

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENE DEMOCRATIQUE ET PUBLIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djilali Bonaama Khemis Miliana



Faculté des sciences nature et de la vie et des sciences la terre

Domaine : sciences de la nature et de la vie

Département : Sciences Biologiques

Mémoire pour l'obtention du diplôme Master:

Filière: Ecologie et Environnement

Spécialité : Bioclimatologie

***Evaluation D'aérosols à Khemis Miliana et
comparais avec une région saharienne
(Ouargla, Ghardia)***

Réalisé Par : Kerchaoui Mohamed

JURY

**Président
ENCADEUR
CO-ENCADREUR
Examineur**

Mr AROUS Ali
Mr AMRANI Rachid
Melle BENYOUCEF Karima
Mm BENAOUA

MAA : UDBKM
MAA : UDBKM
Ensiegnente exterieure
Lalahoum MA1

Année universitaire: 2019/2020

Remercient

Le premier reconnaissant est ALLAH Tout-Puissant, puis mes parents pour tous leurs efforts de ma naissance à ces moments

Je suis heureux de remercier tous ceux qui m'ont conseillé, guidé, dirigé ou contribué avec moi à la préparation de ce journal, en particulier ENCADREUR Mr Amrani Rashid pour mon soutien et mes conseils en me conseillant et en me corrigeant et pour le choix du titre et du sujet

J'adresse également mes sincères remerciements

à CO-ENCADREUR Ben Melle Youssef Karima pour sa constante et continue à mes côtés

Je remercie également Mr AROUS Ali et Mm BENAOUDA

Sur conférer mon travail

Mes remerciements vont au Département de Biologie de l'Université de djilali Bounaama à Khemis Miliana ; Et tous les professeurs de bioclimatologie s sont toujours accompagnés par eux tout au long de ces années .

Dédicace

Je dédie ce travail

A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui :

À mon père pour le goût et l'effort qu'il a suscité en moi, de par sa rigueur.

A toi Ma mère ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour, que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir

Particulièrement, ma grand-mère, que Dieu ait pitié de vous, a été le meilleur soutien et assistance de ma vie.

A vous mes frères A. CHIBAH et A. HADJIMI

Et sœur L. AYAD ET N. BEN FRIHA qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études Dédicaces

MOHAMED

المخلص

عملنا إلى دراسة كمية التلوث الجوي الناتج عن تواجد حبيبات الغبار في الهواء من طرف وسائل النقل و علاقة العوامل الجوية بتواجدها بحيث قمنا باخذ التركيز الكتلية من مصدر قناة الطقس الدولية في الفترة التي تمتد بين ديسمبر 2019 حتى افريل 2020 من اجل دراسة كمية التلوث المتواجدة في منطقة خميس مليانة و مقارنة النتائج مع مناطق صحراوية التي هي ورقلة و غرداية. النتائج أظهرت ارتفاع كبير في كمية الغبار الجوي تتعد المعايير الدولية.

الكلمات السرية: الغلاف الجوي, التلوث, الغبار الجوي, حركة المرور على الطرق, الصحراء.

RESUME

Ce travail a pour objectif, l'évaluation des aérosols issus du trafic routier au niveau de la ville de Khemis-Miliana suivant les conditions météorologiques.

On a pris les quantités massiques de la source the Channel Weather international , sur une période du décembre 2019 jusqu'à avril 2020.le but est d'étudier la pollution par les aérosols , son origine et et compare les résultat avec deux zones sahariennesGhardaïa et Ouargla ., ainsi l'impacte sur la sante de la population.

Les résultats on montre une pollution qui dépasse les normes Internationales.

Mots clés: atmosphère, pollution, aérosols, trafic routier, Sahara

ABSTRACT

The objective of This Works is to evaluate the aérosols from road traffic in the city of Khemis-Miliana according to Weather conditions.

We took the mass quantities from the source the Channel Weather international, over a period from December 2019 to April 2020. The goal is to study aérosol pollution, its origin and compare the results with two Saharan areas Ghardaïa and Ouargla. This impact on the Health of the population.

The résultats show pollution that excède international standard.

Keywords: atmosphère, pollution, aérosols, road traffic, Sahar

Tableaux de Matire

| N | Titre | P |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| | Liste de tableaux | / |
| | Liste de figure | / |
| | Liste des abréviations | / |
| | Introduction général | 1 |
| Chapitre I : recherche bibliographe | | |
| 1- | Définition aérosol | 3 |
| 2- | Classes de particules selon l'origine | 4 |
| 2-1- | atomes primaires | 4 |
| 2-2- | atomes secondaires | 4 |
| 3- | classes des particules selon taille | 5 |
| 3-1- | Groces particulier | 5 |
| 3-2- | les atomes sont des particuliers grossiers | 5 |
| 3-3- | atomes mouse | 6 |
| 3-4- | Noyaux Tiken | 6 |
| 4- | Taille aérosol | 6 |
| 5- | la composition aérosol | 7 |
| 5-1 | La fraction minéralee | 8 |
| 5-2 | Fraction carbonée | 8 |
| 6- | Croissance de l'aérosol | 10 |
| 7- | Forme particule d'aérosol | 10 |
| 8- | classification d'aérosol | 12 |
| 9- | Les sources de précurseurs d'aérosols et d'aérosols | 13 |
| 9-1- | Les aérosols primaires (naturels) | 14 |
| 9-1-1- | la source terrigène | 15 |
| 9-1-2- | la source marine | 15 |
| 9-1-3- | la source volcanique | 16 |
| 9-1-4- | la source biogénique | 17 |
| 9-2- | Mécanismes de formation et de croissance des aérosols secondaires | 17 |
| 10- | Les facteurs influençant la dispersion des polluants | 20 |
| 10-1 | Facteurs « directs » affectant la dispersion | 20 |
| 10-2 | Facteurs « indirects » affectant la dispersion | 20 |
| 10-2-1 | L'influence du facteur vent et du gradient longitudinale de température | 20 |
| 10-2-2 | Profil vertical de la vitesse du vent | 21 |

| | | |
|--------|-----------------------------------------|----|
| 11- | effet d'aérosol | 21 |
| 11-1- | sur la sante | 23 |
| 11-2- | sur environnement | 24 |
| 11-3 | Impacts sur le climat | 24 |
| 10-3-1 | Effet direct ou effet parasol | 24 |
| 10-3-2 | Effet radiatif indirect | 25 |
| 12- | Reglementation et normes internationaux | 25 |
| 13- | Conclusion | 27 |

Chapitre II: Méthode de mesure des aérosols

| | | |
|-----|---------------------------------------------------------|----|
| 1 | Introduction | 29 |
| 2 | Méthode de mesure des aérosols | 30 |
| 2-1 | Le réseau de stations de mesure des aérosols AERONET | 31 |
| 3- | Observation de l'aérosol par le satellite | 33 |
| 3-1 | Le satellite on orbite basse | 34 |
| 3-2 | LES Satellites en orbite géostationnaire : | 35 |
| 4 | Conclusion | 37 |

Chapitre III: RESULTATS ET INTERPRETATIONS

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Introduction | 38 |
| 2- | Présentations des zones étudier | 38 |
| 2-1 | Materiel d'étude | 38 |
| 2-1-1 | Choix des stations d'étude | 38 |
| 2-1-2 | présentations des stations d'étude | 38 |
| 2-2 | Présentations des Zones d'étude | 39 |
| 2-2-1 | Localisation géographique de Khemis Milana | 39 |
| 3 | Contexte local | 39 |
| 4 | Hydroclimatologie | 39 |
| 4-1 | Le climat | 39 |
| 5 | méthode de travail | 39 |
| 5-1 | The Weather Channel | 40 |
| 6 | Le prélèvement des donnes a commencé | 42 |
| 7 | comparaisons des trois zones pqqqour une période mensuelle : | 54 |

Conclusion générale 60

références /

Annexes /

Liste de tableaux:

| Tableaux | Titre | P |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 01- | La composition massique moyenne des aérosols d'origine biologique et humaine fournie par le GIEC est indiquée dans le tableau suivant | 9 |
| 02- | Tableau des normes Qualité de l'Air | 26 |
| 03- | la masse des particule aerosols atmospherique a khemis en moi decembre | 42 |
| 04- | masse des particules atmosphérique ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) de moi mars a région de Khemis Milana | 45 |
| 05- | masse des particules atmosphérique ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) de moi mars a région de Khemis Milana | 47 |
| 06- | la masse des particule aerosols atmospherique a khemis en moi decembre | 50 |
| 07- | les aérosols en moi de decembre pour Khemis Miliana, ouargla et Ghardaïa. | 54 |
| 08- | aérosols des 3 zones en avril | 55 |
| 09- | aérosols $\text{PM}_{2.5}$ en trois zones en moi décembre | 56 |
| 10- | d'aérosols $\text{PM}_{2.5}$ en trois zones en moi avril | 57 |

