PM10 en composés organiques en Algérie.....	25

**III. La pollution métallique anthropique affectant la coloration des caroténoïdes, la capacité anti-oxydante et l'état physiologique des mésanges (Parus major)**

<b>Introduction.....</b>	<b>28</b>
<b>III.1 Méthodes .....</b>	<b>30</b>
<b>III.1.1 Espèce étudiée .....</b>	<b>31</b>
<b>III.1.2 site d'étude.....</b>	<b>32</b>
<b>III.2 Échantillonnage sur le terrain .....</b>	<b>32</b>
<b>III.2.1 Détermination de la couleur.....</b>	<b>33</b>
<b>III.2.2 Paramètres de condition physiologique.....</b>	<b>33</b>
<b>III.3 Résultats .....</b>	<b>34</b>
<b>IV.3 Conclusion.....</b>	<b>35</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>37</b>
<b>Annexe .....</b>	<b>39</b>



# Introduction :

La pollution atmosphérique est considérée comme étant un enjeu sanitaire majeur. Les sources de la pollution de l'air sont d'origine anthropogéniques et biogéniques. Devant la non maîtrise des émissions, de nouvelles pathologies sont apparues et d'autres se sont aggravées. Elles concernent indistinctement les hommes ainsi que le règne animal et végétal.

Bien que les sources d'émission puissent être bien localisées la pollution de l'air n'est pas géostationnaire. Elle dépend avant tout de la direction des vents et des conditions climatiques.

L'interaction air, sol et eau fait aussi de la pollution un problème trans-environnemental. De ce fait, la pollution devient un problème global et d'un point de vu sanitaire mondial. Le but de ce travail est de faire un état des lieux sur les effets de la pollution de l'air sur les animaux à travers les aspects suivants :

- Définir la pollution atmosphérique à travers les familles chimiques de polluants et leurs effets en général sur les êtres vivants
- La composition polluante de l'air en Algérie et les sources majeures d'émissions.
- Et en prenant comme exemple de recherche pour déterminer l'effet directe de la pollution de l'air sur l'animal une étude sur la possibilité que la pollution métallique affecte la coloration des caroténoïdes, la capacité anti-oxydante et l'état physiologique de la grande mésange (*Parus major*).

## I. Les familles chimiques des polluants atmosphériques :

L'air que nous respirons n'est jamais propre ; dans le sens où il contiendrait que : de l'azote ( $N_2$ ) à 78,084%, de l'oxygène ( $O_2$ ) à 20,946%, de l'argon (Ar) à 0,934% et quelques gaz rares ( $CO_2$ ,  $H_2S$ ...) ; il contient aussi des composés considérés comme polluants atmosphériques qui vont être explicités selon leur famille chimique :

### I.1 Les oxydes de carbone :

#### I.1.1 Dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) :

Un gaz incolore, incombustible, inodore, soluble dans l'eau et il est le plus lourd des gaz. Sa proportion volumique dans l'atmosphère est de 0,0367%.

Il n'est pas véritablement toxique par inspiration vu que l'homme peut tolérer jusqu'à 2,5% de  $CO_2$  en volume pendant des heures sans grands dommages.

Il exerce un fort impact sur le centre respiratoire c'est-à-dire qu'il rend la respiration accélérée et plus profonde pour cette raison l'oxygénothérapie pour des opérations de réanimation contient 5% de  $CO_2$ .

Mais à des rapports volumiques plus forts on observera :

- Entre 8-10% : des maux de tête ainsi que des vertiges qui se déclarent, ainsi qu'une augmentation de la pression artérielle et des comportements agités.
- Entre 10-15% : évanouissement, convulsion et une défaillance du système circulatoire sanguin.
- Entre 15-20% : paralysie similaire à des ruptures d'anévrisme.
- A 20% : mort.

Il constitue aussi la matière première pour les plantes pour l'élaboration des substances organiques par la photosynthèse, mais à des teneurs élevées ; il peut conduire à une modification de croissance pour le maïs et le blé contrairement aux céréales telles que le riz, luzerne, soja ; l'apport supplémentaire favorise le développement de leur production. (KEUELEN Hv et al.1980)

#### I.1.1.1 Puits :

- Les arbres sont le principal puits de carbone naturel planétaire, en raison de son accumulation dans leur bois via la photosynthèse.
- Les sédiments sous forme de carbonates,  $MgCO_3$  et carbone organique ex : dans le charbon.
- Les océans sous forme dissous ou de carbonates  $CO_3^{-2}$  mais principalement sous forme d'hydrocarbonates  $HCO_3^-$  ainsi que les sources d'eaux minérales sous forme de carbonates surtout le  $CaCO_3$ .
- Atmosphère sous forme de  $CO$ .

#### I.1.1.2 Source :

- Principalement les combustibles fossiles comme le pétrole, le gaz naturel ainsi que le charbon.
- L'énergie nucléaire.
- L'énergie hydraulique et autre.

#### I.1.1.3 Variation de la teneur de $CO_2$ dans l'atmosphère :

Sa teneur est soumise à des variations temporelles (journalières et annuelles) et spatiales (géographiques) ;

- Elle diminue le matin au dessus des superficies en raison de la photosynthèse.
- Elle atteint sa valeur minimale l'après midi en raison de l'augmentation de la photosynthèse par l'intensité des rayons solaires.
- Elle remonte la nuit par libération du  $CO_2$  par la respiration. (SUNQUIEST ET.1993)

#### I.1.1.4 L'effet de serre :

- Naturel :

On peut illustrer cet effet par une vitre en verre, telle qu'on utilise comme le toit d'une serre ; d'où le nom donné à cet effet.

Sachant qu'il y a seulement 50% du rayonnement solaire qui parvient à traverser la vitre (=atmosphère) et atteint le sol, qui en retour émet un rayonnement infrarouge.

Pour cette raison, la température augmente au niveau du sol et à l'intérieur de la serre ; il s'établit un équilibre thermique qui atténue le refroidissement nocturne.

Le reste du rayonnement sera réfléchi (30%) ou absorbé (20%) par l'atmosphère.

➤ Additionnel :

Des gaz mineurs en sont responsables comme le  $\text{CO}_2$  et le  $\text{CH}_4$  qui influent sur les radiations émises par le sol vers l'espace et provoquent ainsi un réchauffement des couches d'air de la terre.

Ces gaz ont la capacité d'absorber le rayonnement infrarouge et le restituer.

➤ Anthropogénique :

D'autres gaz y sont responsables comme les hydrocarbures chlorofluorés et perfluorés principalement le  $\text{CF}_4$  et le  $\text{C}_2\text{F}_6$ .

Ceci explique les différences de température dans les régions désertiques dont la teneur de la vapeur d'eau et les gaz à effet de serre sont plus basse donc il y a moins de chaleur retenue à proximité de la terre, c'est pour ça qu'il fait froid la nuit. (LAMBERT G .1987)

### I.1.2 Monoxyde de carbone (CO) :

Gaz mineur dans l'atmosphère, incolore, inodore, insipide, peu soluble dans l'eau, combustible ( $\text{CO} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ ), sa durée de vie dans l'atmosphère est courte en raison de son utilité :

- Il rentre dans les procédés inorganiques tels que : La fabrication de métaux de hautes puretés ex : purification du nickel industrielle.
- Ainsi que la synthèse organique tels que : L'élaboration du méthanol, l'acide carboxylique et les esters par carbonylation (ajout du CO aux doubles liaisons éthyliques).
- La synthèse de polyuréthanes dont l'un des réactifs de départ est le phosgène  $\text{COCl}_2$  issu du  $\text{Cl}_2$  et CO.
- le gazogène (gaz de chauffage).

#### I.1.2.1 Puits :

- Réaction avec les radicaux OH dans la troposphère.
- Absorption par le sol en présence de bactéries capable de transformer le CO en  $\text{CO}_2$  réserve.
- Destruction photochimique dans la stratosphère.

### I.1.2.2 Sources :

- Combustion incomplète de composés hydrocarbonés ou contenant du carbone ex : charbon, bois, pétrole et la circulation automobile, chauffage industrielle ou domestique.
- Réactions des composés organiques volatils avec les radicaux hydroxyliques OH ex : L'oxydation du CH<sub>4</sub> en HCHO puis en CO et H<sub>2</sub>.
- Aussi lors de la croissance et du dépérissement des plantes qui contiennent de la chlorophylle. (HORNER. J 1998)

### I.1.2.3 Effets sur l'homme et l'animal :

Lors de l'inspiration, l'oxygène sera transporté depuis les poumons vers les cellules par l'hémoglobine sous forme oxyhémoglobine (HbO<sub>2</sub>) ainsi que le produit final issu du métabolisme (CO<sub>2</sub>) est ramené des cellules vers les poumons sous forme de (CO<sub>2</sub>Hb) puis expirée.

Le monoxyde de carbone CO peut aussi former une liaison irréversible avec l'hémoglobine dans le sang créant ainsi un complexe : la carboxyhémoglobine (COHb), le CO remplace le O<sub>2</sub> dans le sang et sera transporté des poumons vers les cellules. (Lloyd WG, Rowe DR.1999)

**Tableau I.1 : Les symptômes d'empoisonnement par le monoxyde de carbone sont mentionnés dans ce tableau selon sa teneur volumique. (Lloyd WG, Rowe DR.1999)**

Teneur volumique du CO en ppm	Association avec l'hémoglobine en %	symptômes
60	10	- Faiblesse de la vue. - Légers maux de tête.
130	20	- Maux de tête et du ventre. - Fatigue ; - Début de perte de connaissance.

200	30	- Perte de connaissance. - Paralysie. - Début de troubles de la respiration. - Collapsus circulatoire.
660	50	- Forte perte de connaissance. - Paralysie. - Inhibition de la respiration.
750	60	- Début de l'effet létal dans l'heure qui suit.

Ainsi que la teneur de carboxyhémoglobine est de 10% maximum pour les zones polluées et de 15% dans les zones des fumeurs

Le traitement d'empoisonnement dû au monoxyde de carbone est un fort apport d'air frais ou d'air enrichi en O<sub>2</sub>.

