

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**UNIVERSITE ABBES LAGHROUR-Khenchela**  
*Faculté des Sciences et Technologie*  
*Département science de la matière*



*N d'ordre : M...../ 2021*

*Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master II*

*Option : chimie analytique et environnement*

*Thème :*

***L'influence des paramètres météorologiques sur la  
pollution par les particules fines***

***Présenté Par : Benatia Nabila***

*Marir Khaoula*

***Sous La Direction De : D<sup>r</sup> Terrouche Ahmed***

***Devant le jury :***

Rapporteur : Dr. Badis Zakaria.....Université de Khenchela.

Rapporteur : Dr. Hezil Nawel.....Université de Khenchela.

Année universitaire : 2020/2021



# *Dédicace 1*

*A mes chers parents*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon éducation et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, Merci mes parents pour m'avoir éduqué et aidé à grandir dans le savoir durant toutes ces années d'études. Que Dieu Vous protège.*

*A mon frère Yaakoub*

*Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et sérénité.*

*A mes très chères sœurs*

*Bessma, Ibtissem et Hiba qui m'ont soutenu de près ou de loin durant mes études. Je vous souhaite tout le bonheur du monde.*

*A mes adorables anges Rakan, Massin et Ghilas.*

*Je vous aime.*

*A Tous ceux qui ont connu Nabila*

## *Dédicace 2*

*Je dédie ce mémoire*

*À mes chers parents ma mère et mon père*

*Pour leur patience, leur soutien et leurs encouragements*

*A mon fiancé Haroun pour leur encouragement.*

*A mes sœurs Sara, Bouthaina et Nour el malak.*

*A mon frère Firas.*

*A mes amies Roumaïssa, Ahlem, Rania.*

*Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de  
Reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.*

*A tous mes professeurs :*

*Leurs générosité et leur soutien m'oblige de leur témoigner mon profond  
Respect et ma loyale considération.*

*Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.*

# *Remerciements*

*Nous tenons à remercier tout d'abord DIEU le tout puissant qui nous a donné durant toutes ces années la santé, le courage et la foi.*

*Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadreur monsieur le professeur Terrouche Ahmed, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Nous adressons nos remerciements aux membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'évaluer et d'examiner notre travail.*

*Enfin, nous exprimons nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*Merci*

# SOMMAIRE

Liste des abréviations	
Liste des figures et tableaux	
Introduction générale	1
Bibliographie	3
Chapitre Etude bibliographique	
1 Définition de la pollution atmosphérique	5
2 Les sources de pollution atmosphérique	6
2.1 Les Sources naturelles	6
2.2 Les sources anthropiques	6
2.2.1 Les transports et l'automobile	7
2.2.2 Les déchets	7
2.2.3 Les activités agricoles	7
2.2.4 L'industrie	8
3 Principaux polluants de l'air	9
3.1 Les polluants primaires	9
3.1.1 Le monoxyde de carbone (CO)	9
3.1.2 Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	9
3.1.3 Les oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )	9
3.1.4 Les Composés Organiques Volatiles(COV)	9
3.1.5 Les particules	10
3.1.6 Les métaux lourds	10
3.2 Les polluants secondaires	10
3.2.1 L'ozone (O <sub>3</sub> )	10
4 Les échelles spatio-temporelles des polluants	11
5 Les processus de la pollution atmosphérique	11
5.1 L'émission	11
5.2 Le transport	12
5.3 La transformation	12
6 La pollution atmosphérique particulière	12
6.1 Définitions et caractérisation des particules atmosphériques	12
6.2 Classification des particules selon leurs tailles	13

6.3	Le temps de séjour des particules dans l'atmosphère	13
6.4	Les différents systèmes de mesure des concentrations en particules fines dans l'air	14
6.4.1	Les systèmes de mesure en temps réel	14
6.4.2	Les systèmes de mesure avec analyse différée	15
6.5	Les effets des particules en suspension Sur la santé humaine	15
7	Les paramètres météorologiques influençant la concentration des particules dans l'air	16
7.1	vitesse et direction du vent	16
7.2	La température	16
7.3	La pression	16
7.4	L'humidité	17
7.5	La nébulosité	17
7.6	La précipitation	17
	Bibliographie	18
Chapitre Matériels et méthodes		
1	Description de site	22
2	Méthodes d'identification des sources	22
3	Coefficient de corrélation de Pearson	22
4	Variation des concentrations journalières de PM10 et PM2,5 durant la période d'étude	23
5	Etude de la Corrélation entre PM10, PM2,5 et les variables météorologiques	24
6	Les variations des concentrations journalier de PM10 et PM2,5	25
7	variations hebdomadaires de PM10 et PM2,5	25
8	influence de la vitesse et la direction du vent sur les PM	26
	Conclusion générale	30
	Bibliographie	30

## ***Liste des Abréviation***

**AFNOR:** *Association Française de Normalisation*

**As:** *Arsenic*

**Cd:** *Cadmium*

**CH<sub>4</sub>:** *méthane*

**CITEPA:** *centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique*

**CO:** *Monoxyde de carbone*

**COV:** *composés organiques volatils*

**Cr:** *Chrome*

**Cu:** *Cuivre*

**HAP:** *Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques*

**Hg:** *Mercure*

**Ni:** *Nickel*

**NO:** *le monoxyde d'azote*

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

**NO<sub>x</sub>:** *les oxydes d'azote*

**O.C.D.E.:** *L'Organisation de Coopération et de Développement Economique*

**O<sub>3</sub>:** *L'ozone*

**OMS:** *l'Organisation Mondiale de la Santé*

**Pb:** *Plomb*

**PM:** *Particulate Matter*

**PM<sub>0,1</sub>:** *Particulate Matter (aérosol de diamètre < 0,1 μm)*

**PM<sub>1</sub>:** *Particulate Matter (aérosol de diamètre < 1 μm)*

**PM<sub>10</sub> :** *Particulate Matter (aérosol de diamètre < 10 μm)*

**PM<sub>2,5</sub>:** *Particulate Matter (aérosol de diamètre < 2,5 μm)*

**PS:** *particules en suspension*

**Se:** *Sélénium*

**SO<sub>2</sub>:** *Le dioxyde de soufre*

**TSP:** *Total Suspended Particulate Matter*

**Zn:** *Zinc*

## *Liste des Figures et Tableaux*

<b>Figure 1:</b> localisation de la commune dans la wilaya de Tipaza	22
<b>Figure 2:</b> variations des concentrations journalières de PM10 et PM 2,5	25
<b>Figure 3:</b> les variation des concentrations des PM10 et PM2,5 entre les jours ouvrables et les week-ends	26
<b>Figure 4:</b> la rose de vent enregistrée à Bou Ismail durant la période d'échantillonnage	26
<b>Figure 5:</b> les roses de vents pour Bou Ismail; (A) la vitesse de vent, (B) la fréquence, [PM10]	27
<b>Figure 6:</b> les roses de vents pour Bou Ismail ;(A') la vitesse de vent, (B') la fréquence, [PM2,5]	27
<b>Tableau 1:</b> analyse statistique des résultats expérimentaux	23
<b>Tableau 2:</b> corrélation entre PM10, PM2,5 et les paramètres météorologiques	24

# *Introduction générale*

***Introduction générale :***

La pollution de l'air est un problème important de l'hygiène du milieu, qui affecte les pays développés aussi bien que les pays en développement, se produit lorsque des substances nocives, y compris les particules et des molécules sont introduites dans l'atmosphère terrestre. Elle peut causer des maladies, des allergies ou la mort des humains ; elle peut pareillement provoquer des effets néfastes à d'autres organismes vivants tels que les animaux et les cultures vivrières, et peut endommager l'environnement naturel ou construit. Différentes études ont montré que les polluants libérés dans l'atmosphère par les activités anthropiques peuvent voyager d'une région à une autre loin des sources d'émission et subir des transformations sous l'effet de paramètre climatique.

La pollution atmosphérique par les particules est plus grave dans les pays en développement que dans les pays développés en raison de l'urbanisation rapide et de l'augmentation soudaine du nombre des véhicules. Il est accepté que la toxicité de cet aérosol particulaire est surtout due à la fraction des particules qui le compose. Les PM10 (particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 $\mu$ m) sont majoritairement arrêtés par les voies respiratoires supérieures alors que les PM2.5 (particule dont le diamètre est inférieur à 2.5 $\mu$ m) pénètrent les voies respiratoires inférieures jusqu'aux poumons et bronchioles (pour les plus fines), où les échanges physicochimiques entre l'aérosol et l'organisme sont faciles.(Christine, 2011)

La gestion de ce type de risque nécessite, entre autres, l'alerte précoce aux épisodes de forte pollution qui sont souvent très influencés par les conditions climatiques. Une bonne connaissance des types de temps favorisant les pics de pollution est fondamentale en matière d'alerte précoce à ce type de risque. Comprendre et quantifier son effet intégré sur le système atmosphérique reste donc une tâche ardue, et un défi pour les scientifiques et les décideurs politiques

Ce travail se veut la description des phénomènes de pollution atmosphérique par les particules liée aux conditions météorologiques.

Notre travail comporte deux chapitres :

Le premier chapitre, est consacré à l'étude des caractéristiques générales de la pollution atmosphérique à savoir les propriétés de l'atmosphère, la pollution particulaire, ses origines et ses effets sur l'environnement et sur la santé humaine.

Le deuxième chapitre, on abordera la description du milieu urbain de Bou Ismaïl, on présentera aussi la méthode utilisée pour l'analyse des échantillons d'aérosols, aussi L'interprétation et la discussion des différents résultats.

## **Bibliographie**

Christine, P. (2011). Polluants atmosphériques organiques particuliers en Rhône-Alpes: Caractérisation chimique et sources d'émissions. France: Thèse de doctorat, université de Grenoble.

*Chapitre*

*Etude bibliographique*

## 1 Définition de la pollution atmosphérique :

De manière générale, la pollution atmosphérique se définit comme étant toute modification de l'atmosphère ambiante apparaissant sous trois formes, soit gazeuse par la présence de gaz nouveaux ou par l'augmentation de concentration de certains gaz. Soit solide par la présence de poussières en suspension de taille plus ou moins grande, soit plus rarement liquide causée par les aérosols ou le brouillard.

L'Organisation de Coopération et de Développement Economique (O.C.D) définit la pollution atmosphérique comme l'introduction par l'homme directe ou indirecte de substances ou d'énergie dans l'atmosphère qui entraîne des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux systèmes écologiques, à porter atteinte aux agréments ou à gêner les autres utilisations légitimes de l'environnement ».

En Algérie, les pouvoirs publics ont défini la pollution atmosphérique, à travers l'article 44 de la Loi N° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, comme suit :

Constitue une pollution atmosphérique au sens de la présente loi, l'introduction, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances de nature à:

- Mettre en danger la santé humaine.
- Influencer sur les changements climatiques ou appauvrir la couche d'ozone.
- Nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes.
- Compromettre la sécurité publique.
- Incommoder la population : provoquer des nuisances olfactives.
- Nuire à la production agricole et aux produits agro-alimentaires.
- Altérer les constructions et porter atteinte caractère des sites.
- Détériorer les biens matériels (JORADP, 2006).

## **2 Les sources de pollution atmosphérique :**

### **2.1 Sources naturelles :**

A côté des éléments de base, l'atmosphère renferme, une quantité variable de substances naturelles qui, dépassant un seuil, crée une source de pollution à savoir :

- Les feux de forêts, de cultures ou des prairies contribuent à des émissions importantes de noyaux de condensation, d'imbrûlés et de gaz.
- Les volcans émettent des gaz comme le dioxyde de soufre, de l'hydrogène sulfureux et des particules de cendres en grande quantité.
- Les embruns marins sont constitués par des aérosols (des cristaux de sels)
- Les végétaux sont à leur tour à l'origine d'une pollution par les pollens, les spores et les champignons.
- L'ozone formé naturellement à haute altitude à partir de réaction photochimique impliquant l'oxygène de l'air (MEHDI, 2009).

### **2.2 Les sources anthropiques :**

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.

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, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)...) et restent de ce fait un sujet important de préoccupation. (CITEPA, Poussières en suspension, 2016)

Les activités humaines les plus significatives, dans la contribution à la pollution de l'air, sont les suivantes :

### **2.2.1 Les transports et l'automobile :**

La pollution due aux transports a longtemps été considérée comme un problème de proximité, essentiellement perçue dans les villes en raison de la densité du trafic. Aujourd'hui, on sait que les transports, essentiellement routiers et en particulier l'automobile, sont une source de pollution importante. Les moteurs à explosion sont ainsi de très loin la première cause d'émissions d'oxydes d'azote et de divers hydrocarbures. Les moteurs diesels, moins polluants pour ce qui concerne ce dernier type d'émissions, sont en revanche à l'origine de particules et de dioxyde de soufre. La contribution des transports à la pollution ne cesse de s'accroître du fait de l'augmentation du trafic directement liée à l'évolution économique, en dépit des nombreux progrès technologiques réalisés au cours des dernières années.

Le poids de l'opinion publique peut certes jouer avec autant de force sur les grands choix de sociétés relatifs aux transports (modification des habitudes de déplacement, développement des transports collectifs ...etc.) mais rien n'est moins sûr car les rapports entre citoyens et thèmes environnementaux sont ambigus, tant qu'il s'agit de développer des idées nobles et généreuses à l'échelle de la planète le consensus environnemental est fort, par contre dès que les propositions écologistes touchent aux intérêts financiers et aux modes de vie auxquels sont attachés les citoyens le soutien disparaît. (Philippe, 2001)

### **2.2.2 Les déchets :**

Les déchets sont considérés comme l'une des plus grandes sources de pollution. Qu'ils soient abandonnés dans une décharge ou incinérés, par leur décomposition ils sont producteurs de plusieurs polluants, tels que le méthane, l'acide chlorhydrique, les métaux lourds, les dioxines et les furanes.

### **2.2.3 Les activités agricoles :**

L'agriculture contribue également à la pollution atmosphérique. Ses émissions (essentiellement l'ammoniac, le méthane, le protoxyde d'azote, le monoxyde de carbone et les produits phytosanitaires) sont liées à la décomposition des matières organiques et à l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires.

Les sources domestiques de pollution atmosphérique sont également nombreuses et impliquent une responsabilité de la société vis-à-vis de la salubrité des locaux.

#### 2.2.4 L'industrie :

L'industrie est à l'origine des émissions spécifiques dues aux processus de traitement ou de fabrication employés. En quantités variables, selon les secteurs industriels, elle est émettrice de monoxyde et de dioxyde de carbone, de dioxyde de soufre, d'oxyde d'azote, de poussière, de composés organiques volatils (COV), de métaux lourds, etc.

La fabrication de la plupart des articles domestiques dans le monde entraîne la libération de substances chimiques toxiques, dans l'atmosphère. C'est le cas, notamment pour la fabrication des ciments. Selon les cas et les pays, les entreprises sont contrôlées et/ou doivent produire des autocontrôles ou évaluation de leurs émissions polluantes. En Europe, certaines données sont obligatoirement publiques et transmises à un registre européen des rejets et des transferts de polluants, traduit en France par l'Arrêté du 31 janvier 2008 et un registre national ; le sol, l'eau et l'air doivent être pris en compte, pour les entreprises produisant des produits dangereux produits à plus 2 t/an, et de déchets non dangereux à plus de 2 000 t/an. Le 13 mars 2008, une circulaire a ajouté 22 polluants de l'air et 22 de l'eau à l'ancienne liste des substances. L'expansion extraordinaire qu'a connue l'industrie au cours des dernières décennies se traduit par la mise en circulation dans la biosphère d'innombrables composés minéraux ou organiques de toxicité souvent élevée. La métallurgie et l'électronique recourent de plus en plus à des métaux et métalloïdes exotiques qui ne se rencontrent qu'à l'état de traces ou ne figurent pas dans les constituants normaux de la matière vivante : Mercure, Cadmium, Niobium, Arsenic, Antimoine, Vanadium, Sélénium, Europium, etc., sont aujourd'hui employés couramment dans diverses branches industrielles. En France, l'industrie produit chaque année 30 millions de tonnes de déchets divers. Aux États Unis, où les problèmes de pollution atteignent aujourd'hui des dimensions catastrophiques, inégalées partout ailleurs sauf peut-être en Europe dite de l'Est, il se rejette chaque année 140 millions de tonnes d'ordures ménagères lesquelles renferment divers métaux lourds et autres résidus toxiques.(Ait-ali & Labii, 2010)

### **3 Principaux polluants de l'air :**

#### **3.1 Les polluants primaires :**

Sont ceux qui proviennent directement d'une source polluante identifiée (Mayer, 1999)

##### **3.1.1 Le monoxyde de carbone (CO) :**

Il résulte de la combustion incomplète des combustibles fossiles (charbons, fuels, ...). Ce gaz est toxique (pour les êtres vivants) et peut causer des asphyxies mortelles à hautes concentrations. Il est considéré comme l'un des composés principaux dans la problématique de la qualité de l'air intérieur, l'AFSSET a introduit une valeur guide de 100 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition de 15 min en CO comme une valeur limite de cette espèce au sens de la qualité de l'air intérieur, On trouve ce gaz en abondance dans les villes et aux abords des autoroutes à cause des véhicules à moteurs à combustion. Cela en fait un des traceurs de la pollution atmosphérique de type trafic.

##### **3.1.2 Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) :**

Ce gaz est produit naturellement par les volcans, il peut également être produit par différents procédés industriels comme les industries métallurgiques et les raffineries de pétrole. Ce gaz, toxique pour tous les êtres vivants, aide à la création des particules (aérosols sulfuriques) qui empêchent les rayons solaires d'atteindre la terre, ainsi il joue un rôle de refroidissant de la planète.(Pascal, 2009)

##### **3.1.3 Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) :**

Ils comprennent notamment le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ce sont des gaz fortement toxiques qui résultent de l'oxydation de l'azote de l'air par l'oxygène à température élevée, phénomène qui se produit généralement lors des processus de combustion en particulier dans les moteurs à combustion interne et les centrales thermiques, C'est dans les zones ayant une forte circulation automobile que nous observons de fortes concentrations en NO et NO<sub>2</sub>. De plus, NO peut réagir avec l'oxygène de l'air pour se transformer en NO<sub>2</sub>.(Arquès, 1998)

##### **3.1.4 Les Composés Organiques Volatiles (COV) :**

Les COV regroupent une multitude de substances et ne correspondent pas à une définition très rigoureuse. Les hydrocarbures appartiennent aux COV et on fait souvent l'amalgame à tort. Ceci est sans doute dû au fait que l'on exprime souvent les COV en hydrocarbures totaux (notés HC),

en équivalent méthane ou propane, ou par rapport à un autre hydrocarbure de référence. Il est fréquent de distinguer séparément le méthane (CH<sub>4</sub>) qui est un COV particulier, naturellement présent dans l'air, des autres COV pour lesquels on emploie alors la notation COVNM (CITEPA,2001).

### **3.1.5 Les particules :**

Les émissions de PM (Particulate Matter) peuvent être naturelles (sel de mer, érosion éolienne des sols par le vent, feux de végétation, éruption volcanique...) ou anthropiques (transport, chauffage, industrie, incinération, extraction minière...). Si la plupart des émissions se produisent à l'extérieur des habitations (rue, habitacle des véhicules...), certaines peuvent provenir de l'intérieur des locaux de travail ou de résidence (produits de ménage, utilisation d'appareils de chauffage, animaux domestiques, bricolage, matériaux de construction ou mobilier...).

Les particules totales en suspension (TSP) correspondent à l'ensemble de celles qui flottent dans l'air ; elles ont presque toujours moins de 40 µm de diamètre et très souvent beaucoup moins.

La composition chimique des particules est également un paramètre très important pour les études de pollutions atmosphériques. (MAZOUE & SETRA, 1994)

### **3.1.6 Les métaux lourds :**

Les métaux lourds désignent en général les métaux dont le poids atomique est supérieur à celui du fer. Ces métaux sont parfois également désignés par le terme de métaux : traces ou d'éléments traces métalliques. On considère en général les métaux lourds suivants : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Sélénium (Se), Zinc (Zn). (PARMENTIER & GARREC, 1994)

## **3.2 Les polluants secondaires :**

Sont des polluants qui ne sont pas émis, mais qui résultent de la transformation physico-chimique des polluants primaires au cours de leur séjour dans l'atmosphère. (LACOUR, 2001)

### **3.2.1 L'ozone (O<sub>3</sub>) :**

Le bon et le mauvais. La couche d'ozone, située à haute altitude dans la stratosphère à 30 km au-dessus du sol, est vitale car elle filtre les rayons ultraviolets. C'est le bon ozone. Le mauvais ozone se trouve dans la basse atmosphère : la troposphère située entre le sol et 15 km d'altitude. C'est alors un polluant issu de transformations chimiques dans l'air entre les oxydes d'azote et les

composés organiques volatils (solvants...). Ces réactions sont fortement stimulées par le rayonnement solaire. L'ozone a des effets sur la santé, les végétaux, les matériaux et le climat (c'est un gaz à effet de serre).(Rebouh)

#### **4 Les échelles spatio-temporelles des polluants :**

On distingue souvent la pollution atmosphérique à l'échelle locale, la pollution à l'échelle régionale et la pollution à l'échelle globale.(William & d'Isabelle, 2001)

La première forme de pollution provient de sources de proximité telles que les installations industrielles ou les véhicules. Les polluants les plus caractéristiques de cette échelle d'impact sont les particules (PM), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatils (COV), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les métaux.

La seconde forme de pollution résulte de phénomènes physico-chimiques plus ou moins complexes à l'origine de la formation dans l'atmosphère de polluants dits « secondaires » à partir de polluants dit « primaires » ; un exemple important de tels polluants « secondaires » est l'ozone (O<sub>3</sub>). Cette forme de pollution est dite « régionale » car l'échelle du territoire affectée par ces phénomènes est large.

La dernière forme de pollution concerne les substances impliquées dans les phénomènes de changements climatiques (les « gaz à effet de serre » et, en particulier, le CO<sub>2</sub>). (SCHÜTZ, 1995)

#### **5 Le processus de la pollution atmosphérique :**

La pollution de l'air est régie par un processus en quatre étapes :

##### **5.1 L'émission :**

Les émissions des polluants ont une forte influence sur la qualité de l'air. Les polluants primaires, dont les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), les particules en suspension (PS) et certains composés organiques volatils (COV), sont directement émis dans l'atmosphère. Ils proviennent aussi bien des sources fixes (incinération des déchets, chauffages urbains, activités industrielles, domestiques ou agricoles) que des sources mobiles, en particulier les automobiles. (Bouziani, 2010)

## **5.2 Le transport :**

Les polluants gazeux ou aérosols peuvent être transportés à des distances variables par les vents et les courants atmosphériques. La dispersion des polluants dans l'air résulte de nombreux facteurs. Cependant, la qualité de la dispersion influe directement sur la qualité de l'air: si la dispersion est bonne, les concentrations peuvent rester faibles malgré des rejets importants. Par contre, si la dispersion se fait mal, des émissions relativement limitées peuvent suffire à dégrader la qualité de l'air (Deletraz, Géographie des risques environnementaux liés aux transports routiers en montagne. Incidences des émissions d'oxydes d'azote en vallées d'Aspe et de Bariatou (Pyrénées), 2002). Le phénomène de dispersion est primordial puisqu'il détermine l'accumulation d'un polluant ou sa dilution dans l'atmosphère.

## **5.3 La transformation :**

Le temps de séjour des polluants dans l'atmosphère dépend de leur capacité à se déposer sous forme sèche (sol, végétaux) ou humide (dissolution ou lessivage) ou à se transformer chimiquement. Cette transformation peut être provoquée par leur mélange dans l'atmosphère ou par une exposition à des conditions météorologiques particulières. Ainsi, la combinaison d'oxydes d'azote et des composés organiques volatils en présence des rayonnements ultraviolets conduit à la formation de photos oxydants puissants, tels que l'ozone.(Gérard, 1996)

## **6 La pollution atmosphérique particulaire :**

### **6.1 : Définitions et caractérisation des particules atmosphériques :**

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), les particules atmosphériques peuvent être définies ainsi : « les particules en suspension ou les matières particulaires sont des polluants atmosphériques consistant en un mélange complexe de substances organiques et minérales en suspension dans l'air, sous forme solide et/ou liquide (OMS, 2005). Ces particules sont de tailles, de compositions et d'origines diverses. Leurs propriétés se définissent en fonction de leur diamètre aérodynamique appelé « taille particulaire ». Le diamètre aérodynamique d'une particule est égal au diamètre d'une sphère de masse volumique 1 g.cm<sup>-3</sup> et dont la vitesse de chute est égale à celle de la particule considérée, en absence de vent et de turbulences (AFNOR, 1985). En d'autres termes, ce diamètre définit le diamètre d'une hypothétique particule d'eau sphérique possédant les mêmes caractéristiques aérodynamiques que la particule concernée.

Cette définition générale révèle à quel point ce type de pollution recouvre une diversité importante de composés et donc la difficulté de caractériser précisément cette dernière. En effet, bien que le diamètre aérodynamique soit un paramètre de classification communément admis, celui-ci ne traduit en rien la diversité d'origines, les composés présents ainsi que les propriétés chimiques des particules considérées. En revanche, du point de vue toxicologique, cette définition selon la taille a une signification quant au potentiel de pénétration de ces particules dans l'appareil respiratoire.(Goulaouic, 2009)

## **6.2 Classification des particules selon leurs tailles :**

En raison des différents effets sur la santé associée à des particules de différents diamètres, la matière particulaire est donc caractérisée selon sa taille.

Avec des tailles de particules couvrant une gamme allant de quelques nanomètres, à plus de 100  $\mu\text{m}$ , plusieurs classes de particules se distinguent en littérature, en fonction de leurs tailles :

- Les PM<sub>10</sub> : de grosses particules, dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10  $\mu\text{m}$ , et qui peuvent pénétrer dans l'appareil respiratoire jusque dans les voies aériennes supérieures.(Donaldson & Stone, 2003)
- Les PM<sub>2,5</sub>: de fines particules, dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 2,5  $\mu\text{m}$ , et qui peuvent parcourir l'appareil respiratoire jusqu'aux alvéoles pulmonaires.(Choi, Kim, Kim, Kim, Chung, & Cho, 2004)
- Les PM<sub>0,1</sub>: des particules ultrafines ou nanoparticules, dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 0,1  $\mu\text{m}$ , qui sont des particules d'origine anthropique non contrôlée. Leur taille, inférieure aux structures cellulaires, leur confère des propriétés de pénétration au niveau cellulaire.(Macnee & Donaldson, 2003)

## **6.3 Le temps de séjour des particules dans l'atmosphère :**

Les particules peuvent demeurer dans l'atmosphère plus ou moins longtemps, selon leur taille et leur stabilité. D'autres facteurs peuvent influencer sur leur durée de séjour dans l'air, par exemple les précipitations qui accélèrent leur élimination de l'atmosphère.

- Les particules grossières (fraction des PM<sub>10</sub> de taille comprise entre 10 et 2,5 micromètres) retombent lentement. À titre d'exemple, la vitesse de chute d'une particule de diamètre aérodynamique de 10  $\mu\text{m}$  est de 3 mm/s en air calme. Ce qui est faible par rapport à des

courants d'air pouvant à tout moment les remettre en suspension. En l'absence de tout mouvement d'air, la durée de séjour dans l'air de ces particules grossières est de l'ordre de 1 jour.

▪ Ce sont les particules très fines (fraction des PM1 de taille comprise entre 1,0 et 0,1 micromètre) qui restent le plus longtemps en suspension dans l'atmosphère, jusqu'à 1 semaine environ. Elles peuvent ainsi être transportées sur de longues distances. Elles ne sont pratiquement éliminées que par les précipitations et ont le temps de s'accumuler dans l'air.

▪ Dans le cas des particules ultrafines (ou nanoparticules PM0,1), d'autres facteurs, qui accélèrent leur élimination de l'atmosphère, interviennent. Leur durée de séjour est très courte, de l'ordre de quelques minutes à quelques heures.(CFHA, 2007)

## **6.4 Différents systèmes de mesure des concentrations en particules fines dans l'air :**

### **6.4.1 Systèmes en temps réel :**

Seuls les analyseurs automatiques couplés à un système informatique permettant le stockage des données peuvent réaliser des mesures en continu grâce à des dispositifs d'introduction automatique des échantillons, comme les vannes d'échantillonnage, rotatives ou à piston, à commande pneumatique ou électromagnétique. Les débits de gaz et de réactif doivent être parfaitement régularisés (UNIVERSALIS, 1995). Divers appareils permettent de mesurer « en continu » les concentrations des polluants suivants :

- O3 (chimiluminescence et photométrie)
- NO et NO2, dont on considère que la somme donne le taux de NOx
- NO2 (barbotage, séparation par absorption et aérométries)
- CO2 (séparation par absorption et volumétrie ; chimiluminescence et photométrie)
- SO2 (séparation par absorption et titrimétrie ou, barbotage, séparation par absorption et ampérométrie)
- BTX
- HAP (spectrométrie de masse)
- HC (FID)
- Particules

On note au passage que le terme « mesures en continu » fréquemment utilisé, n'est pas employé dans le sens strict du terme. Il ne s'agit pas véritablement de mesures en continu mais de mesures discrètes, à intervalles plus ou moins rapprochés. On préférera le terme « mesure en temps réel ».

### **6.4.2 Systèmes de mesure avec analyse différée :**

Les systèmes de mesure en temps réel n'existent pas pour tous les polluants, et les technologies les plus récentes ne sont pas toujours au point ou accessibles financièrement. Dans ces cas, on fait appel à des techniques éprouvées pour lesquelles la prise d'échantillons sur site est automatisée et l'analyse est effectuée ensuite en laboratoire, après récolte des échantillons. Lors de la prise d'échantillon, l'air est aspiré avec un débit constant à travers un "piège" où le polluant est retenu. Le volume total échantillonné est calculé à partir de la durée d'échantillonnage et du débit ; l'analyse donne la masse totale de polluant prélevée et à partir de ces deux grandeurs, on peut calculer la concentration moyenne pendant la période d'échantillonnage.

L'analyse de l'aspect dynamique de la pollution n'est pas possible. De plus, les résultats des mesures sont connus avec un délai d'une à deux semaines, ce qui rend la fonction d'avertissement impossible. Les résultats sont cependant du plus grand intérêt pour l'interprétation statistique et pour l'étude de la pollution de l'air. Ces méthodes demandent généralement moins d'investissement. Les développements techniques et le surcroît d'intérêt pour certaines formes de pollution de l'air peuvent conduire, à moyen terme, au passage à des systèmes de mesure en temps réel. L'assainissement de la situation, dans un domaine de pollution déterminé, pourrait éventuellement constituer un point de départ pour un changement en sens inverse.(IBGE-LRE, 2006-2008)

### **6.5 Les effets des particules en suspension sur la santé humaine :**

L'exposition à long terme aux PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub> a été associée à des effets chroniques sur le système respiratoire, notamment le développement de symptômes respiratoires comme la bronchite ou la toux, l'asthme chez les enfants et la diminution du développement pulmonaire (Gent, et al., 2009).

Certaines études ont également rapporté une réduction de la fonction pulmonaire (p.ex. FVC, FEV<sub>1</sub>) aussi bien chez les enfants que chez les adultes en lien avec l'exposition prolongée aux PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub>. La diminution des niveaux de PM<sub>10</sub> dans l'air ambiant semble ralentir ce déclin chez les adultes en Suisse (Downs, et al., 2007).

## **7 Les paramètres météorologiques influençant la concentration des particules dans l'air :**

Le climat est identifié comme un facteur influant sur la qualité de l'air, ayant un impact sur le comportement des polluants dans l'atmosphère. La qualité de l'air n'est pas seulement dépendante de la quantité de polluants émise par les sources, elle est également liée aux conditions climatiques, météorologiques, topologiques et morphologiques du milieu. Une fois émise par une source de polluant, son évolution dans l'atmosphère est dépendante du vent, de la stabilité de l'atmosphère, du rayonnement solaire, de la topographie et morphologie du milieu.(I.N.S.P, 2007)

### **7.1 Vitesse et direction du vent :**

Le vent, sa vitesse, sa direction sont très importants. Un vent fort permet de disperser les polluants. De ce fait, de fortes concentrations sont peu probables dans ces conditions. Toutefois, il peut également amener des masses d'air contenant des polluants en provenance d'autres sources. La direction du vent joue un rôle important dans le déplacement des polluants. Son rôle s'explique plus dans sa relation avec la topographie du site. En effet, la direction du vent influence directement le déplacement de polluant. Si le vent est stoppé par un obstacle, telqu'un versant de montagne, on peut assister à une stagnation de polluant sur ce flanc, ou une remontée de la pollution sur le versant.(Deletraz & Paul, State of the art for the study of transportation impacts in the vicinity of roads and highways, 1998)

### **7.2 La température :**

La température agit sur la chimie des polluants. Le froid diminue la volatilité de certains gaz tandis que la chaleur estivale est favorable à la formation photochimique de l'ozone. La température a un effet sur la vitesse de déplacement et de réaction des molécules. Plus la température est élevée, plus les molécules ont de chances d'entrer en collision puisqu'elles se déplacent plus rapidement. De même, plus la température est élevée, plus les collisions produisent de réaction. Autrement dit, une hausse de la température accroît la vitesse des polluants de l'air.(Zenata, 2007)

### **7.3 La pression :**

La pression dans le cas de situations dépressionnaires (basse pression) correspond généralement à une turbulence de l'air assez forte et donc de bonnes conditions de dispersion. En revanche,

des situations anticycloniques (hautes pressions) où la stabilité de l'air ne permet pas la dispersion des polluants entraînent des épisodes de pollution.

#### **7.4 L'humidité :**

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

La présence de vapeur d'eau dans l'atmosphère est considérée comme un facteur météorologique défavorable au phénomène d'auto purification de l'atmosphère parce qu'elle empêche la dispersion des polluants (Barnea & Ursu, 1974).

#### **7.5 La nébulosité :**

Elle est responsable de la formation d'un « couvercle » au-dessus d'une zone polluée. Elle réduit également l'apport radiatif du soleil, ce qui tend à diminuer les transformations physico-chimiques des polluants primaires (Guibert & Martin, 1987).

#### **7.6 La précipitation :**

La pluie lave l'atmosphère des particules et des gaz, pour les déposer ensuite sur le sol et dans l'eau ; les précipitations sont généralement associées à une atmosphère instable, qui permet également une bonne dispersion de la pollution atmosphérique. Elles peuvent parfois accélérer la dissolution de certains polluants. Mais, globalement, les concentrations en polluants dans l'atmosphère diminuent nettement par temps de pluie notamment pour les poussières et les éléments solubles tel que le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)(Guibert & Martin, 1987).

**Bibliographie**

- AFNOR. (1985). Air ambiant - Concepts relatifs à l'échantillonnage des matières particulaires en suspension .
- Ait-ali, L., & Labii, A. (2010). Simulation de l'évaluation et du captage du CO2 émis par une cimenterie d'Alger. Université de d'Alger: Mémoire d'ingénieur.
- Arquès, P. (1998). La Pollution de l'air .Edisud.
- Barnea, M., & Ursu, P. (1974). Pollution et protection de l'atmosphère. Paris: Eyrolles.
- Bouziani, M. (2010). Introduction à la santé environnementale (pp. 273-302). ORAN: Dar El Gharb.
- CFHA. (2007). Les poussières fines en Suisse.
- Choi, J., Kim, J., Kim, Y., Kim, Y., Chung, N., & Cho, M. (2004). Comparative study of PM2,5 - and PM10 - induced oxidative stress in rat lung epithelial cells. *veterinary science* , 11-18.
- CITEPA. (2001). La pollution atmosphérique en bref. Différentes échelles de pollution. Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique.
- CITEPA. (2016). Poussières en suspension. Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique.
- DEGOBERT, P. (1992). Automobile et pollution (p. 516). Science.
- Deletraz, G. (2002). Géographie des risques environnementaux liés aux transports routiers en montagne. Incidences des émissions d'oxydes d'azote en vallées d'Aspe et de Biriadou (Pyrénées). France: Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour.
- Deletraz, G., & Paul, E. (1998). State of the art for the study of transportation impacts in the vicinity of roads and highways. France.
- Donaldson, K., & Stone, V. (2003). Current hypotheses on the mechanisms of toxicity of ultrafine particles (pp. 405-410).
- Downs, S., Schindler, C., Liu, L., Keidel, D., Bayer-Oglesby, L., Brutsche, M. H., et al. (2007). Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related decline in . *New England Journal of Medicine* .

- ESCOURROU, G. (1996). Transports, contraintes climatiques et pollutions (p. 172). *Mobilité Spatiale*.
- Gent, F., Koutrakis, P., Belanger, K., Triche, E., Holford, T. R., Bracken, M. B., et al. (2009). Symptoms and medication use in children with asthma and traffic-related sources of fine particle pollution (pp. 1168-1174). *Environ Health Perspect*.
- Gérard, M. (1996). Ozone et propriétés oxydantes de la troposphère. *Revue la météorologie* (pp. 8-13).
- Goulaouic, S. (2009). Effet des particules fines atmosphériques sur la secretion des Cytokines pro-inflammatoires par les cellules *THP-1* et mesures de marqueurs du stress oxydant. Thèse de doctorat, Université Paul Verlaine, Laboratoire des Interactions Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystème, Metz. .
- Guibert, J., & Martin, B. (1987). *Carburants et moteurs* (p. 904). Paris: Technip.
- GUISNET, M. (2004). *La Pollution Urbaine*.
- I.N.S.P. (2007). Bilan des données de pollution par les poussières (PM10) au niveau d'Alger de 2001 à 2006 (p. 27 ). Alger: Institut National de Santé Publique, Unité Santé-Environnement.
- IBGE-LRE. (2006-2008). *la Qualité de l'Air*.
- JORADP. (2006). les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air en cas de pollution atmosphérique. *journal officiel* .
- LACOUR, S. (2001). *Cours de pollution atmosphérique* (p. 43). France: Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Centre d'Enseignement et de Recherche sur l'Environnement Atmosphérique.
- Macnee, W., & Donaldson, K. (2003). Mechanism of lung injury caused by PM10 and ultrafine particles with special reference to COPD. *The European respiratory journal* , 47-51.
- Mayer, H. (1999). *Air pollution in cities [Revue] // Atmospheric Environment* (pp. 4029-4037).
- MAZOUÉ, & SETRA. (1994). Impact du trafic routier sur l'environnement : la contamination du sol par voie aérienne. (p. 67).

MEHDI, M. (2009, novembre 23 \_ 25). expérience marocaine en matière de lutte contre la pollution atmosphérique. Atelier sous-régional sur la qualité de l'air en Afrique du Nord Tunis.

OMS. (2005). La pollution atmosphérique par les particules en suspension : ses effets sur la santé . Aide-mémoire *EURO 04/05* .

PARMENTIER, C., & GARREC, J. (1994). Impact de la pollution atmosphérique le long des routes et autoroutes sur la végétation environnante, Utilisation de la Bioindication végétale, Synthèse bibliographique (p. 84 ). INRA Centre de Recherches Forestières de Nancy, Laboratoire d'Etude de la Pollution Atmosphérique.

Pascal, L. ( 2009). Effet à court terme de la pollution atmosphérique sur la mortalité.

Philippe, S. (2001). transport routier en France: aspects géopolitiques d'une question environnemental . France: Ecologie et géopolitique.

Rebouh, S. IMPACT DE LA POLLUTION DE L' AIR PROVOQUEE PAR LA CIMENTERIE. HAMMA BOUZIANE: UNIVERSITE MENTOURI DE CONSTANTINE.

SCHÜTZ, M. (1995). Environnement et pollution Comment mesurer? Comment réagir ? (p. 253). Nieppe: Publitrionic.

UNIVERSALIS, E. (1995). Impacts des transports routiers à proximité des routes et autoroutes. Cédérom.

William, D., & d'Isabelle, R. (2001). L'air est la ville . Hachette Littérature.

Zenata, K. (2007). La pollution urbaine dans la wilaya d'Oran. Algérie: Université d'Oran.

*Chapitre*

*Matériels et méthodes*

### 1 Description de site :

Bou Ismaïl est une ville située au bord de la mer Méditerranée, à environ 25 km à l'est de Tipaza et à environ 35 km au sud-ouest d'Alger (figure 1).

Ce site est considéré comme un site urbain à forte densité de population. Bou-Ismaïl est choisie car c'est la plus grande ville industrielle de la Wilaya de Tipaza. En effet, cette ville accueille dans sa dynamique une zone industrielle, située au sud-est de Tipaza, plusieurs opérateurs dans différents domaines économiques, en outre, elle contient l'un des leaders régionaux spécialisés dans la transformation du papier, Tonic. (Lemou, Rabhi, Cherifi, Ladji, & Yassaa, 2020)



**Figure 1:** localisation de la commune dans la wilaya de Tipaza

### 2 Méthodes d'identification des sources :

Les roses des vents et les roses de pollutions ont été utilisés Pour identifier les sources potentielles de PM10, PM2,5 dans la période d'étude.

Le traitement statistique des données, y compris l'analyse de corrélation de Pearson, a été effectué à l'aide du logiciel statistique SPSS 20.0.

### 3 Coefficient de corrélation de Pearson :

Le coefficient de corrélation linéaire simple, dit de Bravais-Pearson (ou de Pearson), est une normalisation de la covariance par le produit des écarts-type des variables.

$$r_{xy} = \frac{\text{COV}(X, Y)}{\sqrt{V(X) \times V(Y)}} = \frac{\text{COV}(X, Y)}{x \times y}$$

Le coefficient de corrélation est indépendant des unités de mesure des variables, ce qui autorise les comparaisons. La mesure est normalisée, elle est définie entre

$$-1 \leq r \leq +1$$

Lorsque :

- $r = +1$ , la liaison entre X et Y est linéaire, positive et parfaite c.-à-d. la connaissance de X nous fournit la valeur de Y (et inversement).
- $r = -1$ , la liaison est linéaire et négative.

#### 4 Variation des concentrations journalières de PM10 et PM2,5 durant la période d'étude :

L'ensemble d'échantillons PM10, PM2,5 et les paramètres météorologiques a été étudié simultanément à Bou Ismail, du 1er janvier 2016 à le 1er février 2016. Le tableau.1 résume les données statistiques relatives à la concentration de particules, la température, l'humidité relative et la vitesse du vent pendant la période d'échantillonnage.

**Tableau 1:**analyse statistique des résultats expérimentaux

<i>Paramètre</i>	<b>Température</b>	<b>Humidité relative</b>	<b>Vitesse du vent</b>	<b>Pression Atmosphérique</b>	<b>PM10</b>	<b>PM2,5</b>
Unité	°C	%	m/s	mmHg	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
N	406	406	406	406	406	406
Moyenne	15,02	66,45	2,26	999,39	8,65	3,61
Ecart- type	3,19	15,30	1,17	5,50	5,46	2,00
Minimum	7,68	29,88	0,08	968,64	0,93	0,36
Maximum	22,32	98,38	5,99	1013,22	41,53	11,33

**N : nombre de valeur**

Le tableau 1 montre quelques statistiques de l'ensemble de données expérimentales. Les concentrations minimale et maximale de PM10 étaient respectivement de 0.93 et 41.53 µg/m<sup>3</sup>. Pour les PM2.5 les concentrations minimale et maximale sont respectivement de 0.36 et 11.33

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La concentration horaire moyenne de PM10 et PM2.5 ne dépasse pas les valeurs limite européenne de (40 et  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) respectivement.

## 5 Etude de la Corrélation entre PM10, PM2,5 et les variables météorologiques :

Selon les coefficients de corrélations présentés dans le tableau.2. On remarque que :

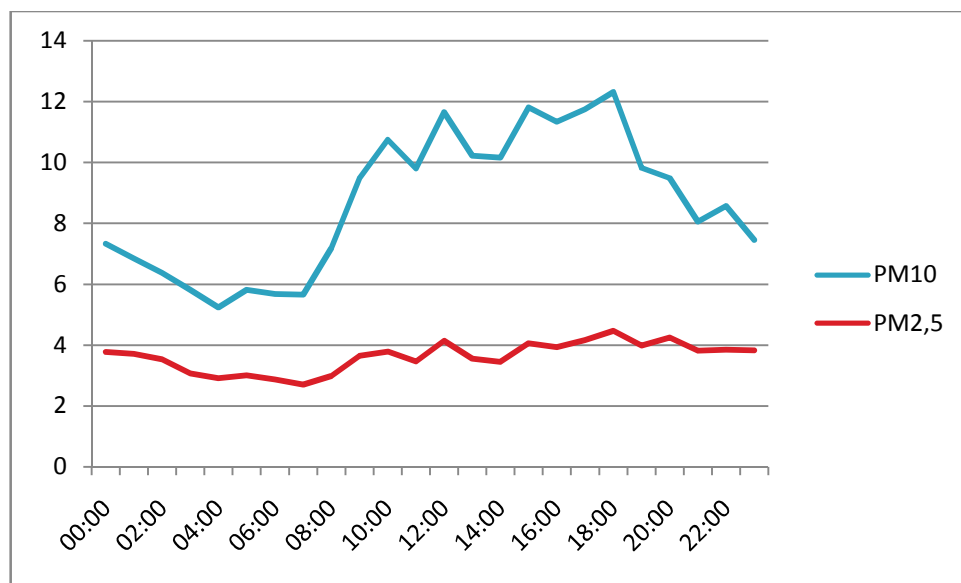
- La corrélation entre la pression et PM10 et PM2,5 est égal à 0,317 ; **0,359**, Respectivement. Parce que les systèmes à haute pression peuvent provoquer des vents légers et des conditions météorologiques stables.
- La corrélation entre l'humidité et PM2,5 est égale à 0,408. Les chercheurs ont expliqué que le taux d'humidité élevé a un impact important sur l'augmentation de la densité de l'air, ce qui entrave la dispersion des particules en suspension qui transportent des polluants d'origine naturelle et humaine. (Deletraz & Paul, 1998)
- Les précipitations ont un certain effet de balayage humide sur les PM2,5 et les PM10, et l'effet de balayage sur les PM10 est plus important que celui sur les PM2,5. Les changements de PM2,5 et PM10 avant et après les précipitations sont liés à la concentration initiale de PM2,5 et PM10 avant les précipitations, à l'intensité des précipitations et à la durée des précipitations. Plus la concentration initiale de PM10 est élevée, plus la quantité d'élimination des précipitations sera importante. (Zhen, Luming, Chengyu, Jianshuang, Yang, & Hui, 2020) C'est ce qui a été observé dans le tableau ci-dessous, les valeurs de corrélations ont été (-0,184 ; -0,159; Respectivement).
- La corrélation entre la vitesse de vent et PM10 et PM2,5 est égale à -0,271 ; -0,405, Respectivement. Les vitesses de vent élevées favorisent la dilution des particules, rapprochant ainsi les niveaux de PM10 entre le site trafic et le site de fond. Les vitesses de vent moins élevées favorisent l'accumulation de poussières issues du trafic en bordure de route menant à une pollution plus élevée qu'en site de fond. (TERROUCHE, 2016)

**Tableau 2:** corrélation entre PM10, PM2,5 et les paramètres météorologiques

	<b>T (c)</b>	<b>P (hPa)</b>	<b>Précipitation (mm)</b>	<b>RH %</b>	<b>WS (m/s)</b>
<b>PM10</b>	0,014	0,317	<b>-0,184</b>	-0,038	<b>-0,271</b>
<b>PM2, 5</b>	-0,125	<b>0,359</b>	<b>-0,159</b>	<b>0,408</b>	<b>-0,45</b>

## 6 Les variations des concentrations journalier de PM10 et PM2,5:

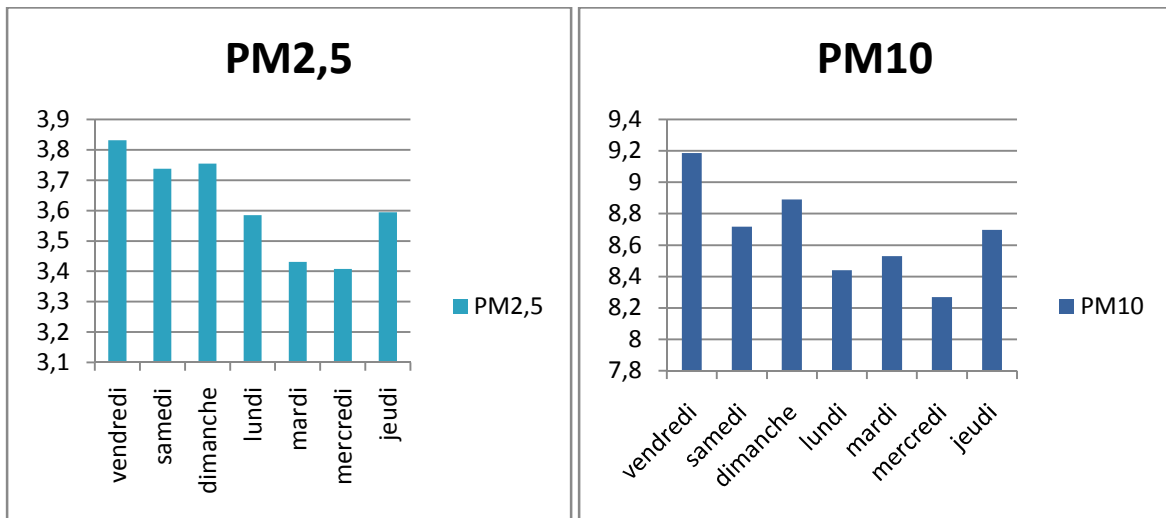
Les variations des concentrations journalier moyennes de PM10 et PM2,5 observées pendant la période d'échantillonnage sont illustrées aux (figure .3.) Nous observons que les variations des concentrations horaires moyennes de PM10 et PM2,5 montrent une stabilité pendant la période de minuit jusqu'à 7h00 du matin. Par contre, on remarque entre (8h00 à 18h00) une augmentation des concentrations de PM10 et PM2,5 [de 7,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 12,31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et de 2,98  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 4,46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivement.], Ce phénomène peut être attribué aux la variation des activités humaines entre jour et nuit (flux de circulation automobile, production chimique...).



**Figure 2:** variations des concentrations journalières de PM10 et PM 2,5

## 7 Variations hebdomadaires de PM10 et PM2,5 :

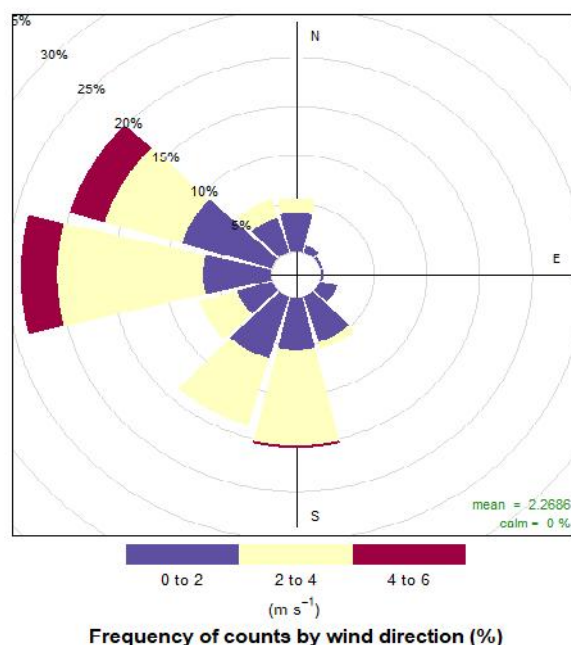
Les variations hebdomadaires des PM10 et PM2,5 pour janvier 2016 sont illustrées à la Figure 3. Notez qu'il n'y a pas de différence entre les jours de semaine et les week-ends, car il existe de nombreux paramètres qui affectent les particules (par exemple les paramètres météorologiques.).



**Figure 3:** les variations des concentrations des PM10 et PM2,5 entre les jours ouvrables et les week-ends

## 8 Influence de la vitesse et la direction du vent sur les PM :

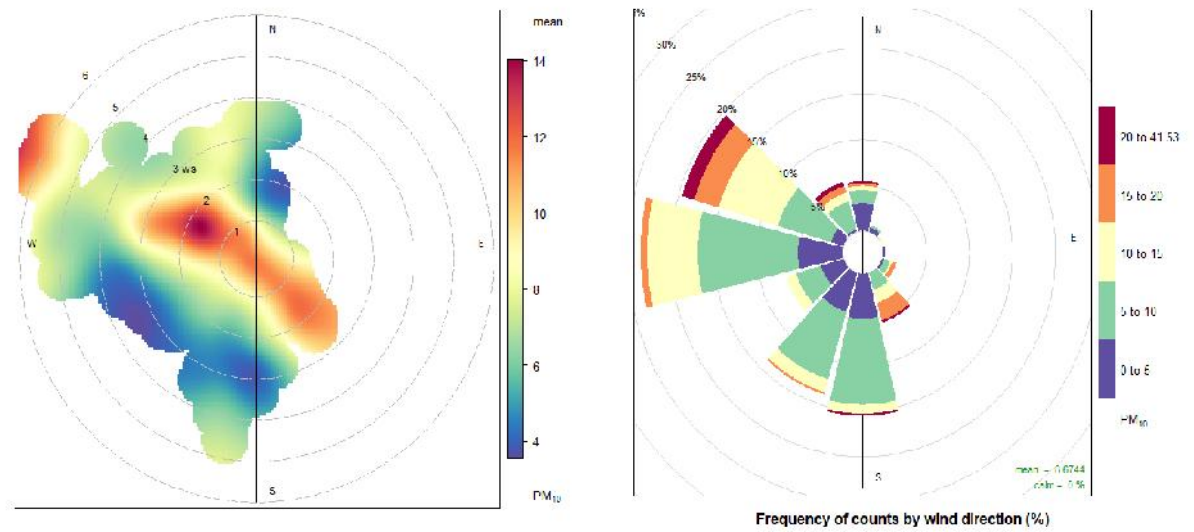
Nous avons étudié la direction et la vitesse des vents à Bou Ismaïl pour le mois de janvier, et d'après la figure ci-dessous, nous constatons que les vents viennent de la direction nord, nord-ouest (24%, 20%). Sa vitesse variait de 2 à 4  $\text{ms}^{-1}$ .



**Figure 4:** la rose de vent enregistrée à Bou Ismail durant la période d'échantillonnage

Les figures 5(a) et (b) montrent que la pollution par les PM10 se produit principalement dans les régions nord-ouest et sud-est, lorsque la vitesse du vent est inférieure à 3 m/s et comprise entre 6

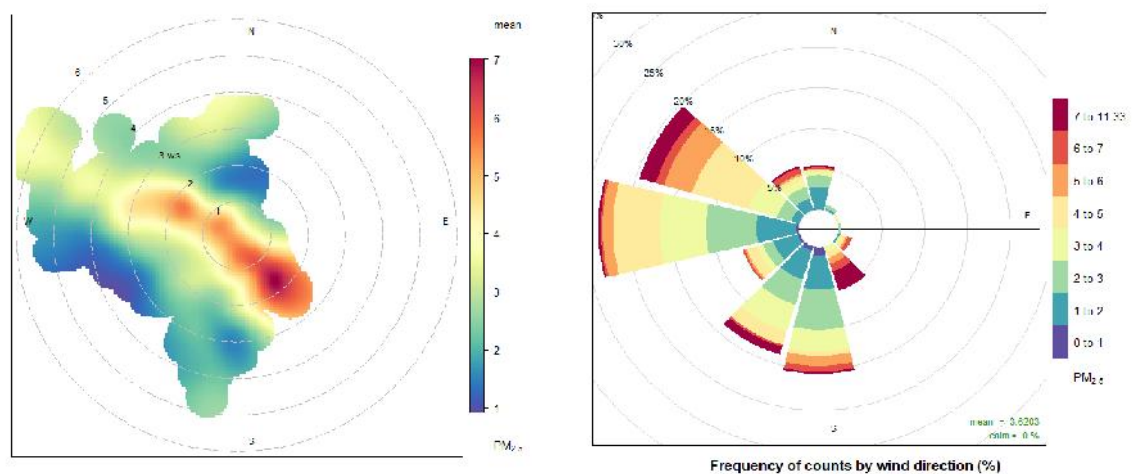
et 7 m/s. Mais le secteur nord-ouest a une influence significative, puisque sa fréquence atteint 20-25%, contrairement au secteur sud-est, qui a une fréquence de 5%.



(A) (B)

**Figure 5:** les roses de vents pour Bou Ismail; (A) la vitesse de vent, (B) la fréquence, [PM10]

Les figures 6 (A') et (B') montrent que la pollution aux PM2,5 se produit principalement dans les régions nord-ouest et sud-est, lorsque la vitesse du vent est inférieure à 3 m/s. Mais le secteur nord-ouest a une influence significative, puisque sa fréquence atteint 20-25%, contrairement au secteur sud-est, qui a une fréquence de 5%.



(A')

(B')

**Figure 6:** les roses de vents pour Bou Ismail ;(A') la vitesse de vent, (B') la fréquence, [PM2,5]

### ***Conclusion générale***

La pollution atmosphérique qui caractérise nos villes intéresse de plus en plus les scientifiques mais aussi les acteurs politiques et administratifs ainsi que la population. Les habitants des villes densément peuplées sont directement exposés à des concentrations plus élevées de différents polluants.

La pollution de l'air par les particules en suspension a constitué l'objet d'une attention particulière. De par leur finesse et les interactions qu'elles subissent, elles séjournent longtemps dans l'atmosphère et contribuent fortement à la dégradation de la qualité de l'air. Ce travail nous a permis de connaître les niveaux des particules totales en suspension, PM10, PM2.5 dans le site Bou Ismaïl qui se caractérise par un trafic routier dense dans la partie orientale de la région de Tipaza.

Les résultats obtenus montrent que la quantification des PM10 et des PM2,5 a révélé des concentrations n'ont pas dépassé aux normes internationales. Les concentrations moyennes de PM10 et de PM2,5 enregistrée au cours de la période d'étude étaient respectivement de  $8,65\mu\text{g} / \text{m}^3$  et  $3,61\mu\text{g} / \text{m}^3$  qui ne dépassent pas les normes fixées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) fixées à  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivement.

Les paramètres météorologiques (vent, pluie...) ont joué un rôle très important dans la dispersion des particules dans l'atmosphère.

Comme peu de travaux ont été menés dans cette courte période, il existe un manque de données concernant la pollution de l'air par les particules qui demande un travail durable et de grande ampleur avec des moyens adéquats. Ainsi, pour améliorer la dégradation de la qualité de l'air nous proposons les recommandations suivantes :

- Installer les stations de surveillance de la qualité de l'air au niveau des centres urbains à densité importante, ce qui aide à suivre en temps réel d'éventuels épisodes de pollution.
- Obliger les usines et les laboratoires à mettre en place des unités de filtration pour traiter les déchets gazeux et poussiéreux.
- Utilisez de l'essence sans plomb et du diesel sans soufre.

- Assurer la construire des usines dans des endroits éloignés des villes et des centres de population.
- Utilisation de pesticides et d'engrais de source organique au lieu de produits chimiques.
- Encourager la culture d'arbres et de plantes vertes.

**Bibliographie**

Deletraz, G., & Paul, E. (1998). State of the art for the study of transportation impacts in the vicinity of roads and highways. France: université Josef Fourier- université de Pau et des pays de l'Adour.

Lemou, A., Rabhi, L., Cherifi, N., Ladji, R., & Yassaa, N. (2020). Temporal variation of PM10, PM2.5 and gaseous pollutants (NOx, SO2) particles suspended in the atmosphere of an urban sit in Bou-Ismaïl. Algerian J. Env. Sc. Technology.

Ricco, r. (2017). Analyse de corrélation Étude des dépendances - Variables quantitatives. Université Lumière Lyon 2.

TERROUCHE, A. (2016). Caractérisation de la pollution de l'air par les particules. Constantine: UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI-CONSTANTINE 1.

Zhen, L., Luming, S., Chengyu, Y., Jianshuang, D., Yang, L., & Hui, Z. (2020). Analysis of the Influence of Precipitation and Wind on PM2.5 and PM10 in the Atmosphere. Marina Baldi.

## Résumé :

Le présent travail porte sur l'étude de la pollution de l'air dans la région de Bou-Ismaïl par les particules totales en suspension (TSP), matières particulaires (PM10, PM2.5), durant le mois de janvier 2016. Cette étude a révélé que les concentrations de PM10 et PM2,5 variaient de 0,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 41,53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et de 0,36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 11,33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivement. Dues principalement au trafic routier intense qui est responsable de la plus grande partie des rejets polluants dans l'atmosphère, beaucoup plus que les autres sources d'émissions, contribuant ainsi à la détérioration de la qualité de l'air, et aux conditions météorologiques. Il est important de noter que les concentrations de PM10 et PM2.5 n'ont pas dépassé la limite de l'OMS (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et la réglementation algérienne (80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Mots clé :** Particules en suspension, PM10, PM2.5, Trafic routier.

## Abstract:

The present work deals with the study of air pollution at Bou-Ismaïl by total suspended particulates TSP, particulates matter (PM10, PM2.5), during the month of January 2016. This study revealed that PM10 and PM2.5 concentrations ranged from 0,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  to 41,53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  and from 0,36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  to 11,33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectively. Mainly due to weather conditions and heavy road traffic which is responsible for most of the air pollutants, much more than other sources of emissions, thus contributing to the deterioration of air quality. It is important to note that PM10 and PM2.5 concentrations did not exceed the WHO limit (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) and the Algerian regulation (80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Keywords:** Suspended Particulate, PM10, PM2.5, Road traffic.

:

يركز هذا العمل على دراسة تلوث الهواء في منطقة بو إسماعيل بمجموع الجسيمات العالقة (TSP) الجسيمات (PM2.5 PM10) خلال شهر يناير 2016. وجدت هذه الدراسة أن تركيزات PM10 PM2.5 0.93 ميكروغرام /  $3$  41.53 ميكروغرام /  $3$  0.36 ميكروغرام /  $3$  11.33 ميكروغرام /  $3$  . ويرجع ذلك أساساً إلى حركة المرور الكثيفة عن غالبية تصريفات الملوثات في الغلاف الجوي ، أكثر بكثير من مصادر الانبعاثات الأخرى ، مما يساهم في تدهور جودة الهواء والظروف الجوية. من المهم ملاحظة أن تركيزات PM10 PM2.5 لم تتجاوز حد منظمة الصحة العالمية (50 ميكروغرام /  $3$ ) واللوائح الجزائرية (80 ميكروغرام /  $3$ ).

: الجسيمات PM10 PM2.5