Liste de figure:

| N | Titre | P |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 01- | sortie se poussières désertique sur l'ouest de la méditerranéenne | 4 |
| 02- | un aérosol de Microscope Electronique | 7 |
| 03- | particule fines aerosol | 11 |
| 04- | exemple de particules diesel fraîchement émises | 11 |
| 05- | exemple des particules biogéniques primaires | 12 |
| 06- | Incendies de forêt aux États-Unis | 15 |
| 07- | schéma représente aerosol Marine | 15 |
| 08- | Eruption volcanique-mise en évidence de aérosol de type « cendres volcanique » pouvant atteindre des hauteurs d'environ 8 à 10 kilomètres, en fonction de la puissance de l'éruption volcanique | 16 |
| 09- | Tempêtes de sable saharien-phénomène de différentes intensités, soulevant des quantités variables de sable à des hauteurs différentes | 17 |
| 10- | atmosphère chargée en aérosol de combustion fossile, émis par le transport | 19 |
| 11- | source de formation d'aérosol et leur évolution selon leur taille | 19 |
| 12- | la dispersion aerosol en fonction de leur taille | 21 |
| 13- | Schéma système respiratoire et diamètre de pénétration de la particule | 23 |
| 14- | station de mesure AERONET, à droite (dans le rectangle Rouge), le bras robotisé de mesure et ses équipements pour son apport en énergie et la transmission des données par le satellite lorsque cela est possible | 30 |
| 15- | pour faire la mesure de l'épaisseur optique, le bras robotisé vise régulièrement le soleil et mesure le rayonnement direct qu'il reçoit. On en déduit l'épaisseur optique en comparant la mesure au rayonnement arrivant au sommet de l'atmosphère | 31 |
| 16- | Station de mesure AERONET sur le toit du LOA | 32 |

| | | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | (laboratoire d'optique atmosphérique) | |
| 17- | Recomposition de la surface terrestre vue par TERRA/MODIS, les pointes rouges représentent les feux détectés par celui-ci. Les bandes noires verticales proches de l'équateur sont les zones non couvertes par MODIS à cause de la courbure de terre | 33 |
| 18- | Répartition des stations de mesure AERONET ayant contribué au réseau jusqu'en 2016 | 34 |
| 19- | à gauche l'orbite polaire sur laquelle sont présents les satellites en orbite basse comme terra, Aqua ou soumi NPP. A droite, l'orbite géostationnaire ou se trouvent les satellites météorologiques ,de télécommunication de géo localisation | 36 |
| 20- | les limites administratives de khemis Miliana | 40 |
| 21- | carte de l'Algérie présentant les 48 wilayas | 41 |
| 22- | Diagramme qui représente les masse des particule aérosol atmosphérique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) on fonction des jours a Khemis en moi decembre | 42 |
| 22 (a) | L'histogramme figure(a)suivant nous montre la précipitation et température a Khemis Miliana en moi DEC. | 43 |
| 23- | Histogramme qui représente les masse des particules aérosol ($\mu\text{g} /\text{cm}^3$) on fonction des jours, Le moi de décembre a régions Khemis Miliana | 44 |
| 24- | Histogramme qui représente les masse des particules aérosol ($\mu\text{g} /\text{cm}^3$) on fonction des jours, Le moi de décembre a régions Khemis Miliana | 44 |
| 24(b et c)- | L'histogramme figure (d) suivant nous montre la précipitation et température a Khemis Miliana en moi mars | 45 |
| 24(d) | L'histogramme figure (d) suivant nous montre la précipitation et température a Khemis Miliana en moi mars | 45 |
| 25- | histogramme qui représenta masse des particules atmosphérique on fonction des jours le mois avril a région de Khemis Miliana | 46 |
| 25(e) | L'histogramme figure (e) suivant nous montre la | 46 |

| | | |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | précipitation et température a Khemis Miliana en moi mars | |
| 26- | montre les différents facteurs métologiques qui influent sur les aérosols | 47 |
| 27- | histogramme qui répresent le facteur meteologique | 48 |
| 28- | Histogramme qui répresent les particule aérosol de ouargla Moi decembre | 49 |
| 28(f) | Histogramme qui répresent les particule aérosol de ouargla Moi decembr | 49 |
| 29- | L'histogramme suivant représente les aérosols a Ouargla a moi d'Avril | 49 |
| 30- | diagramme aérosols a Ghardaïa moi décembre | 50 |
| 31- | facteurs meteologique annuelle a Ghardaïa | 51 |
| 32- | histogramme aérosols a Ghardaïa moi decembre | 52 |
| 33- | Histogramme qui representes les particule aérosol a Mois Mars de région Ghardaïa | 52 |
| 34- | Histogramme qui representes les particule aérosol a Mois Avril de région Ghardaïa. | 53 |
| 35- | istogramme de PM ₁₀ en decembre pour Khemis, ouargla et Ghardaïa. | 53 |
| 36- | histogramme d'aérosols en trois zones en moi avril | 55 |
| 37- | histogramme d'aérosols PM _{2.5} en trois zones en moi décembre | 56 |
| 38- | diagramme d'aérosols PM _{2.5} en trois zones en moi avril | 57 |
| 39- | Le Diagramme en haut Région de khmis Miliana | 58 |

Liste des abréviations:

| Acronyme | Mots Complet |
|-------------------|-------------------------------------------------------|
| PM _{2,5} | particules de diamètre inférieur à 25µm |
| PM ₁₀ | particules de diamètre inférieur à 10µm |
| SO ₂ | soufre gazeux |
| NO _x | oxydes d'azote |
| OC | carbone organique |
| EC | carbone élémentaire |
| AOP | aérosols organiques primaires |
| AOS | d'aérosols organiques secondaires |
| OMS | l'Organisation Mondiale de la santé |
| LOA | laboratoire d'optique atmosphérique |
| GSFC | le Goddard space flight center |
| AERONET | Aérosol Robotic Network |
| MODIS | moderate-résolution Imaging spectroradiometer |
| VIIRS | visible Infrared Imaging Radiometer suite |
| MSG | Meteosat Second Generation |
| T | Température moyenne (°C) |
| SLP | La pression atmosphérique au niveau de la mer (hPa) |
| H | Humidité relative moyenne (%) |
| PP | Précipitations et / ou la fonte des neiges total (mm) |
| VV | visibilité moyenne (Km) |
| V | Vitesse moyenne du vent (Km/h) |



Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

L'atmosphère terrestre est constituée d'un mélange de gaz, d'aérosols (particules solides ou liquides en suspension dans l'air, à l'exception de l'eau) et d'hydrométéores (gouttelettes d'eau en suspension dans les nuages, brouillards, pluies et neiges). Si certaines de ces espèces sont naturellement présentes dans l'atmosphère, d'autres résultent de la présence d'activités anthropiques: on parle dans ce cas de polluants atmosphériques. Ces polluants jouent un rôle

Majeur dans la chimie de l'atmosphère, en santé publique, et dans les changements climatiques. Sur ce dernier aspect notamment, les effets directs et indirects des particules d'aérosol sont extrêmement difficiles à cerner et les incertitudes importantes.

Depuis la révolution industrielle (1850) et jusqu'à aujourd'hui, plusieurs épisodes de pollution se sont succédés en différents endroits causant souvent de graves problèmes sanitaires et environnementaux. Le premier évènement majeur démontrant le caractère délétère de la pollution atmosphérique d'origine anthropique a eu lieu en décembre 1930, dans la vallée de la Meuse en Belgique (**Firket 1931**) lorsqu'un nuage de pollution cause la mort de 65 personnes. Les mécanismes de « smog hivernal » à l'origine de cette pollution,

Inversion de température et brûlage massif de charbon pour le chauffage, furent identifiés. Des conditions très similaires, réunies à Londres en hiver 1952, ont causé un épisode encore plus grave où le « smog de Londres » fit plus de 3000 morts (**Wilkins 1954**). Aujourd'hui, les épisodes de smog photochimique impliquant notamment les oxydes d'azote et les composés

organiques volatils ainsi que les évènements de pollution particulaire sont récurrents dans les grandes villes, et sont suspectés de causer la mort de plusieurs milliers de personnes par an (OMS). La pollution atmosphérique est également reconnue pour présenter un impact sur le climat.

Face à ces problèmes, la mise en place de politiques de gestion de la qualité de l'air au sens large est devenue un enjeu majeur afin de réduire les émissions anthropiques dans l'atmosphère.



Chapitre I: recherche bibliographe

1. DIFINITION AEROSOL

On appelle aérosol atmosphérique toute particule en suspension dans l'air, c'est-à-dire la phase considérée sous forme liquide et solide, à l'exclusion de celle liée à l'eau de nombreux classifications sont utilisées pour la description des aérosols en fonction de leur origine (naturelle ou anthropique) de leur nature (inorganique ou organique) de leur histoire (aérosol primaire ou secondaire) de leur taille (distribution en nombre en masse.) Selon Les aérosols existent naturellement dans l'atmosphère. Ils sont issus, par exemple, de l'érosion des roches, des éruptions volcaniques, de l'enlèvement de grains de sable par le vent, de l'éclatement des bulles eues par les vagues à la surface des océans,etc), Ils peuvent aussi être d'origine ou anthropique. Le trafic routier est l'une des principales sources mises en cause lorsque l'on parle de pollution atmosphérique particulaire. Certaines Industries peuvent aussi émettre une grande quantité de particules, notamment dans le secteur de l'énergie (centrales à charbon) les caractéristiques physiques et chimiques de ces aérosols sont directement liées à leurs sources

Peuvent donc être vecteurs des polluants résultant de ces activités humaines. Avec une répartition de tailles allant de quelques nanomètres à une dizaine de micromètres, ils peuvent aussi bien transporter des composés polluants organiques, métalliques ou encore radioactifs sur de courtes comme de longues distances. Au cours de leur transfert, ils se déposeront selon les conditions météorologiques par dépôt sec (en cas de temps sec) ou dépôt humide (Marilyne TOMBETTE ;2007) Théoriquement, les aérosols sont composés de particules de très petites tailles (diamètre nanométrique de plus en plus petit) et Les grosses particules (diamètres de plusieurs dizaines de micromètres) ont différentes concentrations en nombre ou en masse selon À la distance de la source, la distribution granulométrique de l'aérosol est nécessaire car il existe de nombreuses sources d'aérosols différentes À l'échelle mondiale: comme les aérosols émis par les activités humaines sont en plus grande quantité dans des gammes de volume plus importantes, en raison de leur plus petite taille, et la plus longue résidence dans l'atmosphère et ses interactions sont plus durables et les sources naturelles d'aérosols sont d'origine marine, particules continentales, volcaniques et aérosols en suspension dans l'atmosphère Atmosphérique par des processus mécaniques (érosion éolienne, bris de vagues, etc.) d'origine humaine et sont considérés comme la principale émission d'aérosols lors du processus de combustion Comme la combustion du pétrole, du gaz naturel, du charbon et de la biomasse et il existe également des

sources dans l'atmosphère sous l'influence du vent (extraction, exploitation minière stérile, carrières, ciment, pneus, plaquettes de freinect)(**Rabhi chhrazad ;2017**)



Figure 01 : sortie se poussières disertique sur l'ouest de la medeteranienne (source :ici sahara)

2. Classes de particules selon l'origine

2.1 Atomes Primaire:

il est injecté directement dans l'atmosphère au moyen d'activités humaines et de processus naturels On estime que des particules élémentaires ou des atomes sont injectés dans l'atmosphère et les atomes ou particules secondaires qui y sont formés de divers types et tailles d'environ 2523 millions de tonnes par an (**S.Pfirmaim etal Abinuclear Nickel (2009)**)

2.2 Les atomes secondaires :

sont formés à partir de réactions chimiques et photochimiques qui ont lieu Entre les gaz qu'il contient ou par la coagulation de petites particules les unes sur les autres, surtout lorsqu'il y a une forte humidité de l'air, ou ils résultent de fines particules de poussière qui restent en suspension dans l'air pendant une longue période, leurs propriétés sont donc modérées.