## I.2 Composés soufrés :

Peu de composés soufrés participent à la chimie de l'atmosphère :

### I.2.1 Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) :

Gaz incolore, d'odeur pénétrante, deux à trois fois plus lourd que l'air, incombustible à l'état gazeux, il se dissout dans l'eau et il s'oxyde en présence de catalyseur en SO<sub>3</sub>.

Il est utilisé :

- Pour la désinfection des habitats, la lutte contre les punaises et autres parasites et inhibition du développement des microorganismes.
- Additif alimentaire comme conservateur.
- D'agent de blanchissement dans les industries du textile
- Production d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dans l'industrie chimique.

#### I.2.1.1 Puits :

On pense que 40% du SO<sub>2</sub> émis reviennent sur la terre sous forme gazeuse et 60% sont déposés par oxydation en tant que sulfates qui sert à l'élimination du soufre anthropogénique.

#### I.2.1.2 Sources :

- L'oxydation des composés soufrés ex : le CS<sub>2</sub> volcanique en COS.
- Feux de forêts et les processus biologiques : augmente la concentration du COS dans la stratosphère.
- L'oxydation de composés soufrés issus des océans, des marais augmente la concentration de H<sub>2</sub>S, CH<sub>3</sub>SH, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S et CS<sub>2</sub>.
- La combustion du charbon et des produits pétroliers. (CHAMEIDES WL, DAVIS DD.1982).

#### I.2.1.3 Le smog londonien (le smog « classique ») :

Une catastrophe qui a eu lieu en décembre 1952, c'est une forme de pollution particulièrement désagréable et directement perceptible provenant du mot « SMOKE » ou fumée et du mot « FOG » ou brouillard.

Il est constitué d'une dispersion de composés solides et liquides dans l'air qui prend naissance à travers des processus thermiques et /ou chimiques et des phénomènes de condensations.

Un brouillard épais, acide qui a prolongé la vallée de Tamise et a causé des conditions météorologiques d'inversion prononcées retenant fortement les gaz de combustion à l'intérieur de la ville ; contenant du SO<sub>2</sub> oxydé en acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> qui est fortement irritant pour les voies respiratoires et des poussières ainsi qu'un fort taux d'humidité.

##### Conséquences :

Troubles respiratoires puis mort d'un nombre anormal de personnes.

Les premiers symptômes sont des maux de tête, des brusques vomissements, suffocations et fièvre.

Les personnes les plus touchées sont ceux atteints de maladies respiratoires chroniques comme l'asthme ou bronchite ainsi que les bébés et les personnes âgées.

#### I.2.1.4 Effets du SO<sub>2</sub> sur les êtres vivants :

- L'homme et l'animal :

- L'acidité du  $\text{SO}_2$  et du  $\text{H}_2\text{SO}_4$  irrite et endommage les muqueuses pouvant conduire à des crampes des muscles bronchiaux déclenchant une toux irritante.
- L'intoxication par le  $\text{SO}_2$  à environ  $1\text{mg}/\text{m}^3$  cause des troubles de la cornée, des suffocations et des inflammations des organes respiratoires et l'inspiration continuelle du  $\text{SO}_2$  cause une perte du goût, une angoisse, une inflammation des poumons ou œdèmes, une coloration rouge de la langue ainsi qu'une défaillance du cœur et de la circulation sanguine et une asphyxie.

- Les plantes :

La teneur volumique supérieur est de 1ppm détruit le déroulement de la photosynthèse ; des lésions des feuilles sont observées puis la mort de la plante.

- Les mousses et lichens :

Principalement les plus sensibles, ils sont utilisés comme bioindicateurs du  $\text{SO}_2$ .

#### I.2.1.5 Effets sur les matériaux :

- Corrosion plus vite des métaux.
- Altération des matériaux de construction en raison de la réaction du  $\text{SO}_2$  avec le calcaire. (WILKINS ET.1954)

#### I.2.1.6 Les pluies acides :

C'est une autoépuration de l'atmosphère par des précipitations de composés même de polluants solubles dans l'eau qui seront de nouveau transportés sur la terre.

Le lessivage se fait par deux manières :

- Une déposition humide par des gouttes de la pluie pour 80% des composés soufrés.
- Ou bien par adsorption des composés sur les particules.

Conséquences :

- Acidification des lacs à un PH inférieur à 5 est responsable d'une mort des poissons.
- Dommages causés aux forêts : une décoloration et une perte des aiguilles et de feuilles, des pousses raccourcies ou nécrosées et des chutes de feuilles en été

- Acidification des sols et appauvrissement des substances nutritives.

#### I.2.2 Sulfure de dihydrogène ( $H_2S$ ) :

Gaz très toxique présent dans les œufs qui ne sont pas frais et lui doivent leur mauvaise odeur caractéristique dont il existe un grand danger d'accoutumance concernant la perception de l'odeur ; c'est-à-dire après un temps relativement court, le nez ne perçoit plus l'odeur.

#### I.2.3 Oxysulfure de carbone ou sulfure de carbonyle (COS) :

Gaz malodorant, incolore, facilement inflammable comme le disulfure de carbone ( $CS_2$ )

#### I.2.4 Sulfure de diméthyle ( $CH_3$ )<sub>2</sub>S :

Un composé volatile, le plus présent dans les océans.

#### I.2.5 Méthyle mercaptan ( $CH_3SH$ ) :

Il est présent en faible quantité dans l'air marin. (Ademe .qualité de l'air.1997)

### I.3 Les oxydes d'azotes:

Quelques uns seulement ont une importance dans la chimie de l'environnement :

#### I.3.1 Monoxyde diazote ou oxyde nitreux ( $N_2O$ ) :

Gaz incolore, soluble dans l'eau, entretient la combustion.

##### I.3.1.1 Effet sur l'homme :

Engendre un état de type euphorique et un rire convulsif d'où son nom gaz hilarant et il est utilisé comme narcotique.

#### I.3.2 Monoxyde d'azote ou oxyde nitrique (NO) :

Gaz incolore, toxique, incombustible, peu soluble dans l'eau et peut être oxydé lentement en  $\text{NO}_2$  en absence de  $\text{O}_3$ ,  $\text{HO}_2$  et  $\text{RO}_2$ .

### I.3.3 Dioxyde d'azote( $\text{NO}_2$ ) :

Gaz rouge brun, toxique, particulièrement odorant et fortement oxydant.

Sa décomposition commence à une température supérieur à  $150^\circ\text{C}$  en  $\text{NO}$  et elle est complète qu'à une température de  $620^\circ\text{C}$  ( $\text{NO}_2$  en  $\text{NO} + \frac{1}{2} \text{O}_2$ ) et en présence d' $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{O}_2$ , il se forme l'acide nitrique ( $2\text{NO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$  en  $2\text{HNO}_3$ ) ▲

Ces composés contribuent à une pollution générale de l'air ; on les décrits par la formule  $\text{NO}_x$ .

#### I.3.3.1 Sources et puits pour les $\text{NO}_x$ :

Malgré les quantités importantes de  $\text{N}_2\text{O}$  dans l'atmosphère, on parle avant tout de  $\text{NO}$  et  $\text{NO}_2$  en ce qui concerne la pollution de l'air. Les raisons à cela sont : les  $\text{NO}$  et  $\text{NO}_2$  contrairement au  $\text{N}_2\text{O}$  :

- Sont toxiques, alors que  $\text{N}_2\text{O}$  ne l'est pas ;
- Participent à des réactions photochimiques qui ont une importance au niveau de la troposphère ;
- Possèdent un temps de séjour court dans la troposphère ;
- Ont des sources anthropogéniques significatives.

Les principales sources de ces derniers sont :

- La décomposition des plantes et des animaux ;
- Décomposition des engrais à base d'ammoniac ;
- Combustion des fossiles et de la biomasse ;
- Purin (transformation microbologique de l'urée)
- Les émissions industrielles

Le sol constitue le seul puits des  $\text{NO}_x$  qui se précipitent par lessivage.

#### I.3.3.2 Influence des $\text{NO}_x$ sur les organismes :

- Sur l'homme et l'animal :

Pour des concentrations auxquelles il se trouve dans l'atmosphère NO n'est pas irritant ni nocif pour la santé (30mg /m<sup>3</sup>).

Par contre, NO<sub>2</sub> a une odeur piquante et suffocante. Des teneurs volumiques à partir de 0,1-0,2ppm (0,2-0,4mg/m<sup>3</sup>) peuvent être perceptibles. Si les concentrations augmentent lentement ; il y a l'effet de l'accoutumance.

Puisque le NO<sub>2</sub> est soluble dans l'eau, par inspiration, ce gaz est absorbé de 80-90% dans la trachée donc y a agression des muqueuses de la trachée provoquant une toux, des troubles respiratoires aigus, des œdèmes pulmonaires et enfin la mort.

Des teneurs volumiques de NO<sub>2</sub> supérieur à 100 ppm sont mortelles .D'autres effets sont observés chez les animaux lors d'une exposition au NO<sub>2</sub> ; une croissance réduite et un faible poids corporel. (PERROS PE, MARION T.1999)

- Sur les plantes :

De nombreuses plantes sont plus sensibles à NO<sub>2</sub> que l'homme ; des faibles teneurs peuvent diminuer leur poids sec ainsi que la croissance des feuilles et une perte du rendement de production ; les pommiers, les poiriers, les bouleaux blancs, l'orge et la salade sont sensibles à 3 ppb. (Bobbink R, Harnung M, Roelofs TGM.1998)

#### I.3.4 L'ammoniac (NH<sub>3</sub>) :

Gaz à propriété basique, le plus présent dans l'atmosphère.

#### I.4 Composés organiques volatils :

Ils appartiennent aux hydrocarbures (aliphatiques, aromatique), alcools, aldéhydes et cétones ; par rapport aux émissions, la classe la plus importante est celle des hydrocarbures.

Ces derniers ont un temps de séjour dans l'atmosphère qui diminue avec l'augmentation de la chaîne hydrocarbure ; de ce fait on étudie par exemple le méthane et les autres composés organiques volatils appelés composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).

Dans les conditions normales, les hydrocarbures ne sont pas toxiques pour la végétation ainsi que les hydrocarbures aliphatiques entraînent des effets indésirables pour l'homme seulement à des teneurs 100 à 1000 fois plus élevées que la normale.

##### I.4.1 Le méthane (CH<sub>4</sub>) :

Il possède un temps de séjour dans l'atmosphère le plus long par rapport aux autres hydrocarbures et sa teneur est en augmentation estimée à 1% par an.

#### I.4.1.1 Sources :

De très forte augmentation de teneur en méthane lors de ces dernières années est remarquable ; les causes les plus importantes en sont les sources suivantes :

- Accroissement de la culture du riz de l'élevage du bœuf et de la destruction de la biomasse ;
- L'exploitation du charbon et de la lignite ;
- Les émissions issues des décharges ;
- Les fuites lors d'extraction du gaz naturel et du pétrole ;

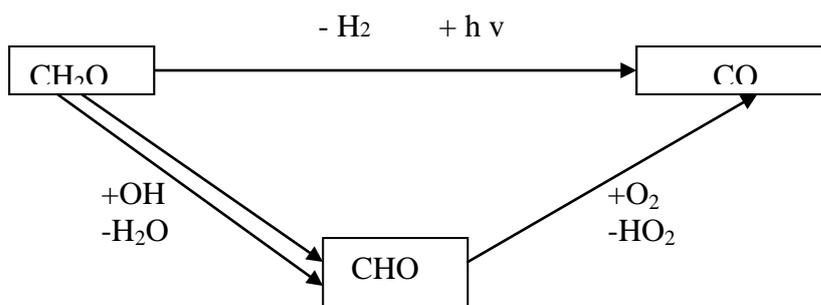
90% du méthane atmosphérique est formé à partir de nouvelles substances organiques principalement par une activité bactérienne anaérobie et il apparait comme très vraisemblable que sa forte augmentation soit directement liée à la forte croissance de la population mondiale à cause des activités agricoles

#### I.4.1.2 Puits :

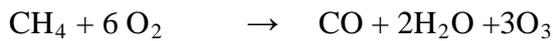
Le méthane a un seul puits principal, il se décompose en formaldéhyde presque exclusivement par une réaction d'oxydation avec les radicaux hydroxyles OH dans la troposphère. Dans cette réaction d'autres produits intermédiaires sont issus comme l'ozone ; globalement cette oxydation de méthane en formaldéhyde est ainsi :



Le  $\text{CH}_2\text{O}$  peut ensuite réagir de différentes façons



Le bilan global de l'oxydation du méthane en monoxyde de carbone peut s'exprimer ainsi :



De l'ozone et de l'oxyde de carbone sont produits. (HEICKLEN J.1976)

#### I.4.2 Hydrocarbures non méthaniques (COVNM) :

##### I.4.2.1 Sources :

Les émissions naturelles sont les plus importantes que les émissions anthropogéniques ; ils proviennent de la végétation particulièrement des résineux qui émettent de l'isoprène et de nombreux terpènes.

Les émissions anthropogéniques des COVNM dans le gaz d'échappement d'automobiles sous forme de solvants.

Les terpènes sont des hydrocarbures non méthaniques insaturés, ce sont des liquides incolores, à odeur d'essences de térébenthine, facilement inflammables, irritants la peau et les muqueuses.

#### I.4.3 Photooxydants :

Ils font partie des polluants secondaires de l'air qui apparaissent dans l'atmosphère sous l'influence de la lumière solaire par des réactions photochimiques.

##### I.4.3.1 L'ozone (O<sub>3</sub>) :

C'est le plus important des photooxydants, c'est un gaz incolore, extrêmement toxique ; il doit son nom à son odeur (grec Ozein, sentir) mais il est possible qu'il soit inodore et il est considéré comme étant l'un des plus puissants des oxydants après le fluor.

➤ Présence, sources et puits de l'ozone :

- La major partie de l'ozone (90%) se trouve dans la stratosphère à 30 Km d'altitude, on ne peut trouver que 10% seulement dans la troposphère mais les teneurs de l'ozone dans celle ci est en augmentation continue avec l'industrialisation. Depuis 1978-1990 les teneurs de l'O<sub>3</sub> dans les couches d'air proches du sol a augmenté d'environ 40-50 ppb, parallèlement, la concentration de l'O<sub>3</sub> a augmentée moins fortement dans les zones particulièrement polluées (3% dans la même période) que les régions rurales et les zones d'air pur (16%).

Le maximum journalier de la teneur en ozone se situe vers la période e midi.

La directive 92/72/CEE relative à l'ozone troposphérique fait obligation aux états membres d'informer les populations en cas de dépassement du seuil de référence (180µg /m<sup>3</sup> en moyenne sur une heure).

- Les sources d'ozone dans la troposphère sont :

- Transport vertical depuis la stratosphère ;
- L'oxydation du CO, CH<sub>4</sub> et des HCNM dans la troposphère.

- les puits sont :

- Dépôts secs sur la surface de la terre ;
- Réactions chimiques dans la troposphère :
  - Formation des radicaux OH
  - Réaction de l'O<sub>3</sub> avec NO, NO<sub>2</sub> la nuit, les alcènes (aliphatiques insaturés : terpènes et isoprène) et avec HO<sub>2</sub> et OH.

- L'ozone et rayonnement UV :

Ce composé constitue un bouclier de protection de la terre contre les rayonnements UV compris entre 200-310 nm, vu qu'il est le seul gaz absorbant le rayonnement UV dans la stratosphère.

Si la qualité de l'ozone présent dans l'atmosphère diminue, des dommages peuvent être observés :

- Sur l'homme et l'animal :

Des érythèmes ou brulures solaires ainsi qu'un affaiblissement du système immunitaire (induction de photoallergies), diminution de la synthèse de la Vit B et une atteinte des yeux.

Des chronicités peuvent être observées avec le temps : cataractes, troubles de la cornée ainsi que des cancers de peau.

- Sur les microorganismes :

Les microorganismes ne possèdent pas de protection contre les rayonnements UV élevés, après avoir attaqué les cellules, ces rayons peuvent entraîner la mort de la bactérie.

- Sur l'écosystème aquatique :

Les rayonnements UV-B peuvent causer une diminution de la production de plancton.

Une faible teneur en ozone dans l'atmosphère entraîne :

- Un changement de la composition du plancton dans les océans et par conséquent un changement de la chaîne alimentaire.
- Une diminution d'absorption du CO<sub>2</sub> par les océans et par voie indirecte, la destruction de l'ozone dans la stratosphère renforcerait l'effet de serre additionnel.

- Sur la végétation :

Différents dommages apparaissent, selon la catégorie de la plante ; on observera soit une diminution de la surface des feuilles ; ou une diminution de la longueur des pousses.

#### I.4.3.2 Le nitrate de peroxyacétyle (PAN) :

Le plus fréquent des oxydants après l'ozone, il constitue un puits temporaire pour le dioxyde de soufre pendant la nuit et dans la journée, sous l'influence de la lumière, le NO<sub>2</sub> est de nouveau libéré.

A cause des processus de sa formation et de sa décomposition, la teneur en PAN dépend comme celle de l'O<sub>3</sub> des variations journalières importantes.

Ils sont les plus instables et les plus réactifs et rentre dans le smog photochimique.

Ils ont un effet toxique ainsi qu'un pouvoir irritant sur les yeux et les voies respiratoires.

#### I.4.3.3 Le nitrate de peroxypropionyle (PPN) et le nitrate de peroxybenzoyle (PBzN) :

Ils sont nettement moins fréquents que le PAN car, dans l'atmosphère, la concentration des hydrocarbures précurseurs correspondants est faible.

#### I.4.4 Situations météorologiques d'inversion:

Pour que le smog photochimique puisse se former, il faut que deux conditions météorologiques soient présentes :

- Un rayonnement solaire assez important ; et
- Une situation météorologique :

Cette dernière est caractérisée par l'existence de masses d'air à proximité du sol surmontées par des couches d'air chaudes.

Dans cette situation, l'échange vertical d'air cesse presque complètement à l'intérieur de cette zone proche du sol et le volume de cette couche d'air, dans lequel les polluants peuvent se distribuer est faible.

Les polluants ne sont pas transportés vers d'autres endroits, ni par des mouvements d'air, ni par le vent.

#### I.4.5 Smog photochimique (le smog d'été ou le smog de Los Angeles) :

Les photooxydants sont les composés les plus importants de ce smog, ce dernier réagit de manière oxydante contrairement au smog Londonien qui a des propriétés réductrices.

D'un point de vue chimique, il faut que :

- Des hydrocarbures et /ou du monoxyde de carbone et
- Des oxydes d'azote  $\text{NO}_x$

Soient présents simultanément, en plus des conditions d'inversion et du rayonnement solaire.

Les émissions de l'industrie peuvent être à l'origine, mais

Il s'agit avant tout d'un « smog automobile », car le véhicule est un fournisseur principal des hydrocarbures et des oxydes d'azote.

La description des réactions photochimiques lors du smog d'été est basée sur les résultats des mesures réalisées dans la « capitale mondiale du smog », Los Angeles.

##### I.4.5.1 Le matin :

- Au environ de 7h : les teneurs en NO et en hydrocarbures augmentent à cause de la densité croissante de la circulation automobile.

Au lever du soleil, la décomposition du  $\text{NO}_2$  atmosphérique par photolyse commence ; et la teneur du  $\text{NO}$  et l'oxygène atomique  $\text{O}$  augmente en parallèle la formation de l'ozone  $\text{O}_3$ .

- A 8h : intensification de la concentration du  $\text{NO}_2$  et le rayonnement solaire augmente la formation de l'oxygène atomique  $\text{O}$  ainsi que l'ozone.
- A 10h : la concentration du  $\text{NO}_2$  est fortement réduite.

#### I.4.5.2 L'après midi :

La concentration des hydrocarbures diminue, vu qu'ils se transforment en d'autres composés molécules organiques, ainsi que la teneur en ozone baisse aussi, suite par exemple à des réactions qui ont lieu avec d'autres polluants ainsi qu'avec la végétation.

#### I.4.5.3 Effets et nuisances du smog photochimique :

Les effets sont principalement ceux des photooxydants, avant tout de l'ozone :

- Irritations sur les muqueuses et les yeux surtout les voies respiratoires qui sont endommagées ; qui conduit à des bronchites et à des œdèmes pulmonaires.
- Réduction de la visibilité par le brouillard.
- La lumière solaire est fortement affaiblie par le smog.
- Des taches caractéristiques ainsi qu'un changement de couleur des plantes ex : tabac, épinards, tomates et salade. Ce comportement peut servir à l'utilisation des plantes comme bioindicateurs pour les zones subissant des influences de l' $\text{O}_3$ .
- Diminution de la photosynthèse ainsi que le rendement agricole. (Le claire cl.1998).

### I.5 Les aérosols :

Ce sont des substances en suspensions appelées aussi « particules ou suspensions » ; ils sont composés de gaz et de particules finement dispersées.

#### I.5.1 Classification

On peut les classer :

I.5.1.1 Selon leurs constituants : qu'ils soient :

- Vivants : microorganismes, bactéries, champignons ou spores. Ou bien ;
- Non vivants : gouttes de nuages ou de brouillard, sable.

Mais aussi

I.5.1.2 selon la nature de leurs constituants :

- Liquides (eau de brouillard, nuages) ou
- solides (noyaux de sel de mer, sable, poussières, suie dans la fumée).

Soumis à la gravité, ils sédimentent à la surface de la terre.

I.5.2 Transformation :

Lors de la formation des gouttes de pluie ou de brouillard ; l'eau d'enrichit d'abord autours d'un noyau de condensation solide ; ensuite les gouttes d'eau dissolvent les particules en suspension des aérosols et absorbent aussi des gaz comme le  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  ou  $\text{HCl}$  ; des oxydants comme le  $\text{O}_3$ , radicaux  $\text{OH}$  et le peroxyde d'hydrogène  $\text{HO}_2$  pour aboutir à la formation d'un aérosol primaire.

Des aérosols secondaires sont formés, suite à des réactions chimiques pouvant se produire dans l'atmosphère, entre les composés gazeux précurseurs, de tels aérosols contiennent des ions d'ammonium, de sulfate ou de nitrate sous forme d'acide ou de sels.

I.5.3 Dimensions et durée de vie :

Le diamètre des particules d'aérosols détermine le temps pendant lequel les composés en suspension restent dans l'atmosphère :

I.5.3.1 Très petites particules :

A un diamètre inférieur à  $0,1\mu\text{m}$ , elles se comportent dans l'atmosphère comme des molécules, elles coagulent entre eux formant des agrégats et ainsi leur durée de vie est courte.

### I.5.3.2 Moyennes particules :

Appelées aussi PM 10 (en anglais : particulate matter), elles ont un diamètre entre 0,1-10 $\mu$ m. Elles subissent une élimination humide par les pluies qui constitue le procédé le plus important, limitant la durée de vie de 4-6 j en moyenne.

Ce sont d'excellents porteurs de substances peu volatils nuisibles comme ;

- les métaux lourds (se trouvant dans les poussières le plus souvent sous forme d'oxydes, de silicates de sulfures, de sulfates, de nitrates, phosphates ou halogénures), ainsi que
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et l'amiante qui sont très dangereuses à cause de leurs propriétés cancérigènes.

Elles peuvent aussi pénétrer profondément à l'intérieur du système respiratoire et ont un effet plus important que les polluants de l'air gazeux.

### I.5.3.3 Particules grossières :

- Diamètre est supérieur à 10 $\mu$ m : elles sédimentent par l'effet de la gravité. Et celle qui possède un diamètre supérieur à 30 $\mu$ m, dont on peut rencontrer principalement les agglomérations urbaines à 5% des poussières totales et peut atteindre 40% dans les grandes surfaces à sol non solidifié, sans végétation, sableux et dans l'entourage d'industrie.

### I.5.4 Influence sur l'homme et l'animal :

Les poussières peuvent être les plus importants des polluants vu qu'ils sont porteurs de d'autres polluants.

Contrairement aux particules à un diamètre supérieur à 10 $\mu$ m qui sont déjà arrêté par les poils du nez et les muqueuses, les PM 10 sont résorbés pendant le transport respiratoire après passages du pharynx larynx, bronches, bronchioles puis alvéoles. (MORAWSKA L et al.1998)

En outre leur solubilité dans l'eau détermine les endroits où ils agissent :

**Tableau I.1 : Quelques exemples de localisation ou quelques gaz mineurs agissent dans le système respiratoire en fonction de leur solubilité. (MORAWSKA L et al.1998)**

Solubilité dans l'eau	Polluants	localisation
Fortement soluble	HCl NH <sub>3</sub>	Larynx trachée
Moyennement soluble	Cl <sub>2</sub>	Bronches bronchiole
Peu soluble	O <sub>3</sub> métaux lourds et d'autre polluants	Bronchioles jusqu'aux alvéoles

## II. la pollution atmosphérique en Algérie :

Après avoir décrit dans le précédent chapitre les différentes familles de polluant et leur impacte sur la santé, nous aborderons dans cette partie les différents aspects de la pollution atmosphérique en Algérie à travers des exemples de recherche.

### II.1 Les caractéristiques chimiques des aérosols organiques à Bab-Ezzouar.

#### Contribution des produits bitumineux :

La fraction organique présente dans l'atmosphère dans la région de Bab-Ezzouar (Alger) a été étudié dans le but d'évaluer la pollution de l'air suspecter être induite par la production d'asphalte et de levure. Après un échantillonnage moyen d'un volume d'air, de l'extraction par Soxhlet, de séparation par HPLC, les extraits ont été analysés par chromatographie en phase gaz à haute résolution (CGHR) et par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS). La composition en n-alcanes et en fraction d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) reflètent l'origine de l'émission pétro génique due à la production de matériaux d'asphalte en plus d'émissions de plantes vasculaires de la cire. En revanche, les activités microbiennes semblent jouer le rôle principal dans la présence d'acides n-alcanoïques à Bab-Ezzouar. Des hydrocarbures aromatiques polycycliques nitrés (HAPN) ont été observé, particulièrement le 2-nitrofluoranthene (2NFA). Ce dernier est susceptible d'être produit par réaction photochimique de HAP apparenté en phase gaze dans l'atmosphère. Le niveau total aérien variait de 75 à 206 ng m<sup>-3</sup> pour les n-alcanes, de 153 à 345 ng m<sup>-3</sup> pour les acides n-alcanoïques et de 44 à 100 ng m<sup>-3</sup> pour les HAP et HAPN. Bien que les échantillons aient été prélevés pendant la saison chaude, les niveaux de ces polluants semblent importants et présentent un risque sanitaire majeur, particulièrement pour les HAP. (Nourreddine Yassaa et al.2001. Chemosphere).

Sur le tableau I.1 est rapporté les principaux HAP et HAPN observés pendant le mois d'Aout 1999.

**Tableau II.1 : Les concentrations des HAP et HAPN (ng m<sup>-3</sup>) à Bab-Ezzouar, Aout 1999 (N.YASSAA et al 2001).**

Composé		1ère	2ème	3ème	4ème	5ème	
---------	--	------	------	------	------	------	--

	Symbole	semaine	semaine	semaine	semaine	semaine	
Phenanthrene	PHE	2,4	10,7	0,8	11,5	0,3	5,1
Anthracene	AN	0,6	3,3	0,3	2,4	0,0	1,3
Fluoranthene	FA	12,0	6,6	12,8	11,6	4,8	9,6
Pyrene	PY	9,8	9,0	11,7	11,7	4,1	9,3
Benz(a)anthracene	BaA	2,7	4,8	7,8	3,4	3,6	4,5
Chysene	CHR	7,2	8,9	6,7	3,0	3,2	5,8
Ben(b)fluoanthene	BbFA	7,9	5,4	7,2	2,5	3,6	5,3
Ben(k)fluoanthene	BbFA	2,1	2,0	5,2	1,8	2,5	2,7
Ben(a)fluoanthene	BaFA	0,6	0,7	1,6	0,5	0,7	0,8
Ben(e)pyrene	BePY	3,7	4,1	6,4	2,5	3,2	4,0
Ben(a)pyrene	BePY	1,6	3,6	3,0	1,0	0,9	2,0
Perylene	PE	0,5	0,5	0,9	0,3	0,2	0,5
Indeno(1.2.3-cd)pyrene	IPY	3,1	2,3	5,1	1,8	2,6	3,0
Dibenz(a,h)anthracene	DBahA	1,0	0,5	1,8	0,5	1,0	1,0
Benz(g,h,i)perylene	BPE	3,4	3,1	6,1	2,2	2,7	3,5
dibenz(a,i)pyrene	DBaiPY	1,0	0,6	0,9	0,5	0,6	0,7
Coronene	CO	1,4	0,9	1,5	0,6	0,7	1,0
Dibenz(a,e)pyrene	DBaelPY	1,1	0,4	1,2	0,0	0,3	0,6
PAH total non alcalinés		62,0	67,1	80,7	57,7	35,2	60,5
PAH total méthylés		10,0	16,8	17,7	16,9	7,7	13,8
2-Nitrofluorantene	2-NFA	1,5	1,2	1,6	2,4	0,9	1,5

## II.2 Composés organiques volatiles polaires et non-polaires en zone urbaine d'Alger et sur deux sites du Sahara algérien :

Pour la première fois, des composés organiques volatiles polaires et non polaires de C<sub>4</sub> à C<sub>20</sub> ont été identifiés et quantifiés au centre ville d'Alger et sur deux sites sahariens (l'oasis de Melika, Désert de Bouchéne) situés en Algérie. Plus de 190 composés rejetés de sources anthropogéniques et biogéniques ou formés dans l'air par la dégradation de précurseurs de smog photochimique ont été identifiés dans le centre-ville d'Alger. Certains n'ont jamais été rapportés auparavant. Pendant les déterminations, les niveaux élevés de pollution caractérisent la ville. Le transport des polluants d'origine anthropique ainsi que certaines émissions biogéniques de palmiers-dattiers sont principalement responsables des niveaux de COV

mesurés dans l'oasis Melika située à l'entrée du désert du Sahara. (Noureddine Yassa et al 2001. Atmospheric environment)

Le tableau II.2 rapporte les polluants identifiés par famille chimique et caractérise l'étendue de la propagation.

**Tableau II.2: Les concentrations des composés organiques volatiles polaires et non polaires en ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) à Alger centre, oasis de Malika et au désert de Bouchéne 2001.(Noureddine Yassa et al 2001. Atmospheric environment) (Voir annexes)**

**II.3 Composition de substances particulaires organiques issues de l'extraction du pétrole brut et sa similitude à l'aérosol atmosphérique dans les abords :**

Le contenu absolu et relatif des distributions d'aérosols organiques [n-alcanes, n-alcanoïques et n-acides alcénoïque, n-alcan-2-ones et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)] ont été déterminés dans les gaz brûlés émis lors de l'extraction du pétrole brut et dans l'atmosphère libre de la ville de Hassi-Messaoud (Algérie). Acides mono carboxyliques saturés et mono insaturés (de 9802 à 20 057  $\text{ng m}^{-3}$ ), représentaient la principale fraction de matière organique dans les particules, dans la torche des gaz d'échappement et dans l'atmosphère. Les n-alcanes sont également abondants tant dans les émissions directes (de 460 à 632  $\text{ng m}^{-3}$ ) et dans l'atmosphère de la ville (462  $\text{ng m}^{-3}$ ) et font preuve d'une empreinte particulière caractérisée par la présence d'un ensemble de congénères ramifiés autour du même carbone homologue et d'une même forte prédominance de chaîne carbonée dans la gamme ( $\text{C}_{16}\text{-C}_{34}$ ). Bien que les n-alcan-2-ones soient absents dans la ville et pauvres dans les fumées émises par les torches (de 31 à 42  $\text{ng m}^{-3}$ ), les HAP sont présents à des degrés faibles dans tous les sites (de 18 à 65  $\text{ng m}^{-3}$ ). La combustion incomplète des gaz démissions lors de l'extraction du pétrole brute est certainement la source des composés organiques fixés sur les particules dans la ville et sa région. (Noureddine Yassaa et al.2005).

La concentration totale de différentes espèces organiques constituant les particules sur trois sites de prélèvement est donnée dans le tableau II.3.

**Tableau II.3 : Les concentrations totales et les rendements de n-alcanes, n-alcanoïques, acides n-alcanoïques et HAP en ( $\text{ng m}^{-3}$ ) enregistrées dans le centre industriel sud (CTI), le centre industriel nord de Abdelhalim Naili (SCIAN) et dans la ville de Hassi-Messaoud juin 2000.(N.YASSA et al.2005)**

composés	SIC	NAIC	City
n-alcanes	460	632	462
les acides n-alcanoïques et n-alcanoïques	17634	9802	20057

n-alcane-2-ones			
HAP et les HAP de méthyle	31	42	n.d
rendement total	65	22	18
	18190	104489	20537

n.d : non détecter

#### II.4 Les variations saisonnières des particules de composés organiques dans l'atmosphère PM10 dans la plus grande décharge de déchets municipaux de l'Algérie :

La composition moyenne et les variations saisonnières des concentrations atmosphériques de particules organiques en occurrence *n*-alcanes, acides *n*-alcanoïques, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), et des hydrocarbures aromatiques polycycliques nitrés (HAPN) ont été déterminées à la plus grande décharge de déchets municipaux situés en Algérie à Oued Smar. Cette dernière se situe seulement à 13 km à l'est du centre-ville d'Alger. Les échantillonnages ont été effectués entre août 2002 et Février 2003, et les composés organiques absorbés dans l'air des particules ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 10 microns (PM10) ont été caractérisées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la détection par spectrométrie de masse (GC/MS). Les concentrations totales variaient de 828 à 11068 ng m<sup>-3</sup> d'air pour les *n*-alcanes, de 1714 à 21710 ng m<sup>-3</sup> d'air pour le *n*-acides alcanoïque, de 13 à 212 ng m<sup>-3</sup> d'air pour les HAP et de 93 à 205 pg m<sup>-3</sup> d'air pour les HAPN. Les acides *n*-alcanoïques représentaient 85 et 56% de la composition organique totale de l'aérosol mesuré en été et en hiver, ce qui représente la plus grande fraction. Les profils de distribution et les rapports de diagnostic de certains composés marqueurs a permis d'identifier la combustion et l'activité microbienne comme les principales sources de particules polluantes organiques liés à des émissions directes. La dépendance annuelle de la teneur en fraction organique des aérosols dans la décharge semble être liée aux conditions météorologiques moyennes ainsi que des variations de taux et la nature des matériaux jetés au dépotoir. (Riad Ladji et al .2007).

La variation annuelle des *n*-alcanes pour la période 2002-2003 est donnée dans le tableau II.4.

**Tableau II.4 : les concentrations moyennes mensuelles et saisonnières de n-alcane (ng par mètre cube d'air) à Oued smar ,2002-2003 (Riad Ladji et al .2007)**

	aout	sep	oct.	nov.	déc.	jan	fév.	été	hiver
n-C16	43	63	53	669	262	465	39	53	359
n-C17	56	83	69	2302	818	1506	117	69	1199
n-C18	187	299	243	2363	969	1666	187	243	1296
n-C19	87	225	156	1337	573	955	129	156	749
n-C20	60	157	109	809	358	554	58	109	452
n-C21	46	109	77	433	207	320	50	77	253
n-C22	47	124	85	453	221	337	56	85	267
n-C23	30	80	55	262	123	197	45	55	159
n-C24	39	93	66	383	181	282	34	66	220
n-C25	20	46	33	163	80	122	21	33	97
n-C26	16	49	33	253	112	182	14	33	140
n-C27	19	50	34	153	79	116	12	34	90
n-C28	12	50	31	267	116	192	13	31	147
n-C29	36	61	48	106	72	89	17	48	71
n-C30	30	59	44	398	167	283	16	44	216
n-C31	33	76	55	104	78	91	16	55	72
n-C32	32	77	54	352	161	256	9	54	195
n-C33	19	53	36	45	5	25	4	35	20
n-C32	16	24	20	210	15	115	n.d	20	115
total	828	1778	1301	11.068	4606	7837	837	1302	6087
CPI25	1.1	1.0	1.0	0.4	0.82	0.63	1.01	1.0	0.7

## II.5 Variation annuelle de la composition des PM10 en composés organiques en Algérie :

Différents solvants organiques ont été utilisés pour réaliser des extractions sur des particules en suspension sur deux sites urbains d'Alger (Beb El Oued et Ben Aknoun) entre Juillet 2005 et Juin 2006. Le but est d'obtenir des informations sur leurs niveaux de

concentration ambiante et les sources de contamination. Les composés identifiés sont notamment les *n*-alcanes, acides *n*-alcanoïques mono-et dicarboxyliques, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les HAP nitrés (N-HAP) et des composés aromatiques polycycliques (CAP) azotés/oxygénés. La moyenne saisonnière de ces groupes chimiques est respectivement : 42-193 ng m<sup>-3</sup>, 292-2656 ng m<sup>-3</sup>, 8-629 ng m<sup>-3</sup>, 12-189 pg m<sup>-3</sup> et 2-9 ng m<sup>-3</sup>. Les concentrations maximales ont été enregistrées pendant la saison froide pour tous les groupes à l'exception du N-HAP qui a atteint un sommet en été. Les acides gras représentent plus de 67% de la masse organique totale des aérosols au niveau des deux sites. Les rapports entre les concentrations atmosphériques des espèces marqueurs ainsi que l'évolution de la répartition des espèces dans les groupes chimiques étudiés montrent que les aérosols organiques sont d'origine automobile (Riad Ladjji et al.2009).

Le tableau II.5 montre la variation saisonnière des différentes familles de polluants.

**Tableau II.5 : Les concentrations totales et les rendements (ng m-3) de n-alcanes, n-acides, des acides dicarboxyliques, les HAP et leurs dérivés nitrés et oxygénés (N-HAP, O-HAP) enregistrés dans le centre-ville d'Alger (2005-2006)( Riad Ladjji et al.2009)**

	BAK				BEO			
	été	automne	hiver	printemps	été	automne	hiver	printemps
n-alcanes	42	63	93	60	90	118	193	138
Acide dicarboxylique	34	44	767	974	101	342	1338	1261
n-acides	292	379	1653	2175	1317	1262	2656	2596
HAPS	10.8	13.2	15.8	8.4	18.6	24.8	29.3	13.0
N-HAPS	44*	52*	12*	17*	189*	129*	25*	96*
O-HAPS	2.13	1.93	5.36	5.64	2.54	5.94	9.48	7.94

\*pg m<sup>-3</sup>

### Conclusion :

A travers les exemples que nous avons donnés, il apparaît évident que notre pays présente des risques majeurs de pollution atmosphérique. L'homme aussi bien que l'animal est contaminé par cette pollution avec des risques sanitaires à long terme de développer des pathologies chroniques par contamination directe ou à travers la chaîne alimentaire. Dans le prochain chapitre nous aborderons l'opportunité de détection de la pollution par l'utilisation de bio-indicateur comme alternative à l'analyse physico-chimique.

### **III. La pollution métallique anthropique affectant la coloration des caroténoïdes, la capacité anti-oxydante et l'état physiologique des mésanges (*Parus major*) :**

Chez beaucoup d'animaux, les femelles ont tendance à choisir les mâles les plus voyants, en les évaluant sur l'expression de leurs parures sexuelles, qui révèle la qualité génotypiques et/ou phénotypiques des mâles (ANDERSSON 1994).

L'un des exemples les plus frappants de l'ornementation sexuelle est l'expression de plumes aux couleurs vives ou des correctifs de la peau, qu'on trouve essentiellement dans les poissons et les oiseaux. Les couleurs vives peuvent être causées par la structure microscopique des plumes ou de peau, ou par le dépôt de pigments tels que la mélanine et les caroténoïdes (ANDERSSON et PRAGER, 2006). Les caroténoïdes sont parmi les pigments les plus abondants et lumineux, responsable de la coloration jaune au rouge.

Une hypothèse stipule que les caroténoïdes sont limités dans l'environnement parce qu'ils ne peuvent être produits que par des plantes. Du fait que les animaux obtiennent tous les caroténoïdes de leur alimentation, les signaux basés sur des caroténoïdes peuvent exprimer la recherche de nourriture et d'efficacité d'absorption de caroténoïdes. (OLSON et OWENS, 1998). Puisque les caroténoïdes ont de nombreuses fonctions différentes (par exemple dans l'immunocompétence, les antioxydants, les pigments), les animaux pourraient aussi être confrontés à des problèmes de répartition. L'intensité du signal pourrait ainsi refléter le statut antioxydant, immunitaire ou de la charge parasitaire de l'individu. (LOZANO 1994, VON SCHANTZ et al. 1999).

Dans un métabolisme normal, les réactions immunitaires et les infections parasitaires sont connues pour augmenter la production de radicaux libres (HALLIWELL et GUTTERIDGE, 2007).

Les antioxydants sont nécessaires pour neutraliser ces molécules réactives. Quand il ya un déséquilibre entre pro-et anti-oxydants, le *stress oxydant* peut se produire, causant des dommages aux cellules et aux biomolécules. Ces antioxydants peuvent être produits par des enzymes endogènes (superoxyde dismutase, catalase) ou des molécules (glutathion par exemple) ou peuvent être extraites de l'alimentation (par exemple vitamine C, vitamine E, caroténoïdes). Puisque les caroténoïdes ont des propriétés anti-oxydantes (KRINSKY 2001),

il a été proposé que l'intensité d'un signal basé sur les caroténoïdes reflète la capacité de l'individu à faire face au stress oxydatif (VON SCHANTZ et al. 1999).

Une récente méta-analyse de COSTANTINI et MOLLER (2008), qui montrée que les caroténoïdes expliquent moins de 0,002% de la capacité antioxydante plasmatique chez les oiseaux. Le rôle des caroténoïdes comme antioxydants *in vivo* et le contenu informatif des écrans à base de caroténoïdes est récemment devenue un sujet intensément débattu (HARTLEY et KENNEDY, 2004).

Certains métaux, comme le **Cadmium** et le **Plomb**, sont très toxiques et n'ont pas de fonction biologique connue et peuvent induire un stress oxydatif. Les métaux essentiels comme le **Cuivre**, le **Fer** et le **Zinc**, peuvent également être toxiques, s'ils dépassent une concentration critique (ERCAL et al. 2001) et peuvent accabler les défenses anti-oxydantes des cellules et entraîner un stress oxydatif (ERCAL et al. 2001).

Des recherches antérieures (EEVA et al. (1998) et DAUWE et EENS (2008)) qui étudient les effets de la pollution métallique sur la coloration par des caroténoïdes ont montré que la pollution par les métaux amenuise la coloration du plumage de la grande mésange. Ces études n'ont pas mesuré les niveaux de stress oxydant. Pour cette raison, il n'est pas prouvé que la contamination par les métaux qui induisent un stress oxydatif soit la raison de cet effacement.

La pollution par les métaux pourrait par exemple affecter aussi la qualité des aliments et la quantité du régime alimentaire des mésanges vivant dans les sites pollués. Les personnes vivant dans les sites de pollution métallique pourraient non seulement avoir des niveaux élevés de stress oxydatif, mais pourrait aussi avoir une altération et une diminution de la qualité du régime alimentaire qui affectent leurs conditions générales du corps.

Cette hypothèse est renforcée par des études faisant état d'un montant réduit de produits alimentaires appropriés dans les zones polluées (GRAVELAND 1990; HORNFIELD NYHOLM et 1996) et des changements liés à la pollution dans le régime alimentaire des oiseaux (EEVA et al. 1997, 2005).

Cette recherche a étudié l'effet de la pollution par les métaux à la fois l'expression d'une couleur basée sur les caroténoïdes et le statut antioxydant du plasma dans la grande mésange à la fois sur des oisillons et des oiseaux adultes.

Pour tester cette hypothèse, des études effectuées sur le terrain pour savoir si la pollution métallique affectait négativement la coloration de caroténoïdes et si celle-ci était liée à des

niveaux élevés de stress oxydatif. Il a été examiné si la coloration de caroténoïdes affectée par le métal est induite par des différences de composition du régime alimentaire et la qualité de l'alimentation d'une grande mésange.

Pour comprendre, il a été comparé des paramètres physiologiques indicatifs de l'état nutritionnel de l'organisme parmi les sites d'étude. Un des avantages de ces mesures est qu'elles donnent un aperçu des conditions de vie d'un individu sur une plus longue période de temps avec une seule mesure.

Les paramètres mesurés sont les protéines totales, l'albumine, l'acide urique, les triglycérides et le cholestérol dans le plasma des adultes et des oisillons nichés de la grande mésange.

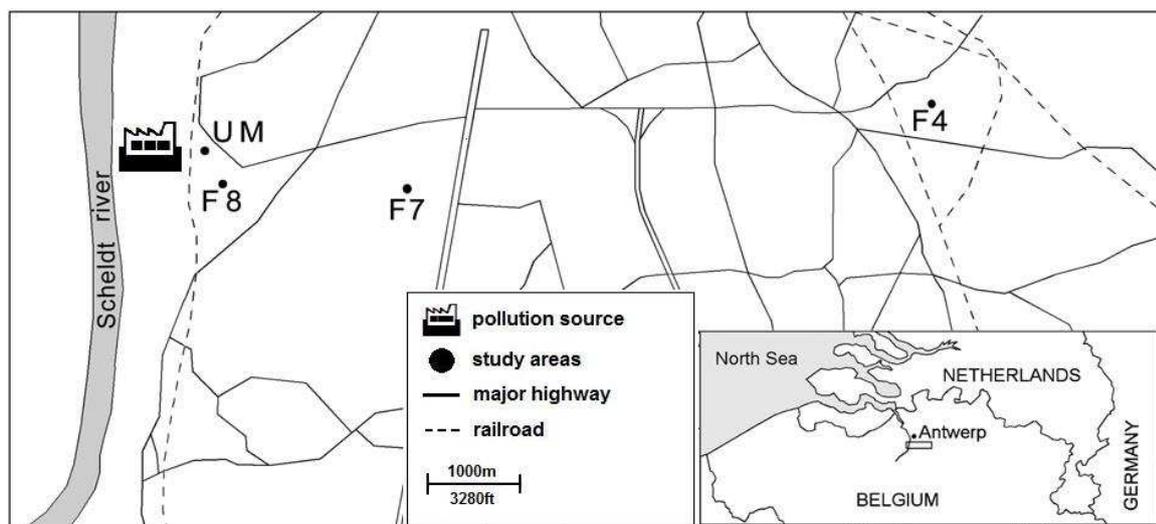
### III.1 Méthodes :

#### III.1.1 Espèce étudiée :

La classification de *Parus major* :

- Règne :Animalia
- Embranchement : Chordata
- Sous-embranchement : Vertebrata
- Classe : Aves
- Ordre :Passeriformes
- Famille : Paridae
- Genre : Parus

Les mésanges sont de petits oiseaux chanteurs largement utilisés dans les recherches écologiques et écotoxicologiques, principalement parce qu'elles se reproduisent et se perchent dans les boîtes de nidification (EENS et al. 1999). Les mésanges ont un jaune bien visible dans la poitrine. Cette couleur de la poitrine est basée sur des caroténoïdes et causé par le dépôt de la lutéine et la zéaxanthine (PARTALI et al. 1987). Ces caroténoïdes proviennent de leur alimentation, principalement de *chenilles*, qui sont riches en caroténoïdes.



**Figure 1:**

L'emplacement des quatre sites d'étude (UM, F8, F7 et F4) le long d'un gradient de pollution par un métal lourd émanant d'une grande fonderie de métaux non ferreux dans le sud d'Anvers.

### III.1.2 Site d'étude :

L'étude a été menée dans quatre sites avec les populations des mésanges résidant dans un gradient de pollution bien établis émanant d'une fonderie non ferreuse dans le sud d'Anvers. Cette fonderie est la source la plus large de la pollution métallique en **Cadmium**, **Plomb**, en **Arsenic**, en **Cuivre** et en **Zinc** en Belgique. La pollution provient des émissions non contrôlées de la poussière, qui est déposé à proximité de la fonderie. Cette poussière contaminée n'est transportée que sur une courte distance, ce qui rend la contamination locale très élevée par les métaux (DAUWE et al. 1999, 2004; EENS et al. 1999; JANSSENS et al. 2001; JASPERS et al. 2004).

Les mesures des dépôts de Plomb et de Cadmium montrent une augmentation exponentielle vers la source de pollution (VMM 1999). En 2005, les valeurs moyennes de Plomb et de Cadmium dans les fractions de poussières **PM10** variaient respectivement de **35-381ng/m<sup>3</sup>** et **2-7ng/m<sup>3</sup>** dans la zone entourant la fonderie et ont été parmi les valeurs les plus élevées mesurées en Belgique et dans les environs des pays européennes (VMM 2007). Les sites ont été utilisés pour la recherche sur les mésanges depuis 1999 (par exemple DAUWE et al. 1999, 2004; JASPERS et al. 2004) il ya donc une population bien établie de mésanges, occupant

30-50 cases de niche dans chaque site d'étude. Une attention particulière a été accordée dans le choix des sites d'étude, un type d'habitat similaires (sites du parc de feuillus).

Des recherches antérieures dans ces sites d'étude ont rapporté des effets négatifs de la pollution métallique sur les marqueurs biochimiques, immunitaires, le succès et le comportement reproductif des mésanges (JANSSENS et al. 2003a, 2003b; SNOEIJIS et al. 2004, GORISSEN et al. 2005, VANPARYS et al. 2008).

### III.2 Échantillonnage sur le terrain

- Sur tous les sites d'étude, des nichoirs ont été vérifiés tous les deux jours à partir du 22 Mars 2007 dans le but de surveiller :

- l'état d'avancement de la construction des niches,
- la ponte et le début de l'incubation.
- L'éclosion et l'âge des oisillons.

- Des adultes ont été capturés après que les oisillons atteignent sept jours. Les oisillons ont été échantillonnés lorsqu'ils atteignent 15 jours. Les adultes capturés ont été sexés et âgés (première année contre les oiseaux plus âgés, SVENSSON, 1984) et marqués par des anneaux métalliques numérotés individuellement. Au total, 76 adultes et 328 oisillons mésanges ont été échantillonnés à partir de 45 différents nichoirs.

- Tous les oiseaux ont été pesés avec une précision de 0.1g, en utilisant une balance numérique et la longueur du tarse a été mesurée à 0,1 mm près, en utilisant un palpeur numérique coulissant.
- La longueur de l'aile a été mesurée à 1mm près. La condition a été définie comme le résidu de la régression linéaire de la masse corporelle sur la longueur du tarse, afin d'éviter l'effet de la taille du corps sur la masse corporelle (OTS et al. 1998).
- Un échantillon de sang a été recueilli (150-300 ml) à partir de la veine brachiale.

Les échantillons de sang ont été immédiatement stockés à 4 ° C et, dans les 12 heures, le plasma et les globules rouges ont été séparés par centrifugation 10 min.

- Puisque la coloration est impossible à déterminer sur les oiseaux vivants, 20 plumes jaunes de la poitrine ont été recueilli, de la région mi-ventrale de chaque

- oiseau. Les plumes de la poitrine ont été stockés dans des enveloppes en papier protégés des rayons du soleil à la température ambiante jusqu'à ce que la couleur soit mesurée (maximum 4 semaines après le prélèvement).

### III.2.1 Détermination de la couleur :

En laboratoire, tous les échantillons de plumes ont été mesurés trois fois par la même personne et, à l'aveugle à l'égard de l'emplacement, avec un spectromètre USB4000.

- La luminosité était calculée ( $\Sigma R300-700 / N$ ),
- la teinte (la pente entre 520 nm et 490 nm),
- et le chroma caroténoïde ( $R700-R450/R700$ ) à partir des données spectrales (ANDERSSON et PRAGER 2006) pour tous les individus.

Les plumes de la poitrine de mésanges sont de couleur jaune à cause de la lutéine et la zéaxanthine, qui ont un spectre de réflectance à 450 nm. Plus le chroma caroténoïdes est important, plus la concentration en caroténoïdes dans les plumes est grande.

### III.2.2 Paramètres de condition physiologique:

Tous les échantillons de plasma ont été analysés avec un analyseur chimique Cobas MIRA S Plus. Les concentrations de Cholestérol, de triglycérides, de protéines totales, d'acide urique et d'albumine ont été mesurées en utilisant des kits commerciaux standards. La répétition et la reproductibilité des mesures sont certifiées par l'inclusion d'un calibre et un contrôle dont les concentrations de chaque série sont connues et a été dans tous les cas entre 95-105% de la valeur certifiée. La quantité du plasma étant variable, les paramètres ne peuvent être tous déterminés chez tous les individus. Par conséquent l'acide urique était seulement mesuré dans le plasma des oisillons.

Afin d'évaluer le stress oxydatif, la mesure de la capacité anti-oxydante équivalente Trolox (TEAC) du plasma a été déterminée. Les résultats sont quantifiés comme mM Trolox équivalents par litre.

En raison de la quantité limitée de plasma et le nombre élevé de paramètres à mesurer, les concentrations plasmatiques en caroténoïdes n'ont pas été déterminées.

Bien que ce soit également un paramètre important, il a été décidé que, dans le champ

d'application de cette recherche, que les paramètres de l'état physiologique avec le chroma caroténoïde des plumes serait suffisante.

### III.3 Résultats :

**Tableau III.1 : Résultats de l'analyse de la variance, les moyens et les erreurs types des paramètres de couleur pour les adultes mésanges dans un gradient de pollution provenant d'un métal de fonderie (n = 76) (A. Geens et al.2009)**

	UM (0-350m)		F8 (400-600m)		F7 (2500m)		F4 (8000m)		site			sexe		
	Male (n=6)	femelle (n=11)	Male (n=14)	femelle (n=15)	Male (n=5)	femelle (n=9)	Male (n=7)	femelle (n=9)	df	F	p	df	F	p
Luminosité moyenne	23,28± 0,55	19,86 ± 0,63	22,05 ± 0,52	20,97 ± 0,68	19,99± 2,06	19,60 ± 1,00	22,86± 1,40	19,72 ± 0,89	75	1,2	0,3	75	9,9	0,002
teinte	0,35 ± 0,04	0,27 ± 0,03	0,37 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,37 ± 0,06	0,33 ± 0,02	0,43 ± 0,03	0,34 ± 0,02	71	2,8	0,05	71	12,7	<0,001
chroma caroténoïde	Males et femelles (N = 17)		Males et femelles (N = 29)		Males et femelles (N = 14)		Males et femelles (N = 16)		72	6,3	0,001	75	0,03	0,9
	0,61 ± 0,03 A		0,65 ± 0,01 AB		0,69 ± 0,03 B		0,70 ± 0,01 b							

Les lettres (AB) indiquent des différences significatives (Tukey-test,  $p < 0,05$ ). Les lettres ne sont pas affichées s'il n'y a pas de différences significatives.

**Tableau III.2 : Résultats de l'analyse de la variance, les moyens et les erreurs types des paramètres physiologiques des adultes mésanges dans un gradient de pollution provenant d'une fonderie de métaux (n = 59). (A. Geens et al.2009)**

	site				Df	F	p
	UM (0-350m) (n = 14)	F8 (400-600m) (n = 20)	F7 (2500m) (n = 14)	F4 (8000m) (n = 11)			
Protéines totales (g/L)	28.5 ± 1.8	24.6 ± 1.1	28.6 ± 1.1	34.6 ± 2.1	3	1.6	0.2
Albumin (g/L)	11.7 ± 0.5	10.6 ± 0.4	12.4 ± 0.4	14.0 ± 0.8	3	2.0	0.1
Triglyceride (mmol/L)	1.7 ± 0.1	1.56 ± 0.09	1.9 ± 0.11	1.91 ± 0.08	3	2.0	0.1
Cholestérol	4.63 ± 0.2	4.24 ± 0.21	4.94 ± 0.24	5.04 ± 0.22	3	1.9	0.1

(mmol/L)						
TEAC (mmol Trolox equ./L)	3.09 ± 0.25	2.66 ± 0.17	2.76 ± 0.19	2.28 ± 0.42	3	0.1 0.5

**Tableau III.3: Résultats de l'analyse de variance emboîtée, les moyens et les erreurs types des paramètres de couleur des oisillons mésanges dans un gradient de pollution une fonderie de métaux (n = 328). (A. Geens et al.2009)**

					site			Couvée		
	UM (0-350m) (N = 79)	F8 (400-600m) (N = 99)	F7 (2500m) (N = 84)	F4 (8000m) (N = 66)	Df	F	p	Df	F	p
luminosité moyenne	20,73 ± 0,53	21,47 ± 0,47	21,18 ± 0,56	21,79 ± 0,60	3	1,3	0,3	38	2,7	<0,001
teinte	0,25 ± 0,01 A	0,28 ± 0,01 b	0,27 ± 0,01 B	0,28 ± 0,01 b	3	2,6	0,05	38	3,2	<0,001
chroma caroténoïde	0,50 ± 0,01 A	0,52 ± 0,01 A	0,55 ± 0,01 b	0,54 ± 0,01 b	3	3,4	0,02	3,9	38	<0,001

Les lettres (AB) indiquent des différences significatives (Tukey-test, p <0,05). Les lettres ne sont pas affichées s'il n'y a pas de différences significatives.

**Tableau III.4 : Résultats de l'analyse de variance emboîtée, les moyens et les erreurs types des paramètres physiologiques des oisillons mésanges dans un gradient de pollution originaire de la fonderie de métaux. (A. Geens et al.2009)**

					Site			couvée		
	UM (0-350m) (N = 60)	F8 (400-600m) (N = 61)	F7 (2500m) (N = 55)	F4 (8000m) (N = 37)	Df	F	p	Df	F	p
protéines totales (g / L)	40,2 ± 3,4 A	30,2 ± 0,9 B	33,9 ± 1,4 C	28,5 ± 4,1 C	3	8	<0,001	39	3,1	<0,001
Albumine (g / L)	13,3 ± 1,2 A	± 11,0	± 0,2	10,6 0,9 B 9,2 ± 0,8 C	3	4,4	40	2,2	0,005	<0,001
Triglycérides (mmol / L)	4,35 ± 0,23	4,41 ± 0,17	4,79 ± 0,44	4,14 ± 0,39	3	0,52	0,7	40	4,2	<0,001
L'acide urique (mmol / L)	1040 ± 78 A	1100 ± 57 A	802 B	721 ± 121 ± 53 B	3	29,4	<0,001	27	10,2	<0,001

Cholesterol (mmol / L)	3,94 ± 0,16	4,27 ± 0,11	4,44 ± 0,41	3,98 ± 0,33	3 1 0,4	40 1,2 0,3
TEAC (Trolox mmol equ. / L)	2,82 ± 0,1 A	2,97 ± 0,07 A	2,3 ± 0,21 B	2,08 ± 0,22 B	3 7,8 <0,001	39 3,1 <0,001

Les lettres (AC) indiquent des différences significatives (Tukey-test,  $p < 0,05$ ,  $n = 213$ ). Les lettres ne sont pas affichées s'il n'y a pas de différences significatives.

### III.4 Conclusion :

Cette étude a permis d'observer que sur les quatre sites contaminés par les métaux, les grandes mésanges adultes et les oisillons subissent une réduction considérable de la coloration caroténoïde. De plus, la capacité anti-oxydante totale d'oisillons a été significativement affectée par la pollution métallique. Néanmoins, il n'y a pas d'effet significatif sur la capacité antioxydante totale des adultes.

Il a aussi été constaté qu'il n'y a pas de corrélation directe entre la capacité anti-oxydante totale et la coloration de caroténoïdes et ceux pour les deux types de population c'est-à-dire les adultes et les oisillons nichés.

Cependant, les paramètres nutritionnels ont montré qu'il y a une disparité importante entre les différents sites de contamination. Ainsi, l'impacte du régime alimentaire notamment en termes de variété et de qualité a été observé. Pour toutes les variables (à l'exception du cholestérol) de fortes variations dans la couvée des oisillons sont observées, ce qui suggère un rôle génétique considérable.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- Ann Geens, Tom Dauwe, Marcel Eens. Does anthropogenic metal pollution affect carotenoid colouration, antioxidative capacity and physiological condition of great tits (*Parus major*)?. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 150 (2009) 155–163
- Bobbink R, Harnung M, Roelofs TGM. 1998, the effects of air borne nitrogen pollutants on species
- Bolin B, Jager J, Doos BR. 1986. The greenhouse effect, climatic change, and ecosystems: a synthesis of present knowledge (Bolin B, Jager J, Doos BR, Warrick RA, eds the greenhouse effect, climatic change and ecosystems; Scientific Committee on problems of environment SCOPE Bd 29) Chichester: Wiley; 1-32.
- Chameides WL, Davis DD. 1982. Chemistry in the troposphere *Chem. Eng. News*. 60(4 Oct):39-52.
- Diversity in natural and semi-natural European Vegetal. *J Ecol.* 86(5):717-738.
- Gupta S, Saksena S, Shankar VR, Jochi 1998. Emission factor and thermal efficiencies of cooking biofuels from five countries, *Biomass Bioenerg*: 14(5-6) 547-559
- Hecklen J. 1976. Atmospheric chemistry. New York: Academic Press. Isidorov Va, 1990; Organic chemistry of the earth's atmosphere. Berlin: Springer.
- Horner J 1998. Carbon monoxide: The invisible killer. *J Royal Soc Health*. 118(3):141-145
- Keulen Hv, Laar HH v, Louwse W, Goudriaan J. 1980. Physiological aspects of increased CO<sub>2</sub> concentration *Experientia* 36:786-792.
- Lloyd WG, Rowe DR. 1999. Estimation of carboxylhemoglobins. *Environ Sci Technol*. 33 (5):782-758
- Leclaire. 1998. Les composés organiques volatils (COV) dans l'environnement. Paris: TEC et DOC Lavoisier.
- Morawska L, Thomas S, Bofinger N, Wainwright D, Neale D. 1998. Comprehensive characterization of aerosols in a subtropical urban atmosphere: particle size distribution and correction with gaseous pollutants. *Atmos Environ*. 32 (14-15):2467-2478.
- Nourredine Yassaa, Brahim Youcef Meklati, Angelo Cecinato. 2001. Chemical characteristics of organic aerosols in Bab-Ezzouar (Algiers). Contribution of bituminous product manufacture. *Chemosphere* 45,315-322.
- Nourredine Yassa, Brahim Youcef Meklati, Enzo Brancaleoni, Massimiliano Frattoni, Paolo Ciccioli. 2001. Polar and non-polar volatile organic compounds (VOCs) in urban Algiers and Saharian sites of Algeria *Atmospheric Environment* 35,787-801.

- Nouredine Yassaa, Angelo Cecinato.2005.Composition of torched crude oil organic particulate emitted by refinery and its similarity to atmospheric aerosol in the surrounding area.Chemosphere 60,1660-1666.
- PERROS PE, MARION T.1999.Airborne mesurements of NOx and impact of this gas on atmospheric chemistry analisis.27 (4):319-325.
- Richard A. Feely, Christopher L. Sabine, and Victoria J. Fabry .April 2006.Carbon dioxide and our ocean legacy
- Renaux A, Bouland D.1998. Les aerosols \_physique et métrologie. Paris: TEC et DOC Lavoisier.
- Riad Ladji, Nouredine Yassa Angelo Cecinato, Brahim Youcef Mekalti.2007.Atmospheric Research 86,249-260.
- Riad Ladji, Nouredine Yassa,Catia Balducci, Angelo Cecinato, Brahim Youcef Meklat.2009.Annuel variation of particulate organic compounds in PM10 in the urban atmosphere of Algiers.Atmospheric Research 92.258-269.
- Sunquist ET.1993.The global carbon dioxide budge. Science.259/934-941.
- Wilkins ET.1954.Air pollution aspects of the London fog of December 1952.Quart J Royal Metearol sac .80:267-271.
- Wint A.1986 air pollution in perspective (Hutzinger O, ed.Air pollution;in:the handbook of environmental chemistry; vol 4, part A) Berlin:springer, 1-22.

*Les annexes*

**Tableau II.2 : Les concentrations des composés organiques volatiles polaires et non polaires en ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) à Alger centre, oasis de Malika et au désert de Bouchéne 2001 (Noureddine Yassa et al 2001)**

Classes des composés	Concentrations ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) : centre-ville, Alger 1 p.m.	Concentrations ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) Désert de Bouchene 5.0 p.m.	Melika Oasis 6.00 p.m.
<u>Alcanes</u>			
Butane, 2-methyl-	3,0	0,46	2,87
n-C5	15,4	0,57	3,77
Pentane, 2-methyl-	45,9	0,21	2,53
Pentane, 3-methyl-	27,7	0,16	1,47
n-C6	91,5	0,33	4,18
Hexane, 2-methyl	50,4	0,10	1,79
Hexane, 3-methyl-	41,1	0,11	1,57
n-C7	42,6	0,17	1,88
Heptane, 2-methyl-	17,5	–	0,74
Heptane, 4-methyl-	12,3	–	0,69
Heptane, 3-methyl-	37,4	–	0,83
n-C8	28,1	0,11	102
n-C 9	25,0	0,07	0,66
n-C 10	9,7	0,06	0,60
n-C 11	5,7	0,08	0,76
n-C 12	2,7	0,13	0,70
n-C13	6,0	0,11	0,64
n-C14	2,8	0,09	0,31
n-C15	1,9	0,14	0,32
n-C 16	32	024	120
n-C17	36	012	072
<u>Alcènes</u>			
1-Hexene	3,7	0,18	–
1-Heptène	10,0	0,33	0,39
1-Octene	9,7	0,46	0,51
1-Nonane	30,1	0,80	0,57
<u>Cyclo-alcanes</u>			
methylcyclopentane	5,9	–	0,64
<u>Diènes</u>			
Isoprène	3,0	0,7	0,77

<u>Arènes monocycliques</u>			
Benzène	27,9	0,28	2,43
Toluène	165,5	0,57	5,67
Ethylbenzène	64,4	0,13	1,5
(m+p)-Xylène	316,7	0,41	5,45
Styrène	10,5	–	0,07
$\alpha$ -Xylène	224,8	0,15	1,91
Isopropylbenzène	61,9	–	0,13
n-Propylbenzène	20,5	0,30	0,53
benzène, 1-méthyl-3-éthyl-	36,3	0,05	1,07
benzène, 1-méthyl-4-éthyl-	17,9	0,02	0,51
benzène, 1, 3, 5-triméthyl-	19,6	0,02	0,57
benzène, 1, 2, 4-triméthyl-	59,7	0,07	1,41
benzène, 1, 2, 3-triméthyl-	17,1	0,01	0,34
Tetraalkylbenzène isomères	73,8	–	1,04
<u>Arènes bicycles</u>			
Naphtalène	4,8	–	0,64
<u>Terpènes</u>			
$\alpha$ -Pinène	26,7	007	149
Sabinène	6,3	–	070
$\beta$ -Pinène	40	–	020
Mycène	14	–	004
$\Delta$ -3-Carène	40	–	066
p-Cymène	14	–	005
1, 8-Cineol	24,2	–	013
Limonène	7,4	002	079
$\alpha$ -Terpineol	–	–	036
<u>Composés halogènes</u>			
CFC 11	–	21,73	84,63
Dichlorométhane	0,1	0,24	1,00
CFC 113	0,1	0,15	1,46
Tétrachlorométhane	0,9	0,16	0,35
Tétrachloroéthane	7,6	0,10	0,11
Dichlorobenzène	6,0	0,15	0,80
<u>Alcools et oxy-alcools</u>			
Ethanol, 2-butoxy	66,3	–	0,84
1-Hexanol, 2-éthyl	507,0	–	1,60

<u>Aldéhydes</u>			
Butanal	8,4	0,37	1,26
Pentanal	13,1	0,36	2,71
Hexanal	28,6	0,34	6,42
Heptanal	18,5	0,18	3,41
Pentanal, 4-oxo-	–	–	0,67
Benzaldehyde	143,6	0,11	0,77
Octanal	26,0	0,18	5,00
Nonanal	24,9	–	5,95
Decanal	30,7	–	5,82
Undecanal	12,5	–	1,40
dodecanal	4,4	–	0,81
<u>Cétones</u>			
Propanone	714	1,05	6,98
3-Buten-2-one	59	0,33	2,56
2-Butanone	30	0,29	2,98
3-Octanone	254	–	0,91
6-Methyl, 5-hepten, 2-one	635	–	6,27
Greranyl acetone	124	–	0,86
<u>Esters</u>			
Acide acétique, éthyl ester	2,4	–	0,46
Acide acétique, butyl ester	77,5	–	0,59

## **Résumé :**

La présente revue aborde la problématique de la pollution atmosphérique et de son impacte sur l'environnement. Pour ce faire, la pollution atmosphérique est définie à travers les différentes familles de molécules chimiques qui la constituent. Les effets sur les plantes, les animaux et l'homme sont rapportés. Un état des lieux sur la pollution atmosphérique dans notre pays est effectué en considérant les travaux de recherche publiés dans le domaine. Un exemple de recherche de l'impacte de la pollution atmosphérique par les métaux lourds sur la grande mésange (*Parus major*) est considéré comme model.

**Mots clefs:** pollution atmosphérique, impacte environnemental, bio-indicateur.

## **Abstract :**

The present review approaches the problems of atmospheric pollution and of the impact on the environment. With this intention, atmospheric pollution is defined through the various families of chemical molecules which constitute it. The effects on the plants, the animals and the man are reported. An inventory on atmospheric pollution composition in our country is carried out by considering the research tasks published in the field. An example of research of impacts atmospheric pollution by heavy metals on the large titmouse (*Parus major*) is regarded as model.

**Key words:** atmospheric pollution, environmental impact, bio-indicator.

## **التلخيص:**

هذه المراجعة تقترب من مشكلة التلوث وأثره على البيئة. و للقيام بذلك, يتم تعريف تلوث الهواء من خلال مختلف عائلات

الجزئيات الكيميائية و تقدير آثارها على النبات والحيوان والإنسان و من خلال النظر في الأبحاث المنشورة المتعلقة

بالتلوث الجوي في بلادنا. ويعتبر مثال للبحث في تأثير الحزمة الكبيرة بتلوث الهواء بالمعادن الثقيلة كنموذج.

**الكلمات الرئيسية:** تلوث الهواء، والأثر البيئي، ومؤشر الحيوي.