



N°de série : .....

*Faculté des Science de la Nature et de la Vie*  
*Département de biologie et Ecologie végétale*

**Année universitaire 2013/2014**

***Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention***

***Du Diplôme de Master***

***Domaine: Sciences de la nature et de la vie***

***Filière: Ecologie***

***Spécialité: Gestion durable des écosystèmes et protection de l'environnement***

***Option : Pollution des écosystèmes et Ecotoxicologie***

**Thème :**

**Niveau de contamination par le Fe et le Zn des poussières fines prélevées au niveau d'un poste de proximité trafic dans la cité Zouaghi Slimane.**

**Présenté par :**

**Bennaceur Hemza**

**Soutenue le : 26/06/2014**

**Devant le jury :**

**Président : Mdm.Afri-Mehennaoui.F.Z**

**Prof. Université de Constantine1**

**Promoteur : Mr. Ali-Khodja Hocine**

**Prof. Université de Constantine1**

**Examineur : M<sup>elle</sup>. Sahli leila**

**M.A.C. Université deConstantine1**

# Dédicaces

*Je dédie cette humble œuvre qui est le fruit de mes longues nuits de travail.*

*A mes chers parents, les meilleurs au monde ; qui m'ont toujours apportés affection, soutint et encouragement et qui ont rempli ma vie d'amour et de bonheur.*

*A mes frères et mes sœurs.*

*A mes belles sœurs et beaux-frères.*

*A toute ma famille ; BENNACEUR et ZAH*

*A Tous ceux que j'aime.*

## **REMERCIEMENTS**

***Je dois remercier tout d'abord Dieu le tout puissant qui m'a donné la force et le courage de reprendre mes études et d'arriver à ce stade.***

***Nous remercions les membres du jury qui ont lu notre modeste travail et l'ont enrichi avec leurs commentaires.***

***Nos sincères remerciements et reconnaissance vont à Mr. Ali KHODJA pour ses précieuses orientations ainsi que toute l'équipe du laboratoire de pollution et traitement des eaux à l'université Constantine1.***

***Je tiens à remercier Mme BENCHARIF MADANI FAIROUZEPOUSE BENHIZIA , A. Terrouche et M. Bouziane ; pour les nombreux aides et conseils fournis mais aussi pour leur sympathie***

***Merci à tous ceux qui m'ont aidé de quelque façon que ce soit, de près comme de loin.***

## Table de matière

Introduction	1
Partie I. Revue bibliographie	3
CHAPITRE I. La pollution particulaire et métallique	3
I.1.definitions	3
I.1.1. La pollution atmosphérique	3
I.1.2. La pollution particulaire	3
I.2. Les sources et origine de la pollution particulaire	5
I.2.1. Pollution d'origine anthropique	5
I.2.2. Sources naturelles	6
I.3. Classification des particules	7
I.3.1. Composition chimique	7
I.3.1.1. Les poussières	7
I.3.1.2. Les aérosols	7
I.3.1.3. Les fumées noires	7
I.3.2. Taille des particules	8
I.3.2. Nature	9
I.3.2.1. Particules minérales	9
I.3.2.2. Particules vivantes	9
I.3.2.3. Particules végétales	9
I.3.3.4. Particules organiques	9
I.4. Selon le mécanisme de formation	10
I.4.1. Particules primaires :	10
I.4.2. Particules secondaires	10
I.5. Mécanisme de formation de particules	10
I.5.1. Le mode nucléation	11
I.5.2. Le mode accumulation	11

I.5.3. Le mode grossier	11
I.6. Composition chimique des particules	12
I.7. Effets des particules	12
I.7.1. Effets sur la santé	12
I.7.2. Effets sur la végétation	13
I.7.3. Effet sur les animaux	14
I.8. La pollution métallique	14
I.8.1. Généralités	14
I.8.2. Les principaux métaux lourds	15
I.8.2.1. Le plomb	15
I.8.2.2. Le cuivre	16
I.8.2.3. Cadmium	17
I.8.2.4. Zinc	18
I.9. Réglementation	18
I.9.1. Selon les normes Algérienne	19
I.9.2. Selon les normes d'organisation mondiale de la santé (O.M.S) :	19
Chapitre II. Matériels et méthodes	20
II.1. Choix de site de prélèvement	20
II.1.1. Topographie du site	20
II.2. Echantillonnage des poussières fines par le collecteur TAS (Tactical	21
II.2.1. Principe de fonctionnement	21
II.2.2. Echantillonnage des particules	22
II.2.2.1. Préparation de l'échantillonneur pour le prélèvement de PM10	22
II.2.2.2. Débit	22
II.2.2.3. Installation du filtre	22
II.2.2.4. Sélection du temps d'échantillonnage	23
II.2.2.5. Procédure d'échantillonnage	23

II.2.2.6. Récupération du filtre	24
II.2.2.7. Filtre usagé	24
II.2.3. Maintenance	25
II.2.3.1. Ensemble impacteur/support de filtre	25
II.2.3.2. Système de contrôle du débit	26
II.2.3.3. Programmateur de temps	26
II.2.3.4. Nettoyage/contrôle des valves et des diaphragmes de la pompe	26
II.3. Enregistrement des données météorologiques	29
II.3.1. Description de la station météo sans fil WMR928N	29
II.3.2. Présentation du logiciel WRPLOT	30
II.3.3. Traitement des données météorologiques	30
II.4. Minéralisation des poussières	31
II.5. Dosage des métaux lourds	31
Chapitre III. Résultats et interprétations	32
III.1. Évolution des concentrations des PM10 et PM 2,5	32
III.2. Évolution des concentrations de Zn	33
III.3. Evolution des concentrations du Fe	33
III.4. Influence des paramètres météorologiques	34
III.4.1. Données météorologiques	34
III.4.2. Conditions météorologiques propres au site	35
III.4.3. Contribution de la direction du vent aux concentrations des polluants	36
III.4.4. Résumé des corrélations	37
Conclusion	39

## Liste des figures

Figure 1. Origine des polluant particulaire.

Figure 2. Panache de poussières sahariennes influençant le bassin ouest méditerranéen et la région PACA5 (Provence-Alpes-Côte d'Azur). Cas du 28 juillet 2005 à 07h00.

Figure 3. Différentes fractions des particules dans l'air ambiant.

Figure 4. Quelques exemples de particules atmosphériques.

Figure 5. Eventail de tailles d'aérosols et processus régissant leur évolution.

Figure 6. Composition représentative des matières particulaires.

Figure 7. Organes respiratoires exposés aux poussières fines.

Figure 8. Effet des particules en suspension sur la santé .

Figure 09. Table périodique des éléments. Le fond grisé correspond aux 41 métaux de masse .

Volumique supérieure à  $5 \text{ g.cm}^{-3}$  et les éléments en gras indiquent les éléments cités comme toxiques pour l'homme et l'environnement dans divers documents.

Figure 10. Vue aérienne du site de prélèvement des poussières.

Figure 11. Le préleveur TAS.

Figure 12. Station météo sans fil (modèle WMR928N) 7000 Shimadzu

Figure 13. Le spectroscope AA-7000 Shimadzu

Figure 14. Evolution des concentrations des PM10 et PM2.5.

Figure 15. Evolution des concentrations du Zn.

Figure 16. Evolution des concentrations du Fe.

Figure 17. Rose des vents de la période du 10/03/2011 au 06/04/2011.

## **Liste des tableaux**

Tableau 1. Nature et origine des polluants.

Tableau 2. Valeur limite des PM2.5 et de PM10 selon O.M.S.

Tableau 3. Données météorologiques.

Tableau 4. Contributions moyennes des secteurs de vent aux concentrations des PM10 et PM2.5 et la concentration de Zn et du Fe.

Tableau 5. Corrélations entre les concentrations des PM10, PM2,5 , Fe et Zn et les données météorologiques.

## LISTE DES ABVREVIATIONS

**Cd: Cadmium**

**E : Est**

**Fe: Fer**

**HCl : acide chlorhydrique**

**HF: acide fluorhydrique**

**HNO<sub>3</sub> : acide nitrique**

**mm Hg :**

**Pb : Plomb**

**N : Nord**

**PM : Particule matter**

**PM<sub>10</sub> : Particules de diamètre <10 µm**

**Ppm : partie par million**

**ppm : Partie par million en volume**

**PM<sub>2.5</sub> : Particules de diamètre <2.5 µm**

**S : Sud**

**T : Température en degrés Celsius**

**TAS : Tactical Air Simpler**

**µm : micromètre**

**µg/m<sup>3</sup> : microgramme par mètre cube**

**W : Ouest**

**Zn : zinc**

### **Introduction :**

L'atmosphère est composée de gaz mais également de particules, matière condensée à l'état liquide ou solide. Les particules ont des origines multiples et proviennent de sources naturelles (sel de mer, éruptions volcaniques, feux de forêts, érosion éolienne des sols) aussi bien que d'activités humaines (transports, chauffage, industrie, agriculture). Elles peuvent également se former par combinaison, selon des processus physico-chimiques complexes (sources secondaires). Il s'agit donc d'une famille dont les caractéristiques sont extrêmement diverses et susceptibles de varier dans le temps. Elles sont souvent classées selon un critère de taille ou de composition chimique qui conditionne bien souvent l'intensité de leur impact sanitaire. Climatique et environnemental.

La problématique des particules est complexe à cause de la variabilité de leur composition physicochimique, le manque d'emprise sur la formation de particules secondaires dans l'atmosphère, ainsi que sur la durée de vie et le transport de ces dernières. Les particules constituent dès lors un important problème transfrontalier au même titre que l'acidification, l'eutrophisation et l'ozone.

A cet effet, la pollution atmosphérique s'impose aujourd'hui comme un sujet qui préoccupe de plus en plus les citoyens, les journalistes, les politiques, les chercheurs et les gouvernements. C'est un problème d'actualité qui a des effets néfastes sur l'environnement et cet environnement constitué de terre, d'eau, de plantes et d'air est un ensemble très important pour notre bien et pour l'équilibre naturel.

Les polluants émis sont dispersés dans l'atmosphère et/ou déposés dans l'environnement tout en subissant, éventuellement, des modifications physico-chimiques. Le principal facteur impliqué dans ces deux processus, transfert et transformation, est la météorologie, qui joue sur des phénomènes de turbulences et d'irradiation.

Les substances émises par le trafic routier sont très nombreuses et forment à proximité des routes véritables cocktail de polluant de l'air, parmi ces polluants les particules en suspension ou « PM<sub>x</sub> » pour « Particulate matter » avec un indice de taille est utilisée pour décrire les particules inhalables de diamètre aérodynamique inférieur à une valeur déterminée de l'ordre de « x µm »; on distingue trois principales classes : PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>1.0</sub> elles peuvent contenir des métaux alcalins et des métaux lourds, des composés

organiques, des composés biogéniques, des acides et d'autres composants selon la source de cette pollution.

La question de la pollution au niveau de wilaya de Constantine reste ouverte et recherche reste nécessaire car la wilaya consiste plusieurs facteurs favorise augmentation de la pollution urbain, parmi ces facteurs les zones industrielles, la croissance de population accroissement du parc et la circulation automobile sans oublies l'extension du wilaya .

Pour cela on a travaillé sur deux types de particule en suspensions le  $PM_{10}$  le  $PM_{2,5}$  à l'aide de deux collecteurs TAS (Tactical Air Sampler) au niveau de sites situés dans le campus universitaire « Zouaghi Slimane » ; qui est exposé à une forte circulation automobile, on prendre en considération les facteurs météorologie tel que la température, la précipitation, la vitesse du vent...etc, à l'aide d'une mise en place une station météorologie sans fil, on a donc fait dix prélèvement durent la période suivants 10/32014 a 06/04/2014, Puis on a fait l'extraction et enfin le dosage des métaux tel que : le zinc et le fer

Objectifs de travaille c'est :

- Mesurer le  $PM_{10}$  et le  $PM_{2,5}$  dans une période 10/32014 a 06/04/2014
- détermination le niveau de pollution de l'air par  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$
- Détermination de teneur de fer et du zinc
- Identification des sources de pollution
- Mesurer différentes paramètres météorologie
- Recherche de corrélation entre paramètres météorologie et la concentration des polluants

**Partie I. Revue bibliographie****CHAPITRE I. La pollution particulaire et métallique****I.1.definitions****I.1.1. La pollution atmosphérique**

Plusieurs définitions ont été développées pour expliquer la pollution de l'atmosphère.

➤ On parle de pollution atmosphérique lorsque « une ou plusieurs substances ou des mélanges de substances polluantes sont présents dans l'atmosphère dans des quantités ou sur une période telle qu'ils sont dangereux pour les hommes, les animaux, les plantes ou bien, qu'ils contribuent à leurs mise en péril ou nuisent à l'activité et au bien-être des personnes» (OMS, 2000).

➤ La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE), du 30 décembre 1996 en France, définit la pollution atmosphérique comme : « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives » (Zmirou, 2000).

**I.1.2. La pollution particulaire**

L'air est composé d'oxygène, d'azote, de gaz rares et de contaminants. Ces contaminants peuvent être d'autres gaz ou des particules solides ou liquides en suspension. Ces particules en suspension (notées PM qui vient de l'anglais Particule Matter) varient en termes de taille, de nombre, de surface, de composition chimique, de solubilité et d'origine (Filleul et al., 2001).

Les particules constituent un ensemble hétérogène dont les caractéristiques physico chimiques et/ou biologiques sont influencées par les sources d'émissions ou par leur processus de formation dans l'atmosphère. Alors que dans le passé, les fumées des processus incomplets de combustion de charbon, notamment du fait des activités industrielles et du chauffage domestique, dominaient la composition de l'aérosol urbain, les particules en suspension dans l'air sont aujourd'hui principalement issues des véhicules automobiles ( Tableau 1).

Tableau 1. Nature et origine des polluants (Ramade,2000)

Nature et origine des principales substances pollutant l'atmosphère		
Types de polluants atmosphériques	Nature du polluant	Source d'émission
<b>Gazeux</b>	CO <sub>2</sub>	Volcanisme, respiration des êtres vivants, combustibles fossiles, feux de végétation, déforestation.
	CO (oxyde de carbone)	Moteurs à explosion, combustions incomplètes, feux de végétation, bactéries, océan.
	Hydrocarbures	Moteurs à explosion, foyers au fuel ou au charbon industries chimiques
	Composés organiques	Incinération d'ordures, combustions diverses, volcanisme.
	SO <sub>2</sub> et d'autres dérivés gazeux du soufre	Volcanisme, embruns, marins, bactéries, combustions
	NO <sub>x</sub> et d'autres dérivés gazeux de l'azote	Combustions, moteurs à explosion, industrie nucléaire.
	Radionucléides	Essais atmosphériques d'armes atomiques
<b>Particulaires</b>	Métaux composés minéraux	Volcanisme-météorites, érosion éolienne-embruns marins, combustions, moteurs à explosion, métallurgie et diverses industries.
	Carbonées (particules)	Incendies de végétation, combustion de charbon et fuel, moteurs diesel.
	Composés organiques naturels et de synthèse	Incendies de végétation, industrie chimique Combustion de charbon et fuel, moteurs diesel, incinérateurs d'ordures, solvants, pesticides.
	Radionucléides	Industrie nucléaire, essais atmosphériques d'armes atomiques.

## **I.2. Les sources et origine de la pollution particulaire**

Pour mieux connaître et maîtriser la pollution de l'air, il est nécessaire de savoir quelles sont les sources de pollution, de les identifier et les quantifier. Cette connaissance permet ensuite de prendre des mesures de réduction des émissions à la source. Les inventaires d'émissions sont également une donnée de base nécessaire pour réaliser des évaluations de qualité de l'air et estimer les impacts de cette pollution sur la santé, les écosystèmes, etc. (Lacour, 2001).

### **I.2.1. Pollution d'origine anthropique**

On peut dire que la quasi-totalité des activités humaines est une source de pollution de l'air, qui apparaît essentiellement sous deux formes de substances polluantes :

- Gazeuse : présence de gaz nouveaux ou augmentation de la proportion d'un gaz existant naturellement,
- Solide : mise en suspension de particules (poussière, fumées).

On estime que les gaz représentent 90 % des masses globales de polluants rejetées dans l'air et les particules les 10% restants (Encyclopædia Universalis, 1998).

Les principales sources sont les installations de combustion et les procédés industriels tels que extractions de minéraux, cimenterie, aciérie, fonderie, verrerie, plâtrière, chimie fine, etc. Les émissions de poussière ont très fortement diminué depuis 20 ans. Les particules solides servent de vecteurs à différentes substances toxiques voire cancérigènes ou mutagènes (métaux lourds, HAP,...) et restent de ce fait un sujet important de préoccupation (CITEPA, 2010).

Ce phénomène de pollution atmosphérique reste donc complexe et le schéma suivant résume l'ensemble des paramètres et processus qui y concourent.

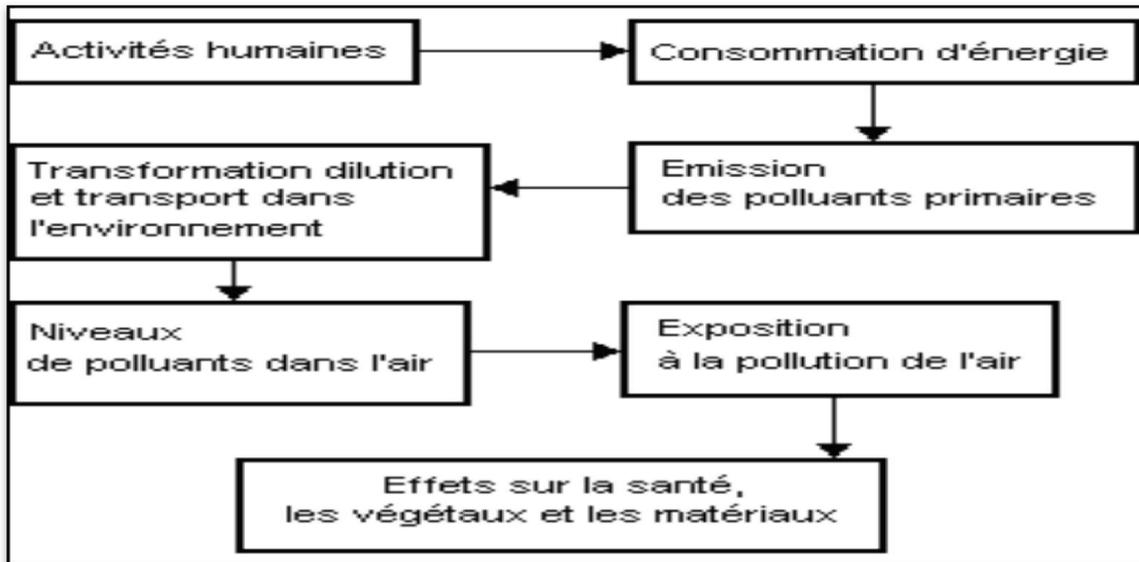


Figure1. Origine des pollutant particulaire (Thibaut, 1997, p, 17)

### I.2.2. Sources naturelles

Les origines naturelles des particules sont :

- volcanique, les sels de mer (cristaux salins : NaCl), feux de brousse,
- organique : formes vivantes microscopiques (bactéries, acariens, moisissures), graines aigrettées, pollen, fibres végétales (champignons) ou animales,
- tellurique : argiles, limons, sables fins,
- l'érosion par le vent (particule minérale).

Les épisodes de pollution en particules touchant le Sud-est de la France peuvent ainsi avoir une provenance des régions du Sud de la Méditerranée (particules sub-sahariennes notamment), c'est ce que montre l'image satellitaire suivante :

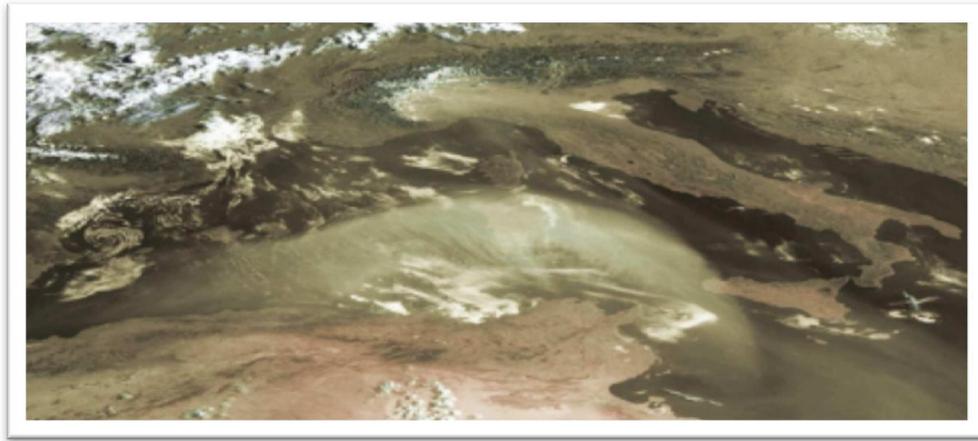


Figure 2. Panache de poussières sahariennes influençant le bassin ouest méditerranéen et la région PACA5 (Provence-Alpes-Côte d'Azur). Cas du 28 juillet 2005 à 07h00 ([http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/iotm/iotm/20050728\\_dust/20050728\\_dust.html](http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/iotm/iotm/20050728_dust/20050728_dust.html))

### **I.3. Classification des particules**

On peut classer les particules selon leur composition chimique, leur diamètre et selon leur nature.

#### **I.3.1. Composition chimique**

##### **I.3.1.1. Les poussières**

La poussière est une substance réduite en poudre très fine, avec des particules comprises entre 0,01 et 100  $\mu\text{m}$  voire même 250  $\mu\text{m}$  qui est susceptible de se trouver en suspension dans l'air sous certaines circonstances et pendant un temps plus ou moins long (Dahmane et Djenhi, 2005).

##### **I.3.1.2. Les aérosols**

Ils sont formés de particules solides ou liquides de dimension inférieure à 100 micromètres. La définition stricte est la "suspension, dans un milieu gazeux, de particules solides ou liquides présentant une vitesse de chute négligeable" selon la définition du Petit Robert. On peut également parler de particules insédimentables. Les aérosols correspondent donc aux plus fines particules (Dahmane et Djenhi, 2005).

##### **I.3.1.3. Les fumées noires**

Les fumées noires sont les poussières dues à l'activité humaine essentiellement constituées de particules de carbone dont une petite part est de diamètre inférieur à 2,5 microns (ou micromètre, millionième de mètre,  $\mu\text{m}$ ) et susceptibles de pénétrer dans les alvéoles

pulmonaires. Les particules de carbone sont inertes et ne produisent pas de réactions inflammatoires. Cependant, par temps humide, les particules de carbone constituent des noyaux de condensation de la vapeur d'eau et peuvent ainsi transporter dans les poumons des polluants nocifs de l'atmosphère, par dissolution ou adsorption, notamment les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certaines molécules sont cancérigènes et le SO<sub>2</sub> qui s'oxyde en acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (Dahmani et Djenhi, 2005).

### I.3.2. Taille des particules

Selon la taille des particules (diamètre aérodynamique ou diamètre aéraulique), on distingue en métrologie les « PM10 », les « PM2,5 » ou les « PM1 » selon la taille des particules en micromètre ou microns (10<sup>-6</sup> m ou 1 μm) ( figure 1).

- ❖ **PM10** : particules en suspension dans l'air, d'un diamètre aérodynamique (ou diamètre aéraulique) inférieur à 10 micromètres. Les particules plus fines peuvent être référencées :
- ❖ **PM2.5** : dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètres, appelées «particules fines»
- ❖ **PM1,0** : dont le diamètre est inférieur à 1,0 micromètre, appelées « particules très fines »
- ❖ **PM0,1** : dont le diamètre est inférieur à 0,1 micromètre, appelées «particules ultrafines» ou «nanoparticules»

Il est important de noter que :

Les particules d'un diamètre aérodynamique supérieur à 10 micromètres sont retenues par les voies aériennes supérieures (nez, bouche) ;

- **les PM10** : incluent les particules fines, très fines et ultrafines et peuvent pénétrer dans les bronches ;
- **les PM2,5** : incluent les particules très fines et ultrafines et pénètrent dans les alvéoles pulmonaires ;
- **les PM1,0** : incluent les particules ultrafines et peuvent passer la barrière alvéolo-capillaire.

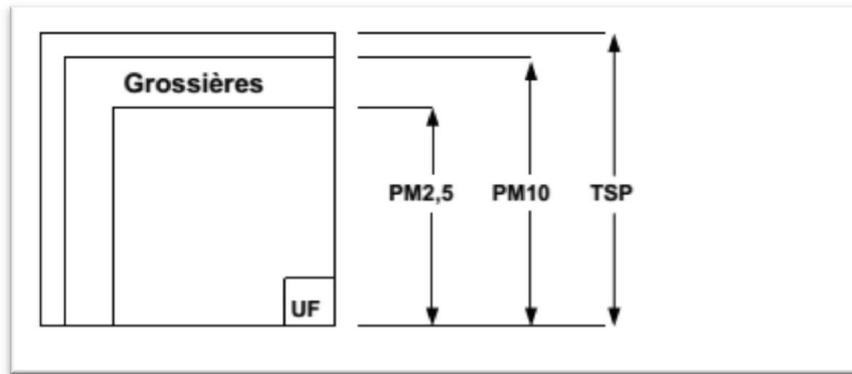


Figure 3. Différentes fractions des particules dans l'air ambiant  
 UF : Ultrafines

Les surfaces respectives de chacun des carrés représentent approximativement la contribution relative des différentes fractions aux concentrations ambiantes actuelles en masse de PM dans les villes européennes (Englert, 2006).

### I.3.2. Nature

On distingue plusieurs types de particules du point de vue de leur nature.(figure 4)

#### I.3.2.1. Particules minérales

Ces poussières sont principalement d'origine naturelle, liées à la corrosion des roches et des terres et aux embruns marins. Toutefois, certaines industries telles que les cimenteries peuvent émettre des poussières minérales.

#### I.3.2.2. Particules vivantes

Ces particules sont principalement constituées de virus et de bactéries .On les trouve principalement dans les locaux. L'utilisation de plus en plus fréquente de systèmes de conditionnement d'air (climatiseur) pourrait entraîner une augmentation très importante de ces particules.

#### I.3.2.3. Particules végétales

Ces poussières sont constituées principalement par des pollens et des champignons microscopiques. On doit noter que si leur origine est presque uniquement naturelle, les conditions environnementales jouent un rôle très important dans leur multiplication.

#### I.3.3.4. Particules organiques

Ces particules sont composées de produits complexes et divers. Leur agressivité est fortement liée à leur composition.

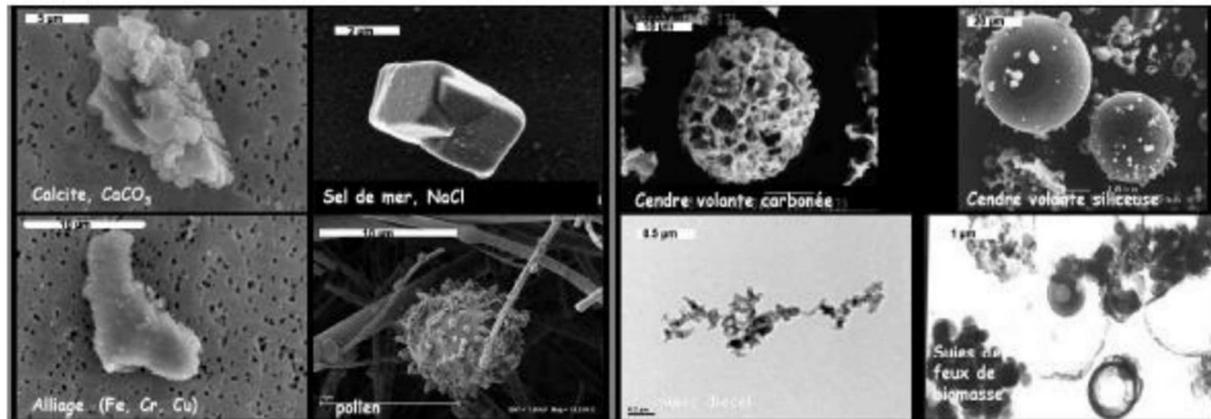


Figure 4. Quelques exemples de particules atmosphériques (Michelot, 2014).

#### I.4. Selon le mécanisme de formation

##### I.4.1. Particules primaires :

Elles sont émises par des sources naturelles (volcanisme, embruns marins, érosion éolienne, feux de forêts, etc.) ou anthropiques (combustions, agriculture, etc.) (Michelot, 2014).

##### I.4.2. Particules secondaires

Elles sont formées dans l'air par des processus chimique complexes, à partir de précurseurs gazeux tels que les oxydes de soufre et d'azote (SOx et NOx), l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), et les composés organiques volatils (COV). (Michelot, 2014)

#### I.5. Mécanisme de formation de particules

##### I.5.1. Le mode nucléation

Il correspond aux particules dites ultrafines, d'un diamètre aérodynamique médian inférieur à 0,1 micromètre (µm). Leur durée de vie est brève car elles disparaissent en grossissant par coagulation entre elles ou avec des particules plus grosses (figure 5). Ce processus augmente la masse des particules (Michelot, 2014)

### I.5.2. Le mode accumulation

Il correspond aux particules fines, d'un diamètre inférieur à 1  $\mu\text{m}$ . Elles proviennent notamment de phénomènes de coagulation avec des particules plus petites formées par nucléation, et aussi de condensation de gaz sur les particules. Cela contribue à faire diminuer le nombre de particules. A l'inverse, leur taille augmente. Ces particules sont comprises entre 50 nm et 1  $\mu\text{m}$  de diamètre, (figure 5).

Leur durée de vie est de l'ordre de quelques jours à une semaine et peuvent donc être transportées sur de plus ou moins longues distances avec éventuellement les substances toxiques qui les composent (Michelot, 2014).

### I.5.3. Le mode grossier

Il correspond logiquement aux particules grossières, d'un diamètre supérieur au micron. Elles sont généralement issues de processus mécaniques (remises en suspension, érosions, etc.), mais aussi de combustions et leur composition est en général celle du matériau d'origine. Ces particules sont sujettes au dépôt sec compte tenu de leur masse plus élevée. Néanmoins, elles peuvent migrer sur de longues distances, comme celles présentes dans les vents de poussières sahariennes voyageant à plus ou moins haute altitude (Michelot, 2014).

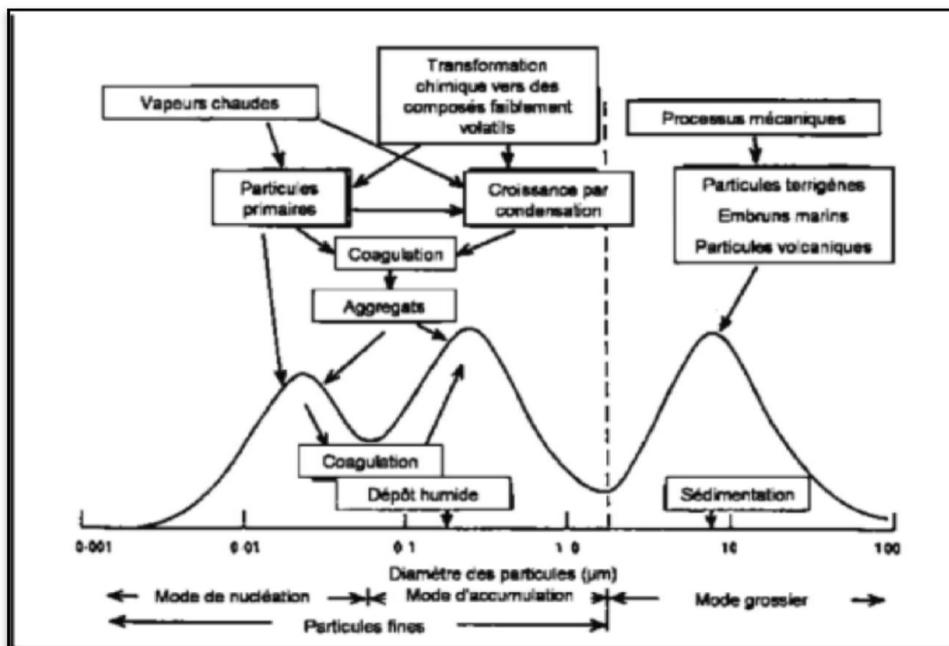


Figure 5. Eventail de tailles d'aérosols et processus régissant leur évolution (Source : OMER7-A).

## I.6. Composition chimique des particules

Les particules sont principalement composées des substances suivantes (figure 6): sulfate, nitrate, ammonium, chlorure de sodium, matières minérales et eau. Elles peuvent être primaires ou secondaires en fonction de leur mécanisme de formation. En effet, les grosses particules contiennent des éléments abondants dans la couche terrestre et des sels marins tels que Al, Ca, Fe, K, Mn, Sr, Si, alors que les particules fines contiennent des sulfates, nitrates ou ammonium résultant de la transformation dans l'air des oxydes de soufre et d'azote, de l'ammoniac, ainsi que du carbone, des composés organiques et métaux, provenant, entre autres des combustibles fossiles.

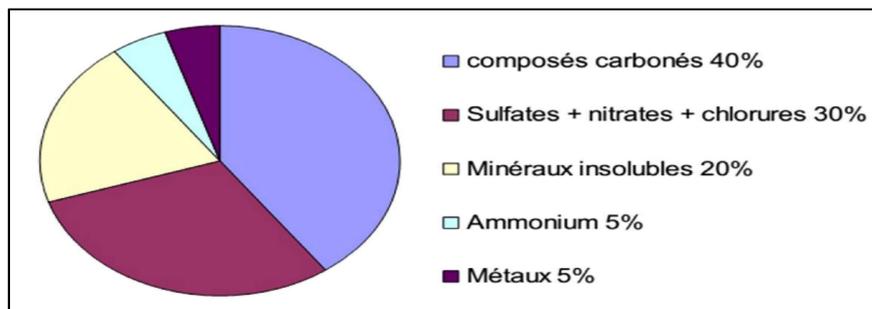


Figure 6. Composition représentative des matières particulaires (Sammut,2007).

## I.7. Effets des particules

### I.7.1. Effets sur la santé

De nombreuses études ont été faites ces dernières années sur les effets des poussières en suspension sur le corps humain (figure 7 et 8). Les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, la fraction respirable et la fraction fine des poussières en suspension, se sont révélés être un bon indicateur de la charge polluante déterminante pour la santé. Plus les particules sont fines, plus elles peuvent pénétrer profondément dans les bronches, les bronchioles et les alvéoles, altérer la ventilation pulmonaire et provoquer des réactions inflammatoires. Les particules les plus fines peuvent également passer des poumons dans le système circulatoire. C'est pourquoi des émissions excessives de particules fines portent non seulement atteinte aux voies respiratoires, mais peuvent également influencer l'évolution des maladies cardiovasculaires. Lorsque les émissions de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub> sont élevées, on constate un nombre accru de dyspnées, d'asthme, de bronchites, d'infections des voies respiratoires, de cancers des poumons ainsi que de douleurs et affections des voies respiratoires chez les enfants et les

adultes. On note un accroissement des consultations d'urgence et des admissions à l'hôpital pour cause de problèmes respiratoires et cardiovasculaires. Le taux de mortalité prématurée ainsi que la mortalité à long terme (réduction de l'espérance de vie) augmentent également. D'une manière générale, la très grande fraction de poussières en suspension (PM10 et PM2,5) est moins toxique que les particules très fines provenant des gaz d'échappement. Les particules de suie du diesel, le benzène, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) font partie des polluants atmosphériques cancérigènes. Ils sont toxiques pour l'homme à partir de doses infimes, une concentration seuil de non-toxicité n'existant pas. Selon un rapport d'experts publié en Allemagne, les particules de suie du diesel contribuent pour 60 à 70 %, les HAP pour 15 % et le benzène pour 10 % au risque de cancer provoqué par les polluants atmosphériques (Dagobert, 1992).

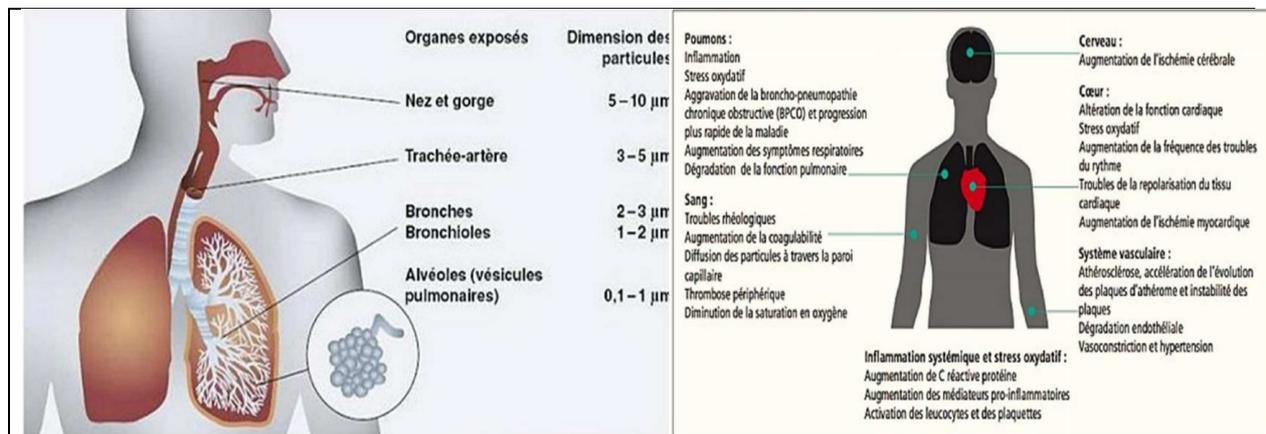


Figure 7. Organes respiratoires exposés aux poussières fines. (<http://naturealerte.blogspot.com>)

Figure 8. Effet des particules en suspension sur la santé (<http://www.rvap.info/>)

### I.7.2. Effets sur la végétation

La pollution de l'air peut créer des troubles graves dans les mécanismes régulateurs des fonctions qui régissent la vie d'une plante (nutrition, croissance, reproduction..). Les polluants pénètrent dans les végétaux par les stomates et les lenticelles des feuilles, ou indirectement par le sol. L'obstruction des stomates, par les fines particules, provoque un lent dépérissement des végétaux. Les polluants non dotés d'un tel pouvoir de pénétration, y compris les impuretés solides en suspension dans l'air (cendre, suies, poussières) et insolubles dans l'eau, sont entraînés par la pluie ou la neige et se déposent sur la végétation

et le sol. Les poussières de ciment, sont dans certains cas nocifs pour la végétation. On relève la présence de croûtes grisâtres sur les plantes situées autour des cimenteries, d'épaisseur variable selon l'importance des retombées. Les croûtes empêchent toute fonction métabolique des feuilles qui finira par la mort des plantes (Seraghni, 2007)

### **I.7.3. Effet sur les animaux**

Actuellement, la pollution de l'air continue à faire des ravages aussi bien dans la faune sauvage que parmi les animaux domestiques. Ainsi, à proximité des usines de métaux non ferreux (fonderie de plomb, de zinc et d'argent et d'autres usines), on a constaté des intoxications de cerfs, de chèvres et d'abeilles. Certaines constatations constituent des phénomènes indicateurs du risque de nocivité pour les hommes, d'autres correspondent à des dommages économiques importants. On peut citer les vers à soie qui s'intoxiquent par l'ingestion des feuilles de mûrie sur lesquelles s'est déposé le fluor. Dans les zones polluées par les rejets des usines de métallurgie non-ferreux, le plomb se dépose sur la végétation et les animaux l'accumulent dans leur corps par l'intermédiaire du fourrage contaminé. La concentration du plomb dans le fourrage frais a atteint dans certains cas 25-45 ppm (USEPA,1999) Dans le voisinage des installations industrielles, on a signalé aussi des intoxications d'animaux avec le molybdène, le sélénium, l'arsenic et d'autres produits chimiques. Les poussières alcalines provenant des composés de calcaire traités dans une usine de ciment peuvent provoquer des troubles chez les animaux par les lésions du tube digestif. De telles indications se sont déjà produites en Allemagne (USEPA ,1999).

## **I.8. La pollution métallique**

### **I.8.1. Généralités**

Les principaux métaux lourds émis dans l'atmosphère par les activités humaines sont le plomb (Pb), le mercure (Hg), le cadmium (Cd), l'arsenic (As), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le nickel (Ni), le sélénium (Se) et le zinc (Zn). Ces polluants peuvent s'avérer fortement toxiques et détériorer les sols, les eaux de surface, les forêts et les cultures([www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr)).

Les métaux lourds peuvent également être émis dans l'atmosphère par des sources naturelles,

notamment par les feux de forêts, les éruptions volcaniques et par entrainement des particules provenant du sol. Ils se répartissent en deux grandes familles :

- Les éléments traceurs : Il s'agit d'éléments dont la toxicité est nulle ou faible (Ca, Si, Fe, Mg,...).
- Les éléments toxiques : dans cette catégorie, on retrouve principalement les métaux lourds (Pb, Cd, Zn, Cu,..) ; ils sont caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à  $5 \text{ g/cm}^3$ ; contrairement à la première catégorie, ces éléments se trouvent à l'état de traces, mais doivent faire l'objet d'une surveillance particulière pour des raisons évidentes de santé publique. La frontière entre ces deux catégories peut parfois être floue.
- D'autres éléments font l'objet de mesures, alors que leur toxicité n'est pas clairement établie, le but étant simplement la connaissance maximale des poussières atmosphériques.
- Certains métaux peuvent se révéler être de bons indicateurs de la présence d'un autre métal plus toxique, mais plus difficilement mesurable. Certains métaux peuvent jouer un rôle de catalyseur dans les processus de transformation des polluants. Leur toxicité dépend de :
  - ✓ leur concentration,
  - ✓ leur nature,
  - ✓ la présence d'autres métaux,
  - ✓ le type d'organisme qu'ils affectent.

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Ha	Sg	Ns	Hs	Mt	Uun	Uun	Uub						

Lanthanides	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Actinides	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Figure 09. Table périodique des éléments. Le fond grisé correspond aux 41 métaux de masse volumique supérieure à  $5 \text{ g.cm}^{-3}$  et les éléments en gras indiquent les éléments cités comme toxiques pour l'homme et l'environnement dans divers documents.

## I.8.2. Les principaux métaux lourds

### I.8.2.1. Le plomb

Le plomb se trouve en petites concentrations dans la croûte terrestre, surtout sous forme de sulfure de plomb, mais sa présence largement répandue dans l'environnement est en grande partie une conséquence de l'activité industrielle (utilisation de minerais dans l'industrie métallurgique, récupération des vieux métaux, batteries), et de l'utilisation historique de plomb dans les conduites, les peintures et les additifs dans l'essence (IARC, 2006). Le plomb est actuellement surtout utilisé dans les batteries acide-plomb (batteries automobiles et autres accumulateurs), et dans une moindre mesure dans les matériaux de construction (étanchéité, protection contre le rayonnement, le bruit, les vibrations, la corrosion acide,...) et les produits chimiques à base de plomb (IARC, 2006 ; INERIS, 2003).

Le plomb issu de l'automobile se trouve en majeure partie sous forme de fines particules minérales (oxydes, sulfates ou halogénures) et en très faibles proportions sous la forme organique, telle qu'ajoutée dans l'essence (<1%) (Henderson, 1984). L'exposition au plomb peut avoir des conséquences néfastes pour la santé, allant de troubles gastro-intestinaux et hématologiques à une toxicité hépatique, rénale, neurologique et développementale, le plomb excédentaire s'accumule principalement dans les os, il s'accumule également dans les dents, les ongles et les cheveux et passe facilement la barrière placentaire par simple diffusion (INERIS, 2003).

#### **I.8.2.2. Le cuivre**

La concentration du cuivre dans l'écorce terrestre est estimée à environ 70 ppm. Les principales sources naturelles d'exposition au Cu sont les érosions éoliennes, les éruptions volcaniques, les décompositions végétales, les feux de forêts et les embruns marins. Les sources anthropiques sont :

- L'industrie du cuivre et des métaux en général.
- L'industrie du bois.
- L'incinération des ordures ménagères.
- La combustion du charbon, d'huiles et d'essence.
- La fabrication des fertilisants (Pichard, 2005 ; [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)).

Le cuivre est un élément essentiel pour la santé ; il favorise la production d'hémoglobine (Ministère de l'environnement de l'Ontario, 2001). Une exposition au cuivre à long terme peut provoquer une irritation du nez, de la bouche et des yeux ainsi que des maux de tête, des maux d'estomac, des vertiges, des vomissements et des diarrhées.

### **I.8.2.3. Cadmium**

Le cadmium lui-même est un élément très toxique (Viala A. et Gouzo F,1988)\_mais heureusement pratiquement absent des effluents automobiles (Dagobert,1999) Le cadmium est d'abord transporté jusqu'au foie par le sang. Là, il se lie aux protéines pour former des complexes qui sont transportés jusqu'aux reins. Il s'accumule dans les reins, où il endommage les mécanismes de filtration. Cela entraîne l'excrétion de protéines essentielles et de sucre hors de l'organisme et d'autres dommages aux reins. Il faut beaucoup de temps pour que le cadmium qui s'est accumulé dans les reins soit excrété du corps. Les autres problèmes que le cadmium peut provoquer sont: diarrhée, douleurs d'estomac, vomissements importants, fracture des os, échec de reproduction et même, probablement, infertilité, problèmes au niveau du système nerveux central, problèmes au niveau du système immunitaire, désordre psychologique, probablement altération de l'ADN ou développement de cancer.

Les divers composés du cadmium présentent des effets toxiques variables selon leur solubilité et donc leur facilité d'assimilation par l'organisme. Ainsi, le chlorure de cadmium, soluble, apparaît plus toxique que le sulfure de cadmium très insoluble (La Commission des Communautés européennes a décidé de classer le sulfate et l'oxyde de cadmium comme cancérogènes "probables" par inhalation pour l'homme et le sulfure de cadmium comme cancérogène "possible" pour l'homme ). Les sels de cadmium, très peu volatils, sont présents dans l'air sous forme de très fines particules solides (fumées ou poussières). L'absorption d'une faible quantité de ces substances est suivie de troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements, diarrhée). Ces troubles peuvent, dans les cas sévères, se compliquer d'une déshydratation grave de l'organisme ; ainsi l'inhalation de fumées ou de poussières respirables (d'un diamètre inférieur à  $5 \mu\text{m}^3$  à des concentrations supérieures à  $200 \text{ mg/m}^3$  plus ou moins prolongées peut provoquer rapidement un trouble pulmonaire grave (Dagobert,1999).

#### **I.8.2.4. Zinc**

Le zinc est une substance très commune qui est présente naturellement. Beaucoup d'aliments contiennent du zinc. L'eau potable contient aussi une certaine quantité de zinc, qui peut être plus élevée lorsque l'eau est stockée dans des réservoirs en métal. Il n'est généralement pas considéré comme un élément toxique aux concentrations couramment rencontrées dans l'air, il inhiberait même l'effet toxique de métaux comme le cadmium et le cuivre (Joumard R,1982)Il joue un rôle essentiel dans le métabolisme de l'être humain. Le zinc est par exemple vital pour le fonctionnement correct de plus de 200 enzymes, pour la stabilisation de l'ADN et l'expression des gènes, ainsi que pour la transmission des signaux du système nerveux. Le corps humain contient 2 à 3 g de zinc (pour 7 g de fer), que l'on retrouve partout dans le corps mais avec toutefois des concentrations plus élevées dans les muscles, le foie, les reins, les os et la prostate. La dose journalière de zinc recommandée est de 12 mg/jour pour une femme adulte et de 15 mg/jour pour un homme adulte. Les aliments présentent des teneurs diverses en zinc. Lorsqu'on absorbe trop peu de zinc on peut alors avoir une diminution des sensations de goût et d'odeur, les blessures cicatrisent lentement et on peut avoir des plaies ([www.iza.com](http://www.iza.com)). Trop de zinc peut tout de même provoquer des problèmes de santé importants, comme des crampes d'estomac; des irritations de la peau, des vomissements, des nausées, de l'anémie, endommager le pancréas et perturber le métabolisme des protéines. Une exposition intensive au chlorure de zinc peut provoquer des désordres respiratoires.

### **I.9. Réglementation**

#### **I.9.1. Selon les normes Algérienne**

En Algérie, l'article 3 du Décret exécutif n° 06-138 du 5 avril 2006 réglemente l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi les conditions dans lesquelles s'exercent leurs contrôles fixent les valeurs limites des rejets atmosphériques, Pour les particules fines en suspension, l'objectif de qualité, sur une base annuelle, est de 50 micro grammes/Nm<sup>3</sup> tandis que la valeur limite est égale à 80 micro grammes/Nm<sup>3</sup>.

**I.9.2. Selon les normes d'organisation mondiale de la santé (O.M.S) :**

Sur la base des dernières recherches disponibles, l'O.M.S estime qu'il n'est pas possible d'établir un seuil en dessous duquel on n'observe aucun effet néfaste pour la santé (Tableau 3). L'objectif est d'atteindre la plus faible concentration possible.

**Tableau 2. Valeur limite des PM2.5 et de PM10 selon O.M.S**

Pm2,5	Pm10
10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle
25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24heure	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24heure

## Chapitre II. Matériels et méthodes

### II.1. Choix de site de prélèvement

#### II.1.1. Topographie du site

Nous avons choisi le campus universitaire « Zouaghi Slimane » comme zone d'étude où nous avons installé deux collecteurs de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ . Ces deux collecteurs sont directement exposés au trafic routier en bordure de la route nationale n° 03 à la sortie sud de la ville. Cette route connaît une forte circulation automobile car elle relie la ville de Constantine à des villes voisines comme Batna et Biskra.



Figure 10. Vue aérienne du site de prélèvement des poussières

## II.2. Echantillonnage des poussières fines par le collecteur TAS (Tactical Air Sampler)

### II.2.1. Principe de fonctionnement

L'échantillonneur TAS est illustré dans la figure 11.



Figure 11. Le préleveur TAS

L'échantillonneur de l'air portable MiniVol TAS peut être configuré pour prélever un seul type d'échantillons :  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$  ou PTS.

La pompe du MiniVol TAS aspire l'air à un débit de 5 litres/minute à travers un séparateur de taille (impacteur) puis à travers un filtre de 47 mm de diamètre. La séparation des particules de moins de 10  $\mu m$  est réalisée par « impaction », si non les PTS peuvent être prélevées en enlevant l'impacteur.

L'échantillon de particules est piégé par le filtre qui doit être pesé avant et après le prélèvement à l'aide d'une balance présentant une précision de 0,1 mg. Les concentrations sont exprimées en  $\mu g/m^3$ .

Le MiniVol TAS est équipé d'un accumulateur plomb-acide rechargeable et muni d'un système de coupure en cas de charge faible. L'autonomie de l'accumulateur est de 24 heures.

Le MiniVol TAS comprend un programmateur de 7 jours, un totalisateur de temps écoulé et un boîtier en PVC.

Le débit indiqué par le débitmètre doit être corrigé pour chaque campagne d'échantillonnage. Le calibrage permet de s'assurer que le préleveur fonctionne à un débit de 5 litres/minute. Il tient compte

de la température et de la pression atmosphérique qui est variables en fonction de l'altitude et des saisons.

### **II.2.2. Echantillonnage des particules**

#### **II.2.2.1. Préparation de l'échantillonneur pour le prélèvement de PM<sub>10</sub>**

- ✓ S'assurer que l'impacteur de PM<sub>10</sub> (couleur argent) est introduit dans l'ensemble impacteur/support de filtre. Ni l'adaptateur multiple, ni l'impacteur PM<sub>2,5</sub> ne sont nécessaires.
- ✓ Nettoyer et lubrifier l'impacteur au moins au terme d'une série de cinq prélèvements ou plus souvent si la charge est importante.

#### **II.2.2.2. Débit**

Le seuil de coupure de l'impacteur est fonction de la vitesse de l'air qui le traverse. Le seuil de coupure correct est obtenu à un débit effectif de 5 l/min dans les conditions ambiantes. Puisque la densité de l'air et le comportement du débitmètre sont fonction des conditions de température et de pressions ambiantes, un débit de consigne doit être calculé au début de chaque campagne d'échantillonnage. Le débit du préleveur doit être ajusté à ce débit de consigne afin que le débit traversant la tête de prélèvement soit maintenu à 5 l/min dans les conditions ambiantes et pour que le seuil de coupure nominal de 10 µ soit observé.

#### **II.2.2.3. Installation du filtre**

Cette opération devrait avoir lieu au laboratoire pour des raisons de propreté. Le contact avec les filtres devrait être limité aux extrémités à l'aide d'une pince. Les filtres devraient être préservés dans des boîtes de Pétri.

- ✓ Sélectionner un filtre et ouvrir la boîte de Pétri.
- ✓ En utilisant une pince appropriée, installer le nouveau filtre dans la cassette de filtre.
- ✓ Installer la cassette dans le support de filtre.
- ✓ Attacher une étiquette portant le numéro du filtre utilisé sur le support de filtre et le numéro de station.
- ✓ Mettre l'ensemble support de filtre/impacteur dans un sachet en plastique ou compartiment adapté pour son transport au site de prélèvement. Il est préférable de garder l'ensemble en position verticale avant son installation sur le préleveur.

### II.2.2.4. Sélection du temps d'échantillonnage

Sélectionner les horaires et les jours du début et de fin de prélèvement.

### II.2.2.5. Procédure d'échantillonnage

1. Après assemblage de l'échantillonneur et son contrôle, l'installer en position verticale de sorte que le prélèvement se fasse par le haut dans un espace dégagé de tout obstacle dans un rayon minimal de 30 cm.
2. Installer l'échantillonneur sur une surface dure et plane.
3. Vérifier l'étanchéité de l'appareil. Pour cela, enlever le système de support de filtre du tube d'arrivée de l'air et tirer ce dernier complètement. Bloquer ce tube avec la paume de la main et mettre la pompe en fonctionnement. La bille dans le débitmètre devrait descendre à zéro et y rester sans bouger. Note : l'indicateur LED « Low Flow » sera activé et l'échantillonneur s'arrêtera après 15-20 secondes. Pour réactiver l'échantillonneur, appuyer deux fois sur le bouton de réinitialisation. Si la bille ne redescend pas au niveau zéro, cela indique l'existence d'une fuite dans les flexibles ou les raccords.
4. Accrocher le support de cassette de filtre au tube d'aspiration de l'air.
5. Remplir la feuille de route.
6. Ouvrir le boîtier de l'échantillonneur TAS et appuyer sur le bouton ON/AUTO/OFF pour actionner la pompe. La barre horizontale doit se mettre sur ON dans l'affichage LCD.
7. L'indicateur de faible débit (Low Flow Indicator LED) est activé lorsque le capteur de débit détecte une chute d'environ 10% du débit présélectionné. Si cette condition persiste pendant quelques secondes, le capteur de débit désactive la pompe et déclenche le LED. Le clignotement de ce dernier signale à l'opérateur que le prélèvement a été interrompu. L'erreur peut être corrigée en actionnant le bouton de réinitialisation « Reset Button » à deux reprises.
8. Ajuster le débitmètre au débit de consigne  $I_{sp}$ . Prendre la lecture du débitmètre au centre de la bille.
9. Appuyer sur ON/AUTO/OFF à deux reprises pour arrêter la pompe.
10. Appuyer sur ON/AUTO/OFF pour sélectionner le mode « Auto ». L'échantillonneur doit être réglé sur le mode « Auto » avant que l'opérateur ne quitte s'il doit fonctionner à des horaires préprogrammés.
11. Fermer le boîtier de l'échantillonneur.

### II.2.2.6. Récupération du filtre

Le filtre doit être récupéré dès la fin du prélèvement. Si le filtre est laissé pour des périodes prolongées, il peut être endommagé ou subir des variations de masse dues à une perte de particules, une déposition passive ou une volatilisation. Noter sur la feuille de route la température ambiante, la pression atmosphérique (de la station météorologique), le débit indiqué, le temps écoulé, les numéros de série du MiniVol TAS et de l'accumulateur.

1. Ouvrir le boîtier de l'échantillonneur et vérifier s'il existe des erreurs. Consulter la section « Error conditions » du manuel en cas de problème.
2. Vérifier l'horaire et le jour de la semaine sur le LCD correspondant.
3. Noter le débit de fin de prélèvement :
  - ✓ Appuyer sur ON/AUTO/OFF pour enclencher la pompe
  - ✓ Enregistrer le débit avec une précision de 0.25 l/min (lire au centre de la bille) avec le débitmètre en position verticale.
  - ✓ Appuyer deux fois sur ON/AUTO/OFF pour arrêter la pompe.
  - ✓ Remplacer le support de filtre actuel par un nouveau support (ensemble support de filtre et de l'impacteur).
  - ✓ Remplacer l'accumulateur
  - ✓ Noter le débit de début de prélèvement.
  - ✓ S'assurer que le programmateur de temps est réglé sur la période désirée et mis en mode AUTO.

### II.2.2.7. Filtre usagé

1. Au laboratoire, desserrer le support de filtre et enlever la cassette du filtre
2. Localiser la boîte de Pétri portant le numéro du filtre usagé et le numéro de station.
3. A l'aide d'une mini-pince, enlever le filtre de la cassette et le placer dans sa boîte de Pétri originale avec la surface exposée du filtre en haut et en s'assurant de refermer le couvercle de la boîte de Pétri.
4. Pour éviter toute erreur, on peut attacher sur le support de filtre du préleveur une étiquette portant le numéro du filtre exposé et l'enlever dès que le filtre est récupéré et mis dans la boîte de Pétri correspondante.

### II.2.3. Maintenance

Un historique des opérations de maintenance de chaque MiniVol TAS devrait être préservé (incluant les pièces de rechange, leurs coûts, les dépenses).

Des fiches de contrôle devraient être utilisées pour consigner les activités de maintenance préventive ou curative et la courbe de calibrage ultérieure.

Le préleveur est constitué de quatre composants de base : ensemble impacteur/support de filtre, système de contrôle du débit, programmeur de temps et accumulateur.

#### II.2.3.1. Ensemble impacteur/support de filtre

##### 2.3.1.1. Nettoyage de l'impacteur/support de filtre

La fréquence de nettoyage de cet ensemble varie en fonction de la qualité de l'air échantillonné et de la durée de prélèvement. Dans des conditions normales et pour des prélèvements de 24 heures, la pièce dénommée « Easy Maintenance Target » (EMT) de l'impacteur devrait être nettoyée et graissée après quatre prélèvements tandis que le reste de l'ensemble devrait être nettoyé avec de l'eau savonneuse puis rincé.

- ✓ Il faut contrôler les joints toriques de l'ensemble et les remplacer si nécessaire.
- ✓ Appliquer une fine couche de graisse aux joints toriques dans l'impacteur et le support de filtre.

NOTE : il ne faut pas graisser les joints toriques du support de filtre utilisés pour l'étanchéité de la cassette de filtre.

- ✓ Remettre l'EMT à sa place.

##### 2.3.1.2. Nettoyage de la pièce EMT

- ✓ Essuyer l'EMT à l'aide d'un chiffon propre ou d'une serviette en papier.
- ✓ Mettre une petite quantité de graisse (possédant une faible pression de vapeur) sur l'applicateur (tel qu'une règle en acier inoxydable).
- ✓ Répartir la graisse sur l'EMT.
- ✓ L'excès de graisse peut être enlevé des bords de l'EMT
- ✓ Remettre l'EMT dans l'impacteur.

### **II.2.3.2. Système de contrôle du débit**

Les tuyaux, l'amortisseur électronique et le filtre interne devraient être contrôlés régulièrement pour découvrir des fissures ou des obstructions. L'étanchéité des raccords doit être contrôlée. Le débitmètre doit être nettoyé et remplacé en cas d'absence de débit, de débit faible ou excessif ou de débit erroné qui n'est pas lié à une fuite. Le débitmètre peut être facilement nettoyé avec de l'eau tiède et un détergent.

### **II.2.3.3. Programmeur de temps**

Une pile alcaline unique de type AA alimente le programmeur de temps. Sa durée de vie est de 6 mois. L'écoulement de la pile peut endommager l'horloge et le programmeur.

### **II.2.3.4. Nettoyage/contrôle des valves et des diaphragmes de la pompe**

Après une utilisation prolongée, les valves et les diaphragmes de la pompe s'encrassent ou s'usent. Il en résulte un débit irrégulier et l'impossibilité d'ajuster la pompe avec précision. La pompe risque de ne plus pouvoir maintenir un débit supérieur à 6 l/min. Dans ces conditions, les valves de la pompe doivent être nettoyées ou remplacées. Les diaphragmes ne sont généralement pas affectés par la crasse mais peuvent s'user. Dans ce cas, ils doivent être remplacés.

Le côté de la pompe sur lequel les valves sont encrassées ou usées est identifié en pinçant les tubes d'arrivée de la pompe. Normalement, le débit devrait diminuer de la même manière des deux côtés lorsque les tubes sont pincés. En cas d'une diminution moins importante d'un côté que de l'autre, les valves sur ce côté devraient être nettoyées ou remplacées.

## PARTIE EXPERIMENTALE

### II.2.3.5. Feuilles de calibrage et de route de l'appareil

<b>FEUILLE DE CALIBRAGE</b>			
Station : EPSP Mentouri		Date :	Heure :
Modèle du collecteur : TAS		Opérateur :	
Pa =	mb =	mm Hg ; Ta =	°C = K
Conditions inhabituelles :			
Date de calibrage de l'orifice: 10/06/2009			
Droite de calibrage de l'orifice : $m_{flo} = 5.5279$ , $b_{flo} = 0.0247$ ; $r^2 = 0.9998$			
Rotameter flow rates Qind	$\Delta H$ (in.)	Qact (l/min)	Q@std (l/min)
6.5			
6.0			
5.5			
5			
4.5			
4			
$Q_{act} = m_{flo} \times \sqrt{\frac{\Delta H \times T_{act}}{P_{act}}} + b_{flo}$ $Q_{@std} = Q_{act} \times \sqrt{\frac{T_{std} \times P_{act}}{T_{act} \times P_{std}}}$ $Q_{@std} = m_{vol} Q_{ind} + b_{vol}$ $Q_{act} = (m_{vol} Q_{ind} + b_{vol}) \times \sqrt{\frac{T_{act} \times P_{std}}{T_{std} \times P_{act}}}$ <p> <math>m_{vol}</math> = slope of the MiniVol™ flow rate calibration relationship =  <math>b_{vol}</math> = intercept of the MiniVol™ flow rate calibration relationship = </p> $I_{sp} = \frac{5.0 \times \sqrt{\frac{T_{std} \times P_{act}}{T_{act} \times P_{std}}} - b_{vol}}{m_{vol}}$			

**Figure 5. Feuille de calibrage du collecteur TAS**



### II.3. Enregistrement des données météorologiques

#### II.3.1. Description de la station météo sans fil WMR928N

La station météo sans fil WMR928N est un système facile à utiliser. Le WMR928N permet de contrôler les éléments climatiques suivants :

- ✓ Température de l'air.
- ✓ Humidité relative.
- ✓ Pression atmosphérique.
- ✓ Vitesse et direction du vent.
- ✓ Niveau des précipitations.

Le WMR928N offre les options suivantes :

- ✓ Horloge calendrier radio pilotée avec alarme quotidienne.
- ✓ Prévision météo dans un rayon de 32 à 48 km (20 à 30 miles).
- ✓ Alarmes météo.
- ✓ Mémoire de relevés maximum et minimum.
- ✓ Ecran tactile simple.
- ✓ Port de connexion (RS232).
- ✓ Rétro-éclairage.

Le WMR928N est fourni avec les éléments suivants :

- ✓ Appareil principal (WMR928N).
- ✓ Anémomètre (WGR918N).
- ✓ Thermo-hygromètre (THGR918N).
- ✓ Pluviomètre (PCR918N).
- ✓ Baro-thermo-hygromètre (BTHR918N).
- ✓ Adapteur secteur 12 V.



Figure12. Station météo sans fil (modèle WMR928N)

### II.3.2. Présentation du logiciel WRPLOT

Ce logiciel permet de traiter les données météorologiques horaires recueillies par la station météorologique installée sur le toit de l'institut. Une rose des vents est obtenue synthétisant les données horaires. Elle représente la fréquence des vents sous forme de vecteurs dont la longueur est proportionnelle au pourcentage d'apparition du vent dans un secteur donnée. De plus, chaque vecteur est divisé en plusieurs sections reflétant la fréquence de distribution de la vitesse du vent selon les classes de vitesses définies en tant que paramètre d'entrée.

### II.3.3. Traitement des données météorologiques

WRPLOT nous a permis de générer les différents roses des vents de la période d'études.

Les paramètres météorologiques qu'on a utilisés sont :

- ✓ Vitesse des vents (m/s).
- ✓ Direction des vents (degrés).
- ✓ Température (°C).
- ✓ Précipitations (mm).
- ✓ Pression atmosphérique (mbar).
- ✓ Humidité relative (%).
- ✓ Plafond des nuages.

### II.4. Minéralisation des poussières

La méthode d'extraction a été publiée par Kuvarega et Taru (2008) et est détaillé comme suit :

1. Imprégnation des filtres dans des béchers contenant 10 ml de  $\text{HNO}_3$  (20%) pendant 4 heures.
2. Ajouter 10 ml d'eau distillée.
3. Ajouter 3 ml de  $\text{HNO}_3$  et couvrir le bécher d'un verre de montre.
4. Chauffer à l'aide d'une plaque chauffante sous Sorbonne jusqu'à évaporation à  $95^\circ\text{C}$ .
5. Laisser refroidir et ajouter 2 ml  $\text{HNO}_3$  et chauffer de nouveau jusqu'à séchage partiel.
6. Ajouter 2 ml de HF pour dissoudre toutes les particules présentes sous chauffage modéré jusqu'à séchage partiel à  $95^\circ\text{C}$ .
7. Laisser refroidir et ajouter 10 ml d'eau distillée.
8. Transférer dans des fioles de 100 ml et ajuster au volume désiré avec une solution d'eau distillée contenant 1% de HCl et 0,7% de  $\text{HNO}_3$ .
9. Filtrer pour éliminer les silicates et d'autres matières insolubles.
10. Mettre dans des flacons de 100 ml dans le réfrigérateur à  $4^\circ\text{C}$ .

### II.5. Dosage des métaux lourds

Les solutions obtenues après la minéralisation des poussières ont été analysées en utilisant la spectroscopie d'absorption atomique à flamme. On a pu doser le Zn, Fe.



**Figure 13. Le spectroscope AA-7000 Shimadzu**

## Chapitre III. Résultats et interprétations

### III.1. Évolution des concentrations des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>

L'évolution des concentrations journalières des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> dans le site sont représentées dans la figure suivante.

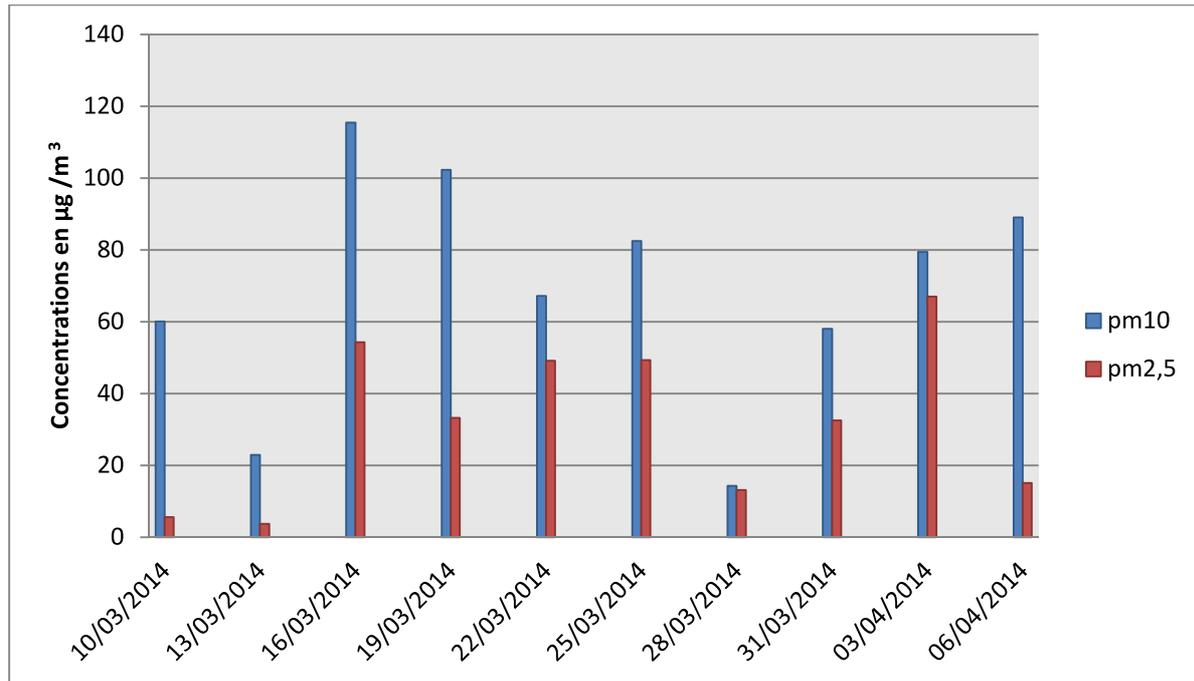


Figure 14. Evolution des concentrations des PM10 et PM2.5

Les concentrations des PM<sub>10</sub> sont comprises entre 14,30 et 115,40 µg/m<sup>3</sup> par contre les concentrations des PM<sub>2,5</sub> sont comprises entre 3,73 et 66,95 µg/m<sup>3</sup>. Les résultats obtenus montrent que, les teneurs journalières en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> varient dans une large gamme. Cette variation est liée à la fois aux changements dans l'intensité des sources émettrices et aux influences météorologiques (Kerabchi *et al.*, 2009).

Il en résulte que les teneurs en PM<sub>10</sub> sont plus élevées, par rapport au PM<sub>2,5</sub> et on constate qu'il y a un pic de concentration de PM<sub>10</sub> à valeur 115,40 µg/m<sup>3</sup>. Les concentrations moyennes obtenues sont : pour le PM<sub>10</sub> est 68,66, donc elles sont inférieures à 80 µg/m<sup>3</sup>. La norme algérienne est donc respectée, pour les PM<sub>2,5</sub> est 32,30 µg/m<sup>3</sup> donc la valeur est plus élevée par rapport à des normes internationales.

### III.2. Évolution des concentrations de Zn

L'évolution des concentrations journalières du Zn dans PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> dans le site sont représentées dans la figure suivante.

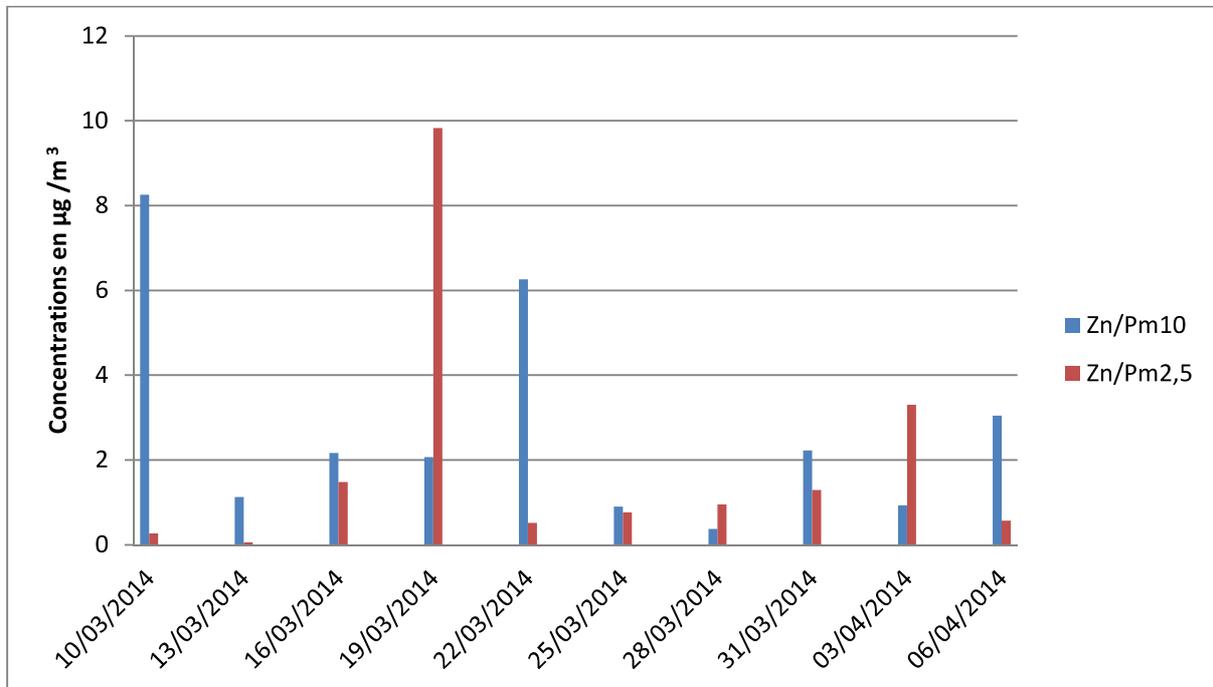


Figure 15. Evolution des concentrations du Zn

Les concentrations du Zn dans le PM<sub>10</sub> sont comprises entre 0,373 et 8,251 µg/m<sup>3</sup> par contre les concentrations du Zn dans le PM<sub>2.5</sub> sont comprises entre 0,060 et 9,830 µg/m<sup>3</sup>. Les résultats obtenus montrent que dans le site, les teneurs journalières sont variables.

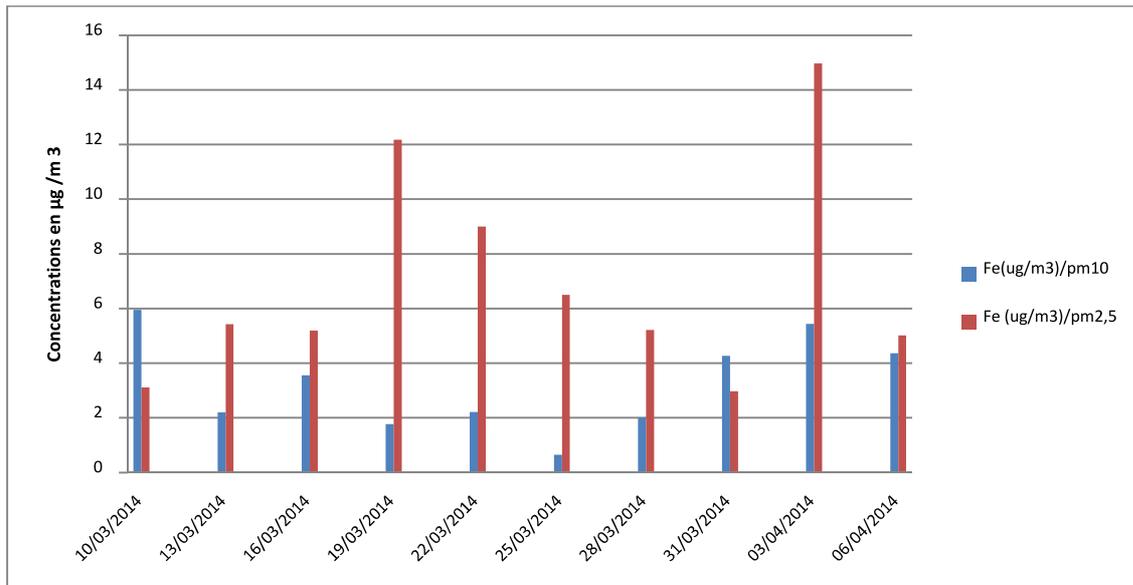
Les concentrations moyennes obtenues sont : pour le Zn/PM<sub>10</sub> est 2,73 et pour le Zn/PM<sub>2.5</sub> est 1,90 µg/m les valeurs sont plus élevées par rapport à des normes internationales.

A titre d'exemple à des normes canadiennes concernant la concentration du zinc dans l'atmosphère la valeur limite c'est 2,5 µg/m<sup>3</sup>

### III.3. Evolution des concentrations du Fe

L'évolution des concentrations journalières du Fe dans le PM<sub>10</sub> et le PM<sub>2.5</sub> dans le site sont représentées dans la figure suivante

## PARTIE EXPERIMENTALE



**Figure 16. Evolution des concentrations du Fe**

Les concentrations du Fe dans le PM<sub>10</sub> sont comprises entre 0,9 et 5,8 µg/m<sup>3</sup> par contre les concentrations du Fe dans le PM<sub>2,5</sub> sont comprises entre 2,96 et 14,96 µg/m<sup>3</sup>. Les résultats obtenus montrent que dans le site, les teneurs journalières sont variables.

Les concentrations moyennes obtenues sont : pour le Fe/PM<sub>10</sub> est 3,24 et pour le Fe/PM<sub>2,5</sub> est 6,95 µg/m<sup>3</sup>

### III.4. Influence des paramètres météorologiques

#### III.4.1. Données météorologiques

Les données météorologiques ont été enregistrées au niveau de site pendant toute la période de prélèvement. Les valeurs mesurées sont résumées dans le tableau suivant :

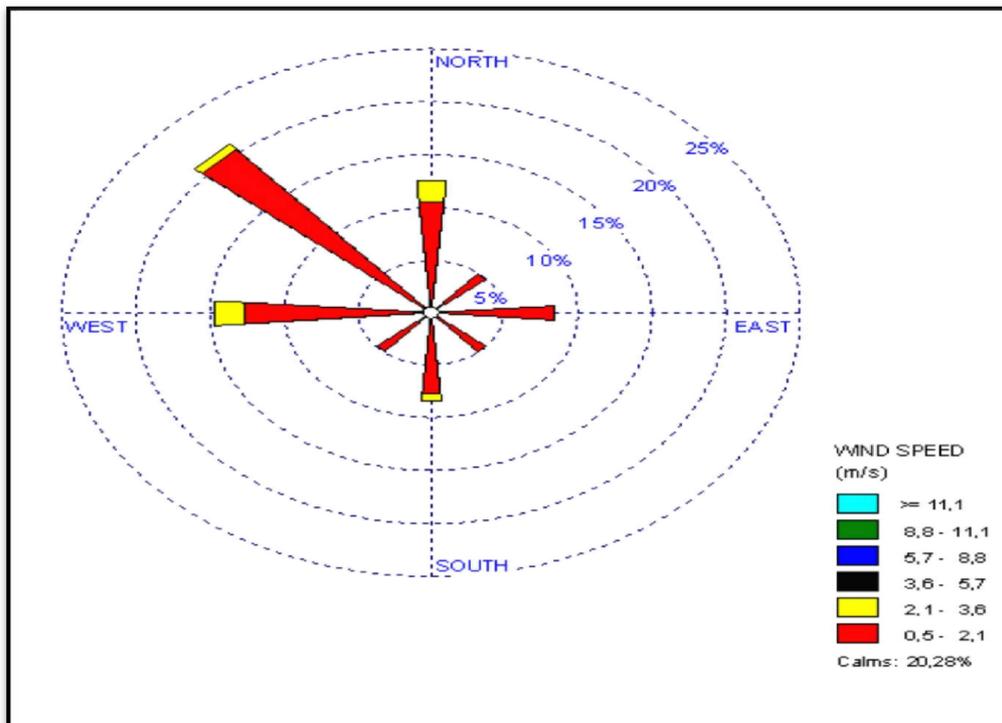
**Tableau 3. Données météorologiques**

N° du filtre	date	dir (°)	Tmoy(°K)	Pmoy(mmHg)	HR(%)	Precip(mm)
1	10/03/2014	0	279	765	34,04	0
2	13/03/2014	58,12	280,25	763	87,16	5,7
3	16/03/2014	172,5	283	766,47	73,87	2,25
4	19/03/2014	53,43	286	765,9	69,95	0
5	22/03/2014	64,56	287,07	762,87	77,26	0,15

## PARTIE EXPERIMENTALE

6	25/03/2014	143,43	279	761,23	78,87	0,15
7	28/03/2014	100,31	282,28	760,88	66,75	0
8	31/03/2014	94,89	283,67	1017,78	81,65	4,25
9	03/04/2014	77,81	286,425	1004,41	60,79	0
10	06/04/2014	254,06	284,99	764,69	71,87	0,5

**III.4.2. Conditions météorologiques propres au site :** La rose des vents qui représente la distribution des fréquences de classes de vent est illustrée dans la figure ci-dessous



**Figure 17. Rose des vents de la période du 10/03/2011 au 06/04/2011**

Les vents dominants sont : Nord ouest avec une fréquence de 21% , de nord-nord avec une fréquence de 12,5% et ouest avec une fréquence de 15% Nous constatons que ces vents sont moyennement faibles étant donné que leur vitesse se trouve dans l'intervalle : 0,5-3.6 m/s. L'intervalle des vents calmes est compris entre 0,5 et 2,1 m/s ; ces vents représentent 20.28% du temps.

### III.4.3. Contribution de la direction du vent aux concentrations des polluants :

Une recherche de l'effet de la direction du vent sur les poussières et une analyse des résultats obtenus dans cette étude permettraient d'identifier la direction des sources possibles.

Qin et Oduyemi (2003) ont identifié la direction des sources principales responsables des concentrations de PM<sub>10</sub> à Dundee en comparant les contributions moyennes de chaque secteur de vent ( $M_i \times P_{ij}$ ) aux retombées totales ( $\sum E_j$ ) avec les fréquences

moyennes du vent. Si la contribution moyenne d'un secteur de vent donné est plus élevée que la fréquence moyenne du vent dans ce secteur, il s'ensuit que les sources se trouvant dans ce secteur exercent une forte influence dans cette direction. A l'inverse, ces sources exercent une faible influence dans cette direction.

Les contributions moyennes des secteurs de vent aux concentrations de polluants peuvent être calculées comme suit (Seraghni, 2007) :

$$E_j = \sum (M_i P_{ij}) / \sum M_i \quad (1)$$

Où :

$E_j$  (%) est la contribution moyenne du secteur de vent  $j$  (1 à 16) sur la concentration.

$M_i$  est la concentration des particules  $i$ .

$P_{ij}$  (%) est la fréquence du secteur de vent  $j$  durant la période de prélèvement  $i$ .

Les contributions moyennes des secteurs de vent aux concentrations calculées selon l'équation (1) et les fréquences de vent moyennes par secteur entre le 10/03/2014 et le 06/04/2011 sont reportées dans le tableau 6

**Tableau 4. Contributions moyennes des secteurs de vent aux concentrations des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> et la concentration de Zn et du Fe**

vitesse du vent	FMV	pm10	pm2,5	Fe /pm10	Fe /pm 2,5	Zn /pm10	Zn /pm2,5
N	12,58	14,46	16,40	16,37	19,22	16,65	22,13
NE	4,89	1,80	1,42	3,23	2,50	1,97	0,83
E	8,39	4,25	2,90	5,09	6,04	3,63	7,34
SE	4,89	3,43	4,67	5,93	4,64	2,67	3,77
S	8,39	9,83	14,45	11,21	15,19	6,35	15,88
SW	4,89	5,65	7,62	4,27	6,01	6,66	2,88
W	14,68	17,86	18,95	12,29	13,83	15,32	7,11
NW	20,97	26,57	24,06	18,63	18,37	16,89	16,32

## PARTIE EXPERIMENTALE

<b>vent calme</b>	<b>12,39</b>	2,17	0,99	3,68	1,75	5,18	2,09
-------------------	--------------	------	------	------	------	------	------

Nous constatons que la contribution du vent venant des secteurs N, S, SW, W et NW est supérieure à la fréquence moyenne du vent dans ces mêmes secteurs pour les PM, l'origine de ces PM est liée probablement au trafic routier car le collecteur de ce site est installé directement au bord de la route

Pour le Fe la contribution du vent venant des secteurs N, S, SW est supérieur a la fréquence moyenne du vent dans ces mêmes secteurs ,aussi pour le Zn les secteurs N,S,SW, est supérieur a la fréquence moyenne du vent ; donc les sources du Znet du Fe sont multiple le trafic routier, les travaux des construction et le sol.

### III.4.4. Résumé des corrélations

Les conditions météorologiques jouent un rôle très important au niveau de la dispersion ou de l'accumulation des polluants atmosphériques. Les teneurs atmosphériques en PM<sub>10</sub> diminuent avec les conditions de dispersion et augmentent avec les conditions d'accumulation (AIRPARIF, 2006). Le tableau 6 résume les corrélations entre les concentrations des PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> et le Fe et Zn dans site et les différents paramètres météorologiques.

**Tableau 5. Corrélations entre les concentrations des PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, Fe et Zn et les données météorologiques**

	Tmoy(°K)	Pmoy (mmhg)	HR(%)	Pré(mm)
Fe/PM10	0,10	<b>0,49</b>	<b>-0,63</b>	-0,026
Fe/PM2.5	<b>0,63</b>	0,24	-0,005	<b>-0,41</b>
PM10	<b>0,33</b>	0,007	-0,052	<b>-0,31</b>
PM2.5	<b>0,47</b>	<b>0,404</b>	0,18	<b>-0,27</b>
Zn/PM10	-0,031	-0,228	<b>-0,58</b>	-0,25
Zn/PM2.5	<b>0,46</b>	0,073	<b>-0,036</b>	-0,27

Les concentrations de Fe dans les deux particules PM10 et PM2,5 sont proportionnelles corrélé avec la température et la pression, . En revanche, l'humidité relative (HR) est inversement proportionnelle avec la concentration du Fe.

## PARTIE EXPERIMENTALE

---

Les coefficients de corrélation entre les concentrations des  $PM_{10}$  et les  $PM_{2,5}$  et la température sont moyennement corrélé donc l'influence de ce paramètre est donc assez important.

Pour le Zn dans le  $Pm_{10}$  la concentration liée négativement avec les quatre paramètres .par contre le Zn dans la  $PM_{2.5}$  sont corrélé Positivement avec la température.

### Conclusion

Cette étude nous a permis de confirmer le rôle majoritaire du trafic routier comme source émettrice de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  et quelques métaux. On constate que les teneurs journalières des  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  varient dans jour à l'autre, ainsi le teneurs des métaux. Elles sont influencées par les changements dans l'intensité des sources et aux influences météorologiques.

Le traitement des données météorologiques confirme leur influence sur la pollution particulaire et métallique Il existe une corrélation entre les concentrations des polluants et la température qui contribuent à la formation des particules secondaires, contrairement à l'humidité relative qui défavorise l'envol des particules du sol.

L'étude permet de déterminer les concentrations des  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ , Zn et le Fe durant la période 10/03/2014 et 06/04/2014 ,on a constaté que la concentration des  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  assez élevé et même aussi pour la concentration du Fe et le Zn qui nécessite d' autre étude complémentaire et de surveillance plus précieuse et des mesures pour réduire les Sources d'émissions.

## Références bibliographiques

- Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique CITEPA « la pollution atmosphérique en bref. Différentes échelles de la pollution », mise à jour 14/12/2010 disponible sur (<http://www.citepa.org/>).
- Dahmani.A, Djenhi.F. (2005). Mesure des retombées atmosphérique et de métaux en traces Cu, Cd et Zn au niveau du C.H.U benbadis et de l'A.P.C Daksi Abdeslam temporelles. Mémoire présente en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie et environnement, option : pathologie d'écosystème, université Mentouri-Constantine.
- Dagobert P. Automobile et pollution atmosphérique, Editions Techni p, Paris (1992).
- Encyclopédie l'Environnement Atmosphérique  
[http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/french/air\\_quality/older/natural\\_air\\_pollution.ml](http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/french/air_quality/older/natural_air_pollution.ml).
- Englert N. Fine particles and human health a review of epidemiological studies. Toxicology Letters 2004;149(1-3): 23542.
- Filleul L, Zeghnoun A, Declercq C, et al. Relation à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et la mortalité respiratoire : la place des études temporelles. Revue Française des Maladies Respiratoires.2001 ; 18(4) : 387-95.
- Joumard R. Effets des pollutions atmosphériques sur la santé. Rapport INREST, 23, 114(1982).
- Henderson-Sellers B. (1984). Pollution of our atmosphere. Bristol, Adam Hilger Ltd., 210 p.
- INERIS. (2003). Le plomb et ses dérivées, Fiche de données toxicologiques et Environnementales des substances chimiques-INERIS-DRC-01-25590-ETS API/SDN°00df257 Version N°2 du 3 février 03.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2006). Inorganic and organic lead compounds summary of data reported and evaluation. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human, Volume 87.
- Kerbachi, R. Oucher, N. Bitouche, A. Berkouki, N. Demri, B. Boughedaoui, M. et Joumard, R. (2009). Pollution par les particules fines dans l'agglomération d'Alger. Colloque internationale Environnement et transports dans des contextes différents, Ghardaïa, Algérie, 16-18 février 2009. 31.

- Lacour S, (2001), Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique CEREAs « court de pollution atmosphérique inventaire d'émissions » (<http://cerea.enpc.fr/fr/>).
- MICHELOT Nicolas (2014). L'influence des topos climats sur la pollution de l'air aux particules dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes. Thèse de doctorat en géographie, spécialité : climatologie, Université de Nice Sophia-Antipolis .p30-36.
- Organisation mondiale de la santé, (2000), « Quantification of health effects of exposure to air pollution », Report of a who working group, Rapport no:EUR/01/5026342E74256),Pays-Bas.
- Pichard A et al. (2005). Le cuivre et ses dérivés, INERIS- Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques.
- Ramade F, (2000), « les polluants de l'environnement et de l'homme» dictionnaire encyclopédique des pollutions, Edi science international, Paris, pp. 425.
- Sammut Magali (2007). spéciation du cadmium, du plomb et du zinc dans les poussière d'émission atmosphérique d'origine sidérurgique Thèse de doctorat en Géosciences de l'Environnement, spécialité : climatologie, université de paul cézanne.7.
- SERAGHNI Nassira (2007). L'influence des topos climats sur la pollution de l'air aux particules dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes. Mémoire présente en vue de l'obtention du diplôme de magister en chimie, option : Chimie Analytique, Physique et Environnement, université Mentouri-Constantine
- Thibaut G, (1998), « La pollution atmosphérique en milieu urbain (l'exemple de la région parisienne) ». Mairie de Paris : Direction de la Protection de l'Environnement, Service des Pollutions Atmosphériques - Air et Silence
- USEPA. Integrated sampling of suspended particulate matter (SPM). Method IO-2.1; Sampling of ambient air for total suspended particulate matter (SPM) and PM10 using high volume (HV) sampler. Report N° 625/R-96/010a (1999)
- Viala A. et Gouzo F(1988). Action sur la santé de l'homme des métaux lourds (Pb, Cd, V, Hg) en suspension aérienne aux faibles concentrations, Pollution atmosphérique, p.120.
- Zmirou.D. ;2000 ; Politiques publiques, pollution atmosphérique et santé ; Haut Comité de la Santé publique ; ISBN : 2-85952-638-2\_ ISSN 1244- 5622 ; Edition : ENSP, Rennes.

## Sites internet

- [http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/iotm/iotm/20050728\\_dust/20050728\\_dust.html](http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/iotm/iotm/20050728_dust/20050728_dust.html)).
- [www.iza.com/zwo\\_org/Publications/PDFs/Environment-Fr.pdf](http://www.iza.com/zwo_org/Publications/PDFs/Environment-Fr.pdf).
- (<http://www.rvap.info/>)
- (<http://naturealerte.blogspot.com>)
- <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/> Mis à jour le 6/05/2013

***Noms et prénoms :Bennaceur hemza***

***Mémoire de fin de cycle***

***Pour l'obtention du Diplôme de Master***

***Filière : Ecologie et environnement***

***Option : Pollution des écosystèmes et Ecotoxicologie***

***Thème***

***Niveau de contamination par le Fe et le Zn des poussières fines prélevées au niveau d'un poste de proximité trafic dans la cité Zouaghi Slimane***

***Résumé :*** Afin de mettre une éclairage sur l'état actuelle de niveau de pollution atmosphérique particulaire par  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  et de quelques métaux deux préleveurs ont été installés au niveau du campus universitaire Zouaghi Slimane à proximité d'un trafic routier. Le premier a été installé pour mesuré le  $PM_{10}$  et le deuxième pour mesuré le  $PM_{2,5}$  a l'aide des filtres. Les données météorologiques correspondant aux journées de prélèvement ont été enregistrées à l'aide d'une station météo installée dans la même zone d'étude. Nous avons effectué un prélèvement journalier tous les trois jours pour une période totale qui s'est étalé du 10/03/2011 au 06/04//2011. Les filtres contenant les  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  ont été récupérés, soumis à une dessiccation de 24 heures, pesés puis minéralisés. Les concentrations journalières des  $PM_{10}$  sont comprises entre 14,30 et 115.40  $\mu g /m^3$  mais pour le  $PM_{2,5}$  la concentration comprise entre 3,73 et 66,95  $\mu g /m^3$  en moyennes de 68.66 et 32,30  $\mu g /m^3$  respectivement. Il en résulte que les teneurs en  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont plus élevées. ainsi pour Les teneurs du Zn et Fe Par apport a des normes internationale .L'étude des corrélations avec les différents facteurs météorologiques montre que la pollution de l'air par les  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ , Fe et le Zn est effectivement influencée par ces facteurs.

***Mots clé :***

***$PM_{10}$  : particule en suspension d'un diamètre inférieur de 10  $\mu m$***

***$PM_{2,5}$  : particule en suspension d' un diamètre inférieur de 2,5  $\mu m$***