Les aspects physiques et chimiques en raison de son exposition à la lumière du soleil et en raison de l'alternance des processus de condensation et d'évaporation qui s'y déroulent et sont appelés particules secondaires ou atomes. 2110 millions de tonnes

Les tempêtes de poussière et de sable se déclenchent à partir de processus naturels des volcans, des incendies naturels et des particules de sel marin résultant de la dispersion de gouttelettes d'eau.

Les vagues, leur évaporation et les restes de météorite brûlant (Lockwood, J.G., 1979)

3. Classe les particules selon taille

La taille des particules varie considérablement, avec des diamètres allant de 0,0001 à plusieurs dizaines de micromètres, certains environ 100 μm .

La vérité ne reste pas suspendue dans l'atmosphère pendant une période de temps significative, sauf ce que j'ai dit Les longueurs de diamètre sont d'environ 30 μm Les particules sont généralement classées en fonction de leurs longueurs de diamètres comme suit:

3.1 Grosse particule

Ces particules ont des diamètres dépassant 10 μm de longueur et ne sont pas présentes en grande quantité dans l'atmosphère sauf lors des tempêtes de poussière et lors de l'éruption volcanique.

Ou la proximité de sources de pollution humaine dans les villes, les sites industriels, les chantiers de construction, les labours, l'agriculture, et lors du déplacement des véhicules sur les routes goudronnées et non pavées et d'autres activités naturelles et humaines, mais ces grosses particules trouvent bientôt leur chemin vers la surface de la terre sous l'influence de son poids Et la gravité

3.2 Les atomes sont des particules grossières

Leurs diamètres sont inférieurs à 10 μm il est connu le (PM10) résumé des phrase (Particulates Matter of 10 Micromètres .in diameter) Il est formé par les mêmes processus par lesquels de grosses particules de poussière se forment et leur concentration reste relativement faible dans l'air, de sorte que la présence de 25-30 particules / cm^3 est observée.

3.3 Atomes mous (particules)

Leurs diamètres sont inférieurs à 2.5µm Il est connu comme (PM2.5) Résumé des phrases (Particulates Matter of 2.5 Micrometer in diameter)

Et ces atomes sont très précis et ne peuvent être vus qu'avec un microscope électronique. Ils résultent généralement de divers processus de combustion, y compris la combustion dans les moteurs de véhicules, les installations de production, le chauffage domestique, les forêts, les déchets agricoles et certains processus industriels... (**Sellers, H.N., and Robinson, P.J., 1986**)

3.4 Noyaux Aitken (Aitken Nuclei)

Les longueurs des diamètres de ces particules sont inférieures à 1µm Il est connu comme Noyaux Aitken(Aitken Nuclei) Au physicien britannique qui l'a découvert et expliqué son rôle dans les processus de condensation, de formation de nuages et de précipitation dans l'atmosphère. Et parmi ces particules, il y a plus que leurs diamètres 1µm Des noyaux de condensation géants sont connus et leur concentration varie entre 1 et 10 particules / cm³(**Rabhi chhraza ,2017**)

4. Taille d'aérosol

La taille des aérosols peut varier de quelques nanomètres à une dizaine de micromètres. Les aérosols *grossiers* (de diamètre supérieur à 2.5 µm) sont essentiellement d'origine naturelle , l'homme étant responsable de l'ajout dans l'atmosphère de particules plus fines .Leur concentration en milieu rural est de l'ordre de 1 ou 2 µg.m⁻³ . A paris la moyenne est plutôt de 20 µg m⁻³ tandis que dans une ville très polluée comme Mexico City, la moyenne est de 70 µg m⁻³ (**Braquer et al 2001**).les concentrations peuvent atteindre plusieurs centaines de µg m⁻³ près des sources.

Notre connaissance des aérosols atmosphériques et des processus chimiques et physiques auxquels ils participent est encore très incomplète , contrairement à la phase gazeuse .En effet , la phase particulaire est bien plus complexe car elle nécessite une description de son état (liquide ou solide), de son mélange (externe ,interne), de sa composition chimique (primaires , organiques et inorganiques).de sa granulométrie (nombre, masse et taille) et de sa géométrie (sphérique ou autre).De par leur origine, leur formation et leur évolution dans l'atmosphère, les aérosols sont très différents(**Marilyne TOMBETTE ;2007**).

les aérosols de taille supérieure ne sont en général plus considérés comme des particules en suspension car ils tendent à se déposer par gravité. On notera l'effet de l'attraction

terrestre la limite inférieure correspond aux plus petits noyaux de condensation si plus de 90% des aérosols en suspension dans l'atmosphère sont de diamètre inférieur à 0.1 μm la majorité de la masse est concentrée sur les particules de diamètre supérieur les aérosols sont généralement de forme sphérique en revanche les aérosols solides prennent caractéristiques de leurs composants en pratique à l'échelle macroscopique de la modélisation il est courant de se ramener à une forme sphérique (**Marilyne TOMBETTE ;2007**)

Leur durée de vie relativement courte (de l'ordre de quelques heures à quelques semaines). En grande majorité, ces aérosols sont invisibles à l'œil nu. En raison de leur taille microscopique mais on peut aisément voir leurs effets collectifs. Dans l'atmosphère dès lors que les concentrations sont élevées. Les aérosols peuvent être visibles lorsqu'ils sont en très grandes quantités à la sur-

Face terrestre (**Césaire Rostand Fosting Kwetche ; 2018**).

La figure 1 représente un aérosol au microscope électronique

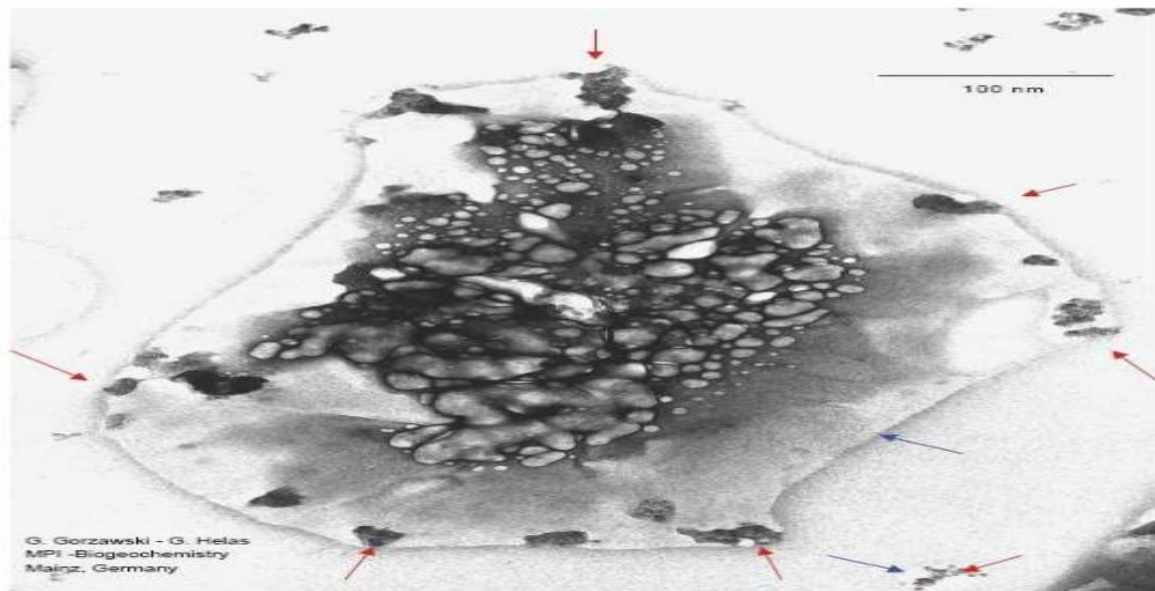


Figure 02 : un aérosol de Microscope Electronique

5. Composition aérosol atmosphérique

Pour comprendre les effets des particules sur le climat et la santé, il est important de connaître la composition chimique des aérosols. Cette composition, généralement très complexe, est dépendante de la nature de la source d'émission, de la proximité des sources pour les aérosols d'origine primaire, du type de précurseurs pour les aérosols secondaires ainsi que des transformations que les particules subissent au cours du transport atmosphérique. Cependant, deux catégories se distinguent: la matière inorganique (sulfates, nitrates, silicates, métaux, sels, ...) et la matière carbonée, cette dernière pouvant être élémentaire (EC) ou organique (OC).

Les aérosols atmosphériques de composition minérale, ou inorganique, représentent entre 30 et 70 % de la masse sèche de l'aérosol (**Delmas, Mégie et al. 2005**).

5.1 La fraction minérale

D'origine naturelle primaire est prépondérante dans les zones océaniques et désertiques. Les aérosols marins sont générés par « sprays océaniques » et sont constitués principalement de chlore, de sodium, de potassium et de grandes quantités de nitrates et de sulfates (**Finlayson-Pitts and Pitts Jr 1986**).

Les poussières minérales sont produites par l'érosion éolienne des sols (**Masclat and Cachier 1998**) et sont essentiellement composées d'aluminosilicates (oxydes d'aluminium et de silicium) et d'oxydes métalliques (fer, manganèse) (**Delmas, Mégie et al. 2005**).

Des aérosols inorganiques d'origine secondaire existent aussi et sont essentiellement composés de sulfate, de nitrate et d'ammonium (**Zhang, Jimenez et al. 2007; Monks, Granier et al. 2009**). Les aérosols sulfatés sont formés à partir de l'oxydation du dioxyde de soufre gazeux (SO₂) émis en grande quantité par les volcans ou bien résultant de l'oxydation du sulfure de diméthyle (DMS) issu des océans (**Masclat and Cachier 1998**). Les nitrates sont dus à l'oxydation des oxydes d'azote (NO_x) émis à partir du trafic routier et l'activité biologique des sols.

5.2 Fraction carbonée

L'aérosol carboné se divise en deux composantes : le carbone élémentaire (EC) et le carbone organique (OC).

Le carbone élémentaire, appelé également « carbone suie » ou « black carbon » est composé d'atomes de carbone non fonctionnalisés et hautement polymérisés issus directement de Processus anthropiques (par exemple la combustion des carburants fossiles et de biomasse) ; c'est une source primaire d'aérosols.

La fraction « carbone organique » regroupe plusieurs familles de composés tels que les alcanes cycliques et linéaires, les acidesalcanoïques et dicarboxyliques, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (**Bliefert et Perraud2001**). Cette fraction peut être soit émise directement dans l'atmosphère à partir de cires végétales ou la combustion de biomasse et de matières fossiles (= aérosols organiques primaires, AOP), soit provenir de l'oxydation de composés organiques volatils (COV) biogéniques et anthropiques, on parle dans ce cas d'aérosols organiques secondaires (AOS).

La composante organique des aérosols a été très étudiée ces dernières années. Cependant, il reste encore de nombreuses incertitudes sur sa composition, étant donné que l'identification complète de cette fraction pose de grandes difficultés expérimentales, de par la variété des structures chimiques générées et les nombreuses sources identifiées et/ou suspectées. Les processus de formation des (AOS) présentent également des incertitudes importantes, malgré les recherches menées au cours des deux dernières décennies pour mieux comprendre leurs voies de formation dans l'atmosphère.

| Aérosol d'origine biogénique | Composition (%) |
|--------------------------------------|------------------------|
| Sels marine | 57 |
| Poussières minérales | 38 |
| Carbone organique | 2 |
| Cendre organique | 1,9 |
| Cendre volcanique | 0,6 |
| Sulfate volcanique | 0,4 |
| Nitrate | 0,1 |
| Aérosol d'origine anthropique | Composition (%) |
| sulfate | 36,5 |
| Carbone élémentaire | 34 |
| Carbone organique primaire | 25 |
| Nitrate | 4,5 |

Tableaux 01: La composition massique moyenne des aérosols d'origine biologique et humaine fournie par le GIEC est indiquée dans le tableau suivant

6. Croissance de d'aérosol

Une fois formés, les aérosols peuvent « croître » par agglomération des particules ce qui Génère des particules de quelques dizaines à quelques centaines de nm. Ainsi, la distribution En taille d'un aérosol atmosphérique est le plus souvent tri-modale

. La Distribution est composée d'un mode fin ($d_p < 100$ nm dit de nucléation) ; un mode intermédiaire (au voisinage de 100 nm dit d'accumulation) et un mode constitué de Particules plus grosses (de quelques micromètres dit mode mécanique). Les noyaux de condensation produits par nucléation peuvent ensuite grossissent atteignant Des tailles de rayon dépassant la centaine de nanomètre). Différents processus de formation Peuvent être décrits :

- La condensation de vapeurs sur les particules existantes (ou condensation hétérogène) Lorsque le gaz contient des vapeurs condensables (dans les conditions ambiantes de 20 °C et 1 bar principalement de l'eau et des COV).
- La coagulation brownienne due aux collisions entre les noyaux en mouvements browniens. Ce processus est actif pour des concentrations d'aérosol dépassant 10^6cm^{-3} , La coagulation coulombienne entre des particules chargées de signes opposés.
- Les particules d'aérosol peuvent aussi disparaître, selon leurs tailles, par diffusion ou impaction sur les surfaces, par sédimentation sous l'action de la gravité et lors des processus de précipitations atmosphériques (neige, pluie), par lavage lors de la précipitation elle-même ou alors par processus électrostatiques pour les particules

chargées. Ces processus de disparition déterminent le temps de vie des particules dans l'atmosphère (**Remi Mathon ;2015**)

7. Forme des particules aerosols

Les aérosol présentent de formes souvent complexes, notamment a leur émission et avant vieillissement(ageing)qui tend a les (sphericiser) des clichés au microscope électronique montrent ces forme complexes (figure 3et 4) Avec des formes fractales pour les particule de diesel et des constituants dit « brochosomes» (semblables a des ballons de football)pour les particules biogéniques organique, quelques études expérimentales et de modalisation ont été réalisées sur une fractale des aérosol carbonés (**Katrinak et al.1993 ;Bessagnet and Rosset,2001**)

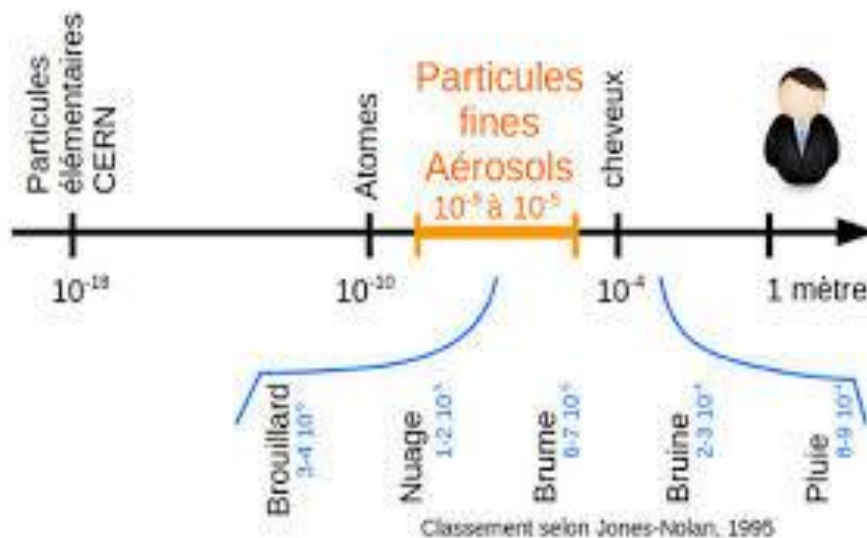


Figure 03: particule fines aerosol

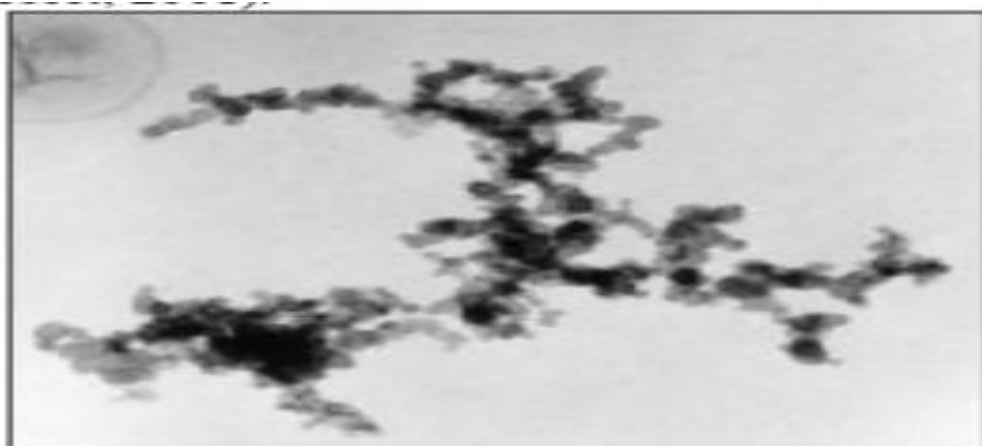


Figure 04:exemple de particules diesel fraichement emises

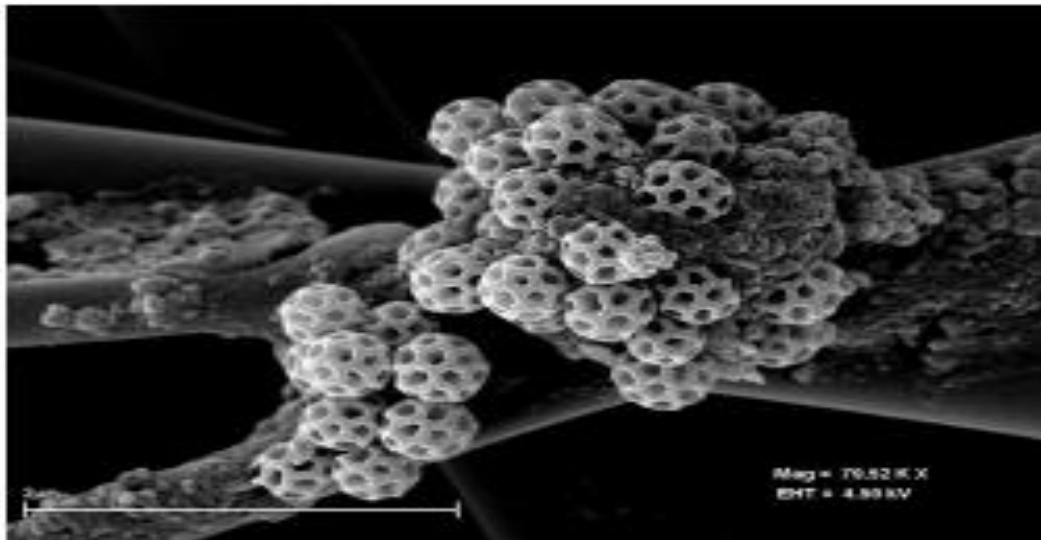


Figure 05 : exemple des particules biogeniques primaires(PBAP)

8. classification aérosol

Les quantités et les propriétés des aérosols sont extrêmement variables dans l'espace et dans le temps (**o.dubovik et al,2002**). Pour cette raison, on va s'intéresser le plus souvent à une population d'aérosols. Les caractéristiques les plus importantes d'une population d'aérosols sont sa distribution en taille, la composition chimique des particules qui la composent et la forme des particules. Pour essayer de caractériser ces aérosols, il existe Plusieurs classifications possibles :

- Les aérosols primaires sont les particules directement émises dans l'atmosphère en tant que telles. Par opposition, on a les aérosols secondaires qui n'ont pas directement été émis dans l'atmosphère sous forme particulaire mais qui proviennent de processus de condensation de composés gazeux dans l'atmosphère. Ces composés gazeux, qui peuvent subir diverses transformations chimiques avant de se condenser et former de la matière particulaire, sont appelés des précurseurs d'aérosols. L'origine primaire ou secondaire de l'aérosol offre donc une première possibilité de catégorisation de l'aérosol atmosphérique, Les propriétés des aérosols varient spatialement et certaines de leurs caractéristiques peuvent varier de manière cohérente suivant le type d'environnement. Ainsi, on peut parler d'aérosol urbain, continental, volcanique, marin, ... Cette catégorisation, même si elle a tout son sens, reste imparfaite dans la mesure où les aérosols sont transportés par les vents et ne sont pas forcément représentatifs du milieu où ils se trouvent. On peut donc rencontrer des aérosols

continentaux au-dessus des océans et vice-versa. Lorsque les effets locaux dominant, il peut néanmoins être utile de se référer à ces types d'aérosols.

- La classification des aérosols peut aussi être fonction de leur source (naturelle Ou anthropique). On constate qu'aucune de ces classifications ne permet de caractériser l'aérosol de Manière systématique et complète. En réalité, les différentes populations d'aérosols se Mélangent et interagissent dans l'atmosphère (**Césaire Rostand FOTSING KWETCHÉ ;2018**)

9. Les sources de précurseurs d'aérosols et d'aérosols

Les aérosols atmosphériques peuvent être d'origine naturelle(**M. O. ANDREAE AND P. J. CRUTZEN,1997**) ou anthropique (**W. F. ROGGE et al, 1993**)

Parmi les sources naturelles, on peut citer les émissions par les océans et la surface de la Terre. En effet, ces aérosols sont éjectés dans l'atmosphère par un effet d'arrachement, c'est le cas de la friction du vent sur l'océan(**R. E. COCHRAN, O. S. RYDER, V. H. GRASSIAN, 2017**), et l'érosion à la surface de la terre. La végétation, l'activité volcanique ainsi que l'érosion éolienne sont également des sources d'émission d'aérosols dans l'atmosphère. Les aérosols naturels représentent une part majoritaire des émissions d'aérosols atmosphériques estimée entre 2000 et 23 000 109 tonnes/an(**M. O. ANDREAE AND P. J. CRUTZEN,1997**)

Les sources anthropiques sont largement dominées par la combustion de fossiles (pétrole, charbon, ...) ou de feux de végétation provoqués par l'homme. Les activités industrielles, le transport, le chauffage, voire les émissions domestiques dues à la cuisson des aliments, sont aussi des sources importantes d'aérosols. Certaines activités Telle que la construction de bâtiments ou de routes et les exploitations agricoles génèrent aussi des aérosols primaires appelés poussières. Ils sont, en masse, en quantité Moindre dans l'atmosphère et leur émission est estimée entre 250 et 700 106 tonnes/an. La composition moyenne en masse des aérosols d'origine biogénique et anthropique donnée par le GIEC(**S. SOLOMON et al 2007**) est donnée dans les tableaux suivants :

Une fois émises dans l'atmosphère, elles peuvent se transformer au cours de leur transport. Cette transformation dépend non seulement des propriétés physico-chimiques Des particules, mais aussi des conditions météorologiques, notamment l'humidité et le Rayonnement solaire incident, ainsi que des espèces gazeuses présentes dans l'atmosphère. Leur durée de vie dans l'atmosphère dépend de leur diamètre aérodynamique. Ainsi, les particules les plus fines peuvent rester en suspension dans l'atmosphère plusieurs jours voire plus pour les poussières volcaniques propulsées dans les couches Très stables de la stratosphère. Les grosses particules, quant à elles, se déposent très Rapidement par sédimentation

9.1 Les aérosols primaires

les aérosols primaires sont ceux émis directement dans L'atmosphère. L'impact anthropique est d'ailleurs corrélé à la saisonnalité : l'activité Humaine est responsable en majorité des aérosols organiques primaires (AOP) durant Les périodes froides par la combustion de bois à usage domestique (chauffage), alors que durant les saisons chaudes, ce sont les feux naturels (savanes et forêts) qui constituent une part importante de ces émissions d'AOP (**O. FAVEZ, I. E. HADDAD, C. PIOT, A. BORÉAVE et al, 2010, M. PERRONE et al, 2012**) En zone urbaine, les émissions de véhicules représentent une source non négligeable d'aérosols primaires dans L'atmosphère(**S. PUHAN, N. VEDARAMAN, 2005**) La part des aérosols inorganiques primaires (cas des particules fines de diamètre Aérodynamique inférieur à $1\mu\text{m}$) est également importante. Ces particules proviennent Majoritairement de deux sources : les poussières minérales d'origine désertique et les Sels marins. Ces sources ne représentent cependant qu'un faible pourcentage de cette Famille de particules(**J. G. CALVERT et al, 2002, P. MONKS et al 2009**) Donc Les aérosols naturels ont quatre sources principales :

9.1.1 la source terrigène

L'aérosol terrigène (de terre) ou crustal (de croûte terrestre) est arraché du sol sous l'action du vent par effet d'érosion, puis il est dispersé dans l'atmosphère. Il est principalement constitué d'oxydes métalliques et d'aluminosilicates, pour les composés minéraux, et de débris de plantes ou d'humus pour la composante organique.



Figure06 :Incendies de forêt aux États-Unis (arabic poste 2020)

•9.1.2 la source marine

Est produit par le spray océanique. Sous l'action du vent dans les vagues déferlantes, l'aérosol marin est produit lors de la formation des gouttelettes d'eau chargées de sels marins. Celles-ci, par évaporation, condensation, conduisent à la formation de cristaux solides en fonction des conditions climatiques qui y règnent.



Figure 07: schema represent aerosol Marine(sience of the total environment)

9.1.3 La source volcanique

Il est la dernière composante de l'aérosol naturel. Les particules sont projetées dans l'atmosphère, non pas de façon continue comme dans les deux cas précédents, mais par bouffées. Il contient de nombreux métaux et de dioxyde de soufre gazeux qui se transforme en sulfates particulaires. Il est peu présent dans la troposphère car la force des **volcans** projette des aérosols directement dans la stratosphère (Dockery et al, 1996)



Figure 08: Eruption volcanique-mise en évidence d'aérosol de type « cendres volcanique » pouvant atteindre des hauteurs d'environ 8 à 10 kilomètres, en fonction de la puissance de l'éruption volcanique

9.1.4 la source biogénique

L'aérosol biogénique provient, d'une part de l'émission directe d'hydrocarbures lourds par les plantes et les arbres et d'autre part de l'oxydation atmosphérique d'hydrocarbures biogéniques plus légers comme l'isoprène. On trouve aussi des cires vasculaires (esters) à haut poids moléculaire. Cet aérosol est donc quasi exclusivement organique, même si on trouve aussi du potassium (Masclat et Cachier ;1998)



Figure 09 Tempêtes de sable saharien-phénomène de différentes intensités, soulevant des quantités variables de sable à des hauteurs différentes

9.2 Mécanismes de formation et de croissance des aérosols secondaires

Aérosols formés dans l'atmosphère à partir de précurseurs gazeux

C'est ce qu'on appelle un aérosol secondaire.

Par le processus de leur formation, il existe deux classes principales d'aérosols secondaires. Aérosols inorganiques secondaires (SIA), et sont principalement composés de nitrate et de sulfate d'ammonium. Leurs précurseurs respectivement Acide nitrique, acide sulfurique et ammoniac. Aérosols organiques secondaires (SOA) est la deuxième classe d'aérosols secondaires. SOA se compose d'une variété de composés organiques volatils (COV). Préexistants Le passage d'un état gazeux à un état solide n'est pas immédiat. En réalité, il n'existe pas d'aérosol préalable dans l'atmosphère ce qui fait qu'il doit exister un mécanisme permettant de leur formation. Ces mécanismes appelés nucléation est une étape fondamentale de la formation de nouvelles particules atmosphériques (M. SIPIÄ, T. BERNDT, 2010). Elle est produite dans des conditions de saturation de phase gazeuse. La pression partielle d'un gaz gazeux est supérieure à celle de sa vapeur saturée.

D'un point de vue thermodynamique, la concentration de capacité saturée de l'atmosphère et des particules atmosphériques est combinée sous sa forme gazeuse. La pression de vapeur saturée dépend du composé, mais aussi de la température du milieu.

Les molécules de gaz coexistent (précurseurs d'aérosols) , sous forme de particules indépendantes ou sous forme d'embryons

À partir de quelques particules. Lorsque l'air est saturé, les monomères en excès participent à la formation d'embryons plus gros et plus gros que ceux dans l'état pas saturé. Si c'est assez rapide, votre crack est suffisant. Puis ils s'en vont Ils atteignent spontanément une taille microscopique. Ensuite, il y a deux processus compétitifs, condensation et coagulation. Le premier phénomène permet aux gaz Pour condenser, non seulement par nucléation, mais aussi par Surface de particules déjà présentes. Ainsi, des aérosols peuvent être présents dans certains d'entre eux Le phénomène se développe. Près du côté avec une coagulation par condensation se produit,

Dessins animés faisant référence à l'observation d'animation Avec une ou plusieurs autres particules (particules). La coagulation est le résultat

Les chocs entre les particules après leur mouvement brownien qui les porte Zones de mise au point élevées pour zones de concentration. Imposer, dû Coagulation, en masse, on observe une diminution du nombre de particules, Augmentez la taille des particules et la masse moyenne. Graphique Certaines plantes différentes ont une composition en aérosol organique

Composés organiques volatils secondaires (composés organiques qui peuvent être trouvés facilement, Il est sous forme gazeuse dans l'atmosphère grâce à sa forte volatilité peuvent resultants les activite humaine comme des usines et automobile



Figure 10: Atmosphère chargé en aérosol de combustion fossile, émis par le transport

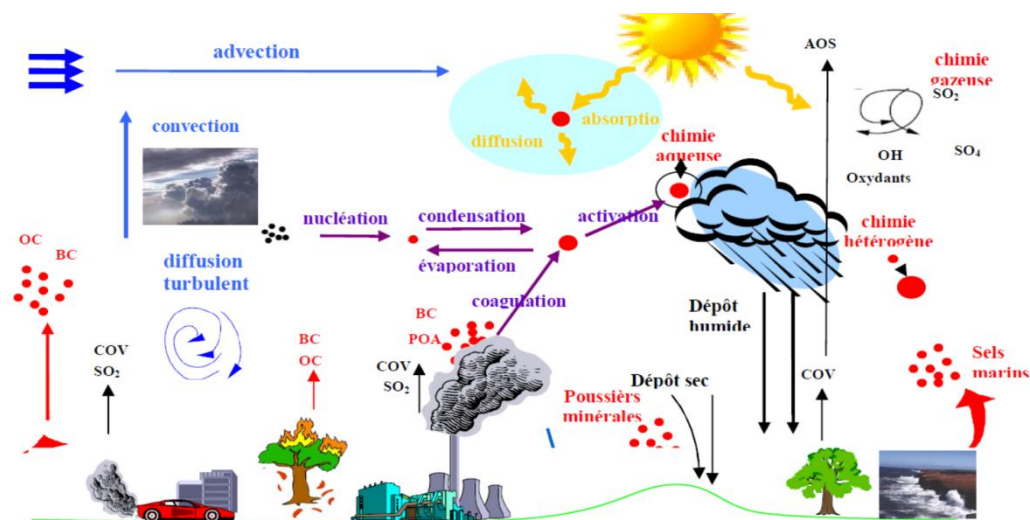


Figure 11: source de formation daerosol et leur evolution selon leurs taille

10. Les facteurs influençant la dispersion des polluants

La dispersion des polluants dans l'atmosphère est affectée avec une série de variables météorologiques les quelles peuvent varier au cours des saisons. On distingue:

10.1. Facteurs « directs » affectant la dispersion

- Conditions météorologiques : vitesse du vent, stabilité thermique de l'atmosphérique et la turbulence.
- Structure du paysage : nature du sol (rugosités, couverts végétaux, surfaces humides), obstacles, reliefs, etc.

10.2. Facteurs « indirects » affectant la dispersion

- ils dépendent des propriétés physique et chimique de la particule : masse volumique, réactive...

En outre il y a lieu d'adjoindre les conditions liées aux paramètres dépendant de la source à savoir : - caractéristiques géométriques (hauteur, taille), - intensité, température et composition du rejet, position (géométrique par rapport à l'altitude. Les analyses les plus récentes (N. Diaf, M Bouchaour, L. Merad et B. Benyoucef, 2003) ont mis en évidence les caractères prépondérants

Des paramètres suivants sur la pollution atmosphérique:

La vitesse du vent;

L'intensité d'éjection (vitesse);

La température et la composition du rejet.

10.2.1 L'influence du facteur vent et du gradient longitudinale de température

Pour tenir compte de la complexité du problème lié aux profils de température et de vitesse de vent nous avons considéré deux domaines distincts :

Couche limite

Écoulement potentiel.

Dans la couche limite d'une épaisseur de 500 m, représentant 3,33% de la couche de tropopause, les gradients de la vitesse de vent et de température sont très importants.

Le profil de vitesse de vent peut être subdivisé en couche limite où la loi de distribution est parabolique en écoulement potentiel avec une vitesse constante (AREELIS

Technologies, Bp12)

10.2. 2. Profil vertical de la vitesse du vent

La vitesse du vent varie en fonction de l'altitude à cause du freinage de l'air par le sol, La mesure de la vitesse du vent est effectuée en général à 10 m du sol (Standard Météorologie Nationale).

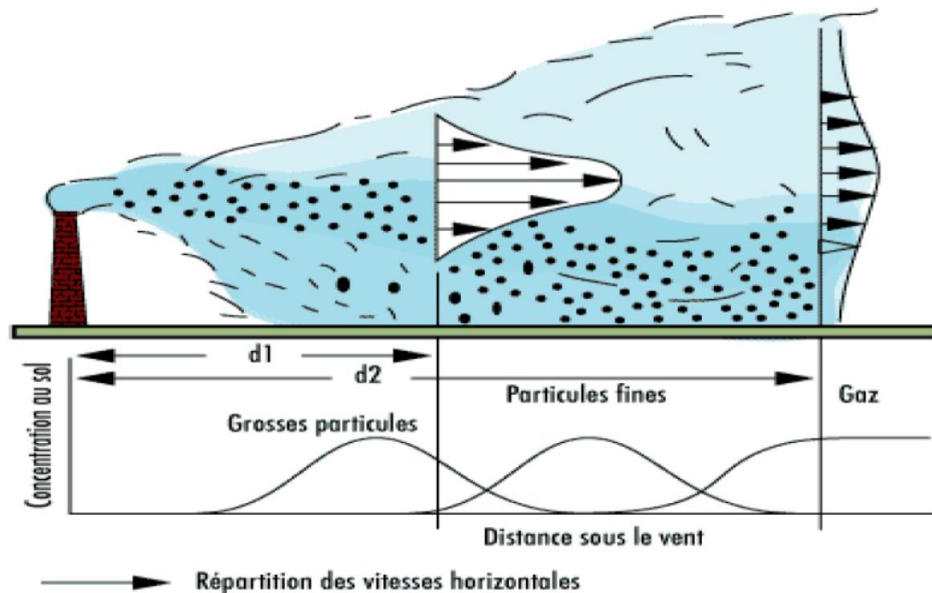


Figure12 :la dispersion aerosol en fonction de leur taille(source :BrunoSportisse 2007)

11. Effet sur aérosol

11.1 Impacts sur la santé

Depuis plusieurs années, il est reconnu que les aérosols peuvent être des polluants toxiques pour les êtres vivants. Cela vient du fait que les particules entraînent un affaiblissement des fonctions respiratoires (souffle court, asthme, ...) ainsi que des maladies chroniques du système pulmonaire pouvant aller jusqu'à des cancers des poumons et des maladies cardio-vasculaires (**Salvi, Blomberger et al. 1999**)

Cet impact est lié à la taille, à la concentration et à la composition chimique des particules, ces Trois paramètres déterminant leur comportement vis-à-vis du système respiratoire. Plusieurs études ont montré qu'il existe un lien entre la concentration en particules dans l'atmosphère et le taux de mortalité ou de morbidité chez l'homme (**Dockery, Pope et al. 1993; Schwartz 1994; Peters, Wichmann et al. 1997; Pope III and Dockery 2006**)

Le processus d'introduction des particules dans l'organisme est déterminé par la taille: plus le diamètre des particules est petit, plus elles vont pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire et provoquer des dommages importants.

Les particules de diamètre supérieur à 10 μm seront filtrées par le système ciliaire du nez, alors que celles de taille inférieure (diamètre de 3 à 10 μm) seront arrêtées au niveau des voies respiratoires supérieures et pourront être éliminées par des mécanismes naturels tels que la toux (**D'Amato, Liccardi et al. 2005**) En revanche, les particules dont le diamètre est inférieur 24 à 2,5 μm sont suffisamment petites pour s'enfoncer jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Ces particules vont ainsi provoquer des irritations des parois alvéolaires. De plus, les composés adsorbés sur ces particules sont capables de passer la barrière sanguine et d'aller affecter les cellules de certains autres organes tels que les reins, le foie ou le cerveau.

Plusieurs études ont montré qu'il existe un lien entre la taille ainsi que la concentration totale En particules présentes dans l'air ambiant et les maladies respiratoires et cardiovasculaires. Par exemple, le projet Aphekom (Improving Knowledge and Communication for decisionMaking on Air Pollution and Health in Europe) montre que l'espérance de vie pourrait augmenter jusqu'à 22 mois pour les personnes âgées de 30 ans et plus selon les villes considérées, si les niveaux moyens annuels de particules fines PM_{2,5} étaient ramenés au seuil de 10 $\mu\text{g m}^{-3}$, valeur guide préconisée par l'Organisation Mondiale de la santé (OMS).

Une autre étude de (**Schwartz, Dockery et al. 1996**) faite dans six villes des Etats-Unis montre qu'une augmentation de 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ des particules de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 μm dans l'air ambiant (PM_{2,5}) est associée à une augmentation de 1,5 % de la mortalité toutes causes confondues et plus spécifiquement à une augmentation de 3,3 % des maladies pulmonaires chroniques et de 2,1 % des maladies cardiaques ischémiques. De plus, (**Cohen, Ross Anderson et al. 2005**) montrent que la mortalité imputée à la pollution particulaire issue des PM_{2,5} dans les zones urbaines serait de 100000 à 800000 décès par an.

Les particules fines jouent donc un rôle prépondérant dans la problématique de santé publique de par leur taille et leur concentration mais aussi de par leur composition chimique. En effet,

beaucoup de composés organiques formant la matière particulaire peuvent avoir des effets mutagènes et/ou carcinogènes. Or, c'est bien la fraction fine des aérosols qui contient la plus grande proportion de la matière organique particulaire (IPCC 2001)

Aujourd'hui, l'OMS estime que les aérosols sont responsables d'environ 500000 morts par an dans le monde (Salvi, Blomberg et al. 1999; D'Amato, Liccardi et al. 2005).

Lorsque L'épisode de smog à londrès en 1952 est l'un des premiers épisodes de pollution particulaire du XXème ou le lien entre densité de particules et augmentation du nombre de décès a été mis en évidence. En effet, on estime que ces quatre jours de pollution acido-particulaire intense ont coûté à la vie 4000 personnes. Le gouvernement s'est alors résolu à prendre des décisions afin de contrôler la densité aérosols est ainsi édictée en 1956 depuis de nombreuses études sanitaires ont été conduites et des normes sont apparues à l'échelle européenne mais aussi à l'échelle mondiale (Marilyne TOMBETTE ; 2007)

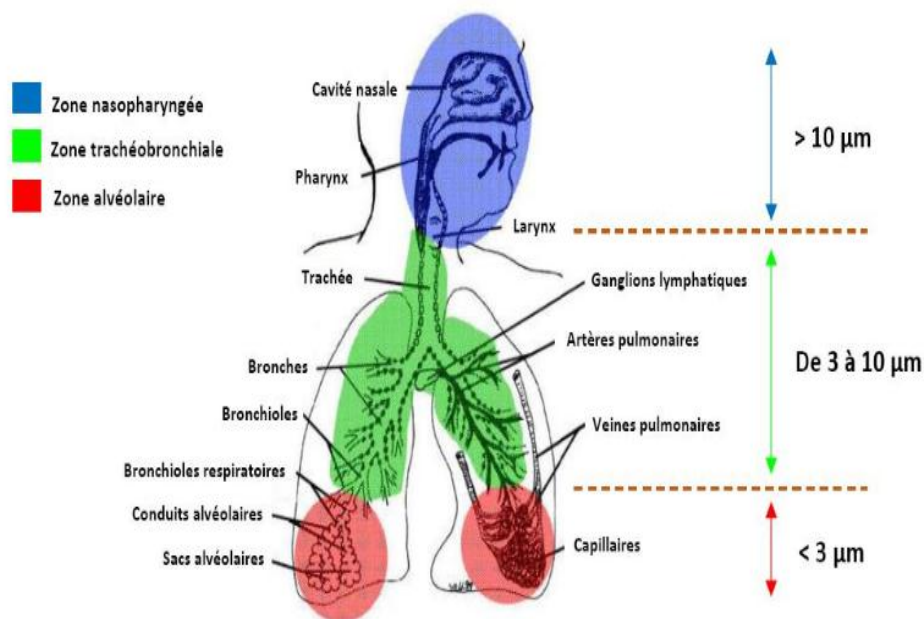


Figure 13: Schéma système respiratoire et diamètre de pénétration de la particule

11.2 Effet sur écosystème

ont une importance toute particulière en écologie, agronomie,.....ect schématiquement et pour des raisons de brièveté, deux type d'impacts peuvent être distingués :

Ceux liées aux dépôts (secs et humides) des nutrometre et du toxique sur le sol et végétation (forets et culture

Et d'autre part, ceux liées aux altérations d'activité photosyntitique des végétaux

Concernant le premier points, sur le dépôts de surface, on peut citer les pluies acide (**Rhodes,2006**) les effets délétères sur la pêche en Scandinavie dans année 1980(**e.g SEI,1998**) pour les effet négative, mais aussi pour les aspects plus positif, la ports essentiel de nitrates et phosphates par les aérosol dans le delta intérieur de L'Okavango(**tyson et al 2002**).

Concernant maintenant les seconds points sur la modification dues aux aérosols de la photosynthèse des plants, cet impacts se traduits notamment par des pertes de rendements des cultures (**steinder and chameides et al ..,1999**).

Ce sont la des impacts essentielles, mais qui il convient de citer quant a l'impacts de pollution particulière dans sont ensemble

11.3 Impacts sur le climat

Le rayonnement solaire traverse l'atmosphère avant d'interagir avec la surface de la terre. Près de 40% du rayonnement incident est absorbé et réfléchi par l'atmosphère. L'aérosol atmosphérique contribue à cette absorption /réflexion et la composition chimique des PM agit sur la quantité de lumière qui est réfléchié et absorbée. Ce déséquilibre, appelé «forçage radiatif des aérosols», est dû à trois effets

11.3.1Effet direct ou effet parasol

il réside dans la diffusion, éventuellement accompagnée d'absorption, du rayonnement solaire par les particules.Cet effet est donc directement lié à la concentration des aérosols dans l'atmosphère ainsi qu'à leurs propriétés optiques. Par exemple, les PM constitués de carbone organique« suie » induisent quant à eux un forçage radiatif positif moyen de $+0,2 \text{ W m}^{-2}$ du bilan radiatif terrestre, en absorbant le rayonnement solaire et provoquent donc un réchauffement des basses couches atmosphériquestandis que les aérosols composés de

sulfates induisent un forçage radiatif négatif moyen de $-0,4 \text{ Wm}^{-2}$ en réfléchissant le rayonnement solaire et provoquent donc un refroidissement de ces mêmes 26 couches (Atkinson, Massoli et al. ; Boucher 2001; Bond and Bergstrom 2006) Par conséquent, la nature du forçage radiatif induit par l'aérosol dépend de ses propriétés de diffusion et d'absorption, qui elles mêmes dépendent de la taille, de la composition chimique et de la forme de l'aérosol.

11.3.2 Effet radiatif indirect

Cet effet résulte quant à lui des interactions entre aérosols et nuages, qui ont eux-mêmes un impact fort sur le bilan énergétique de la Terre. Ainsi les aérosols peuvent servir de noyaux de condensation lors de la formation des nuages, de sorte qu'à contenu en eau fixé, un nuage issu d'une masse d'air polluée contient un nombre de gouttelettes supérieur à celui provenant d'une masse d'air moins polluée. Comme ces gouttelettes sont plus petites, un tel nuage sera plus réfléchissant que celui issu d'une masse d'air sans aérosols (Forster and Dorland 2007)

L'impact des aérosols sur le bilan radiatif terrestre (effets directs et indirects) est donc globalement négatif (refroidissement de la surface de la Terre) et tend à s'opposer au réchauffement dû aux gaz à effet de serre, ce qui est présenté dans la figure 6 qui illustre l'impact radiatif estimé entre 1750 et 2011 de différents composés d'origine naturelle et anthropique (IPCC 2013)

12-Reglementation et normes internationaux**Celant l'organisation mondiale de la sante**

| Nom de particule | moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}$) | moyenne 24 heures ($\mu\text{g}/\text{m}$) |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Matières particulaires fines ($\text{PM}_{2.5}$) | 10 | 50 |
| Matières particulaires grossières (PM_{10}) | 20 | 50 |
| Ozone (O_3) | 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne sur 8 heures Remarque : Sur la base de liens récemment établis entre la mortalité journalière et la concentration d'ozone dans l'air, la valeur seuil d'ozone préconisée dans les <i>Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air</i> a été abaissée par rapport à celle des éditions précédentes qui s'élevait à 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| Dioxyde d'azote (NO_2) | 40 | 200 |
| Dioxyde de soufre (SO_2) | 20 | 500 Remarque : La concentration de SO_2 ne doit pas dépasser 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 10 minutes. Selon certaines études, une proportion d'asthmatiques voient leur fonction pulmonaire s'altérer et des symptômes respiratoires apparaître après une exposition au SO_2 de seulement 10 minutes. |

Tableaux 02: normes Qualité de l'Air (source l'organisation mondiale de la santé)

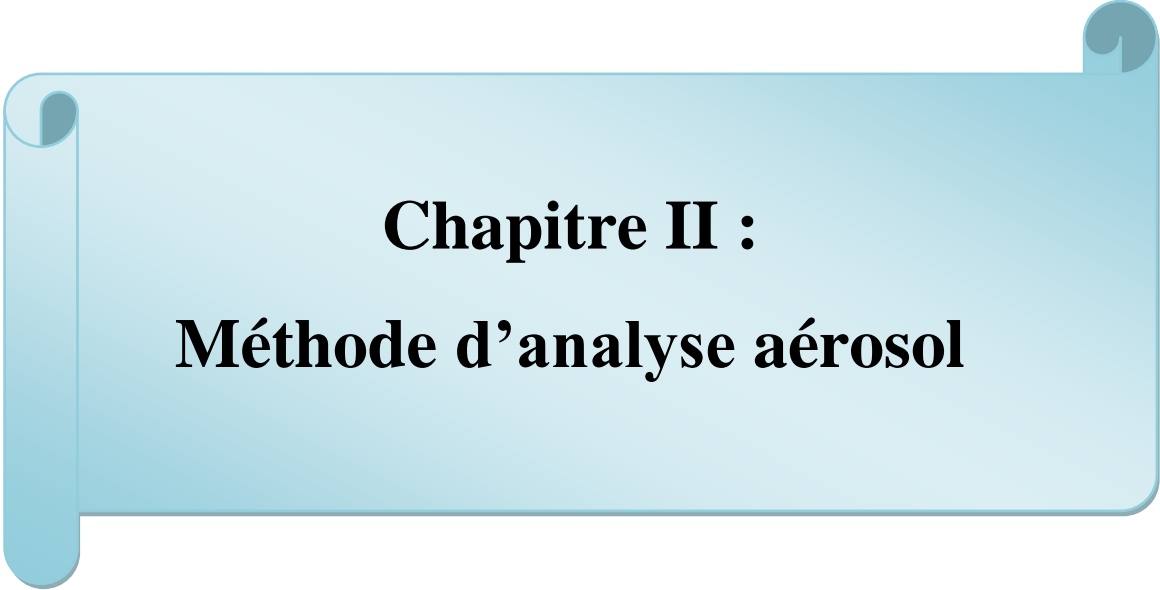
11- conclusion

Cette étude bibliographique a permis de donner un aperçu général sur le phénomène d'aérosols. Où il est considéré L'aérosol a une part prépondérante dans la pollution atmosphérique

Aérosol atmosphérique, terme générique, rassemble, en fait, un grand nombre de

Particules différentes, tant au niveau de leurs origines (biogéniques ou anthropiques), de leurs compositions chimiques (minérales ou organiques), de leurs tailles (particules grossières ou fines), que de leurs comportements physico-chimiques (inertes chimiquement ou au contraire très réactifs, hydrophiles ou hydrophobes). Cette grande diversité impose, d'une part, d'utiliser des méthodes de mesures adaptées au "type" d'aérosols que l'on souhaite étudier et d'autre part, de faire un grand nombre de mesures différentes en même lieu afin d'étudier les interactions entre les espèces. De la même manière, en modélisation chimique de l'atmosphère, selon le "type" d'étude

(Climatique, prévision de la qualité de l'air, chimie dans les nuages) que l'on souhaite faire, il faut adapter le modèle pour prendre en compte les processus les plus pré- pondérants. L'augmentation de la puissance des calculateurs et l'approfondissement



Chapitre II :
Méthode d'analyse aérosol

1. Introduction

Les aérosols représentent l'un des plus grands domaines d'incertitude dans la compréhension des causes du changement climatique. Comme la quantité d'aérosols varie d'une région à l'autre pour plusieurs facteurs, dont la situation géographique et la proportion de la population, De plus petites particules partout dans l'atmosphère peuvent jouer un rôle profond dans la régulation du climat mondial. Mais les scientifiques qui étudient ces particules ont longtemps eu du mal à mesurer avec précision leur composition, leur taille et leur distribution mondiale . Mais la détermination de l'effet des aérosols sur l'atmosphère et le climat a été entravée par les difficultés de mesure des aérosols eux-mêmes. Le problème est particulièrement aigu sur les terres, où les reflets de la lumière du soleil réfléchis sur la surface de la Terre brillent dans les outils d'imagerie passive que les scientifiques utilisent couramment pour détecter les aérosols.

1996, une série de trois appareils spatiaux français commence à mesurer les aérosols en utilisant la lumière polarisée. La technologie de Cairns mesure la polarisation avec plus de précision, intègre plus d'informations de polarisation de longueurs d'onde courtes et courtes dans des modèles mathématiques et elle est la première à fournir des estimations précises de la taille et de la composition des aérosols sur Terre.

Il existe plusieurs méthodes pour observer les aérosols. Elles diffèrent par leurs instruments, leur fonctionnement ou leur nature. Elles ne sont pas toujours commensurables, c'est-à-dire que les informations provenant de systèmes de mesure différents ne sont pas toujours comparables. La télédétection correspond à l'observation des aérosols lorsqu'ils se trouvent en suspension dans l'atmosphère par des moyens déportés comme des instruments embarqués à bord de satellites ou au sol, Je présente ici le réseau de stations de mesure au sol AERONET (MINES ParisTech,2016)

2. Méthode de mesure des aérosols aux sols

Il existe tout d'abord des réseaux de mesure au sol comme les réseaux AERONET opéré par le Goddard Space flight center(GSFC)de la Nasa et le laboratoire d'optique atmosphérique(LOA)de université de Lille ,il s'agit d'un réseaux de station automatisées de mesure qui mesure plusieurs fois par jours l'épaisseurs optique de atmosphère a différents longueur

Ces mesure ne sont possibles que par ciel clair, est a dire sans nuage pour n'avoir que la contribution des aérosols a la diffusion du rayonnement solaire mesure,le pyranometre monte sur un bras robotise vise le soleil régulièrement a fin de faire mesure.comme on peut le voir sur la figure 01,un cache cylindrique dispose devant le détecteur permet de n'avoir que la composantes directe de rayonnement incident et pouvoir en déduire épaisseur optique atmosphère (voir figure 14)



Figure 14 :station des mesure AERONET, a droit(dans le rectangle Ruge),le bras robotise de mesure et ses équipements pour son apport en énergie et la transmission des donnes par le satellite lorsque cella est possible :(source :<http://aeronet.gsfc.nasa.gov>)

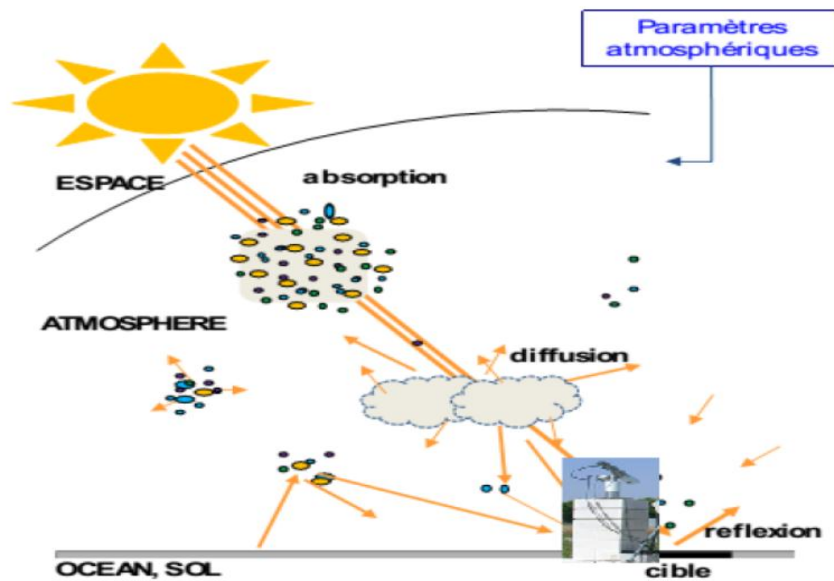


Figure 15 : pour faire la mesure de l'épaisseur optique, le bras robotisé vise régulièrement le soleil et mesure le rayonnement direct qu'il reçoit. On en déduit l'épaisseur optique en comparant la mesure au rayonnement arrivant au sommet de l'atmosphère

2.1 Le réseau de stations de mesure des aérosols AERONET

Pour observer les aérosols depuis le sol, on mesure leurs influences sur la propagation du rayonnement solaire à travers l'atmosphère. Une station de mesure au sol mesure le rayonnement solaire incident au sol, ce qui permet de déduire l'épaisseur optique des aérosols.

Le programme AERONET: **Aérosol RObotic NETwork** est une fédération d'instruments basés au sol, ayant pour but la mesure par télédétection passive des aérosols (**Holben et al., 1998**). Le réseau a été créé et est maintenu par l'agence spatiale américaine, NASA, et le laboratoire d'optique atmosphérique (LOA) de l'université de Lille à travers notamment le réseau **PHOTON**. Il est basé sur la collaboration avec les agences nationales, les instituts de recherche et les universités pour la mise en place et l'entretien des stations de mesures. Ce programme met à disposition des chercheurs et autres utilisateurs, une base de données conséquente, étendue dans le temps comme dans l'espace et facilement accessible, de mesures d'épaisseur optique d'aérosols ainsi que de leurs propriétés physiques et optiques.

La Figure 16 présente les stations ayant contribué au réseau depuis 1993 jusqu'en mars 2016.

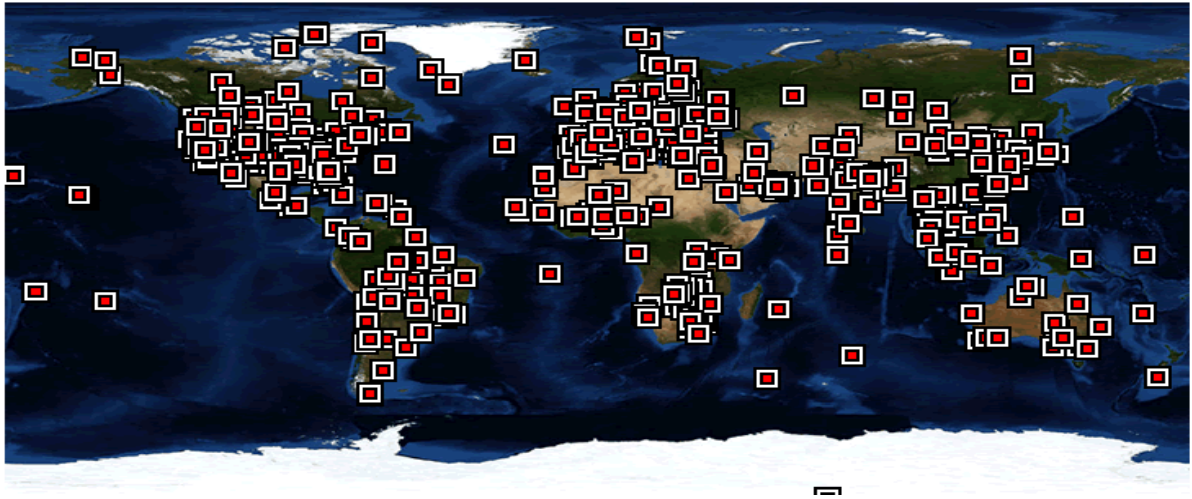


Figure16: Répartition des stations de mesure AERONET ayant contribué au réseau jusqu'en 2016. (Source : <http://aeronet.gsfc.nasa.gov>)

Ce réseau est aujourd'hui l'un des principaux en activité et est régulièrement utilisé à des fins scientifiques ou commerciales, comme pour la validation d'atlas solaire ou de méthodes d'estimation du rayonnement solaire incident au sol telle que Heliosat-4 (Qu, 2013) ou pour l'estimation des propriétés optiques des aérosols (Guirado et al., 2014; Masmoudi et al., 2015) ou même l'estimation du rayonnement solaire circumsolaire en incidence normale (Eissa et al., 2015b). Il est régulièrement utilisé et cité comme une source de mesures fiables des aérosols (Romano et al., 2013; Banks & Brindley, 2013; Ryder et al., 2013; Banks et al., 2013; Drame et al., 2015; Eissa et al., 2015a; Masmoudi et al., 2015). Les mesures sont faites selon un protocole commun aux stations et propre au réseau, ce qui permet de pouvoir comparer les mesures entre toutes les stations de ce réseau.

Il existe des stations en activité dans la ? et les mesures de ces quelques ?. En raison de la forte variation spatiale de la concentration des aérosols, il est très difficile d'extrapoler la répartition de ces aérosols sur des zones étendues spatialement sans une densité plus élevée de stations de mesures comme le

montrent des travaux de thèse réalisés à MINES Paris Tech et d'autres (Zelenka et al., 1999; Rigollier, 2000; Qu, 2013). C'est notamment pour cela que l'on cherche à observer les aérosols par des moyens spatioportés.

Une station de mesure est composée d'un détecteur, un photomètre, qui est monté sur un bras robotisé avec deux axes de rotations figure 03. Les stations de mesure sont construites par CIMEL Electronique et sont des modèles standards estampillées CE318. Le bras robotisé

permet, d'une part au détecteur de suivre la course du soleil dans le ciel tout au long de la journée et des saisons et d'autre part, d'effectuer plusieurs types de mesure. Comme on peut le voir sur la figure 03, un cache cylindrique est disposé devant le détecteur. Ce cache permet de distinguer les interactions liées à la diffusion et à l'absorption par l'intermédiaire de processus de mesures et d'algorithmes dédiés.



Figure 17: Station de mesure AERONET sur le toit du LOA (laboratoire d'optique atmosphérique) à Lille.

3.Observation des aérosols par le satellite

Pour étendre le champ de vue, on a à notre disposition des instruments avec un très large champ de vue monte à bord de satellite et qui orbite autour de la planète, permettent de voir la quasi-totalité de la surface terrestre de manière fractionnée cependant, il y a plusieurs types de satellites d'observation, comme on peut le voir dans la figure 06, leurs orbites différentes permettent de discriminer deux catégories.

3.1 Les satellites en orbite basse

Les instruments MODIS (moderate-résolution Imaging spectroradiometer) à bord des satellites TERRA et AQUA) ou VIIRS (visible infrared Imaging Radiometer suite) à bord de Suoi NPP)

Survolent la surface terrestre dans une orbite dite basse à environ 800 km d'altitude. Leur vue synoptique permet de représenter spatialement la mesure aérosol et donc d'avoir une cartographie de leur présence et de leur concentration

Generation (MSG), actuellement en opération, cette fréquence est d'une image toutes les 15 minutes.

Ces satellites observent toujours la même zone, la même partie du globe terrestre grâce à leur orbite géostationnaire. Le «disque » terrestre, c'est dire la partie du globe visible par le satellite correspondant à environ 1/3 de la surface terrestre totale, est balayé toutes les 15 minutes.

Les images des satellites Meteosat, par leur répétitivité et leur champ de vue synoptique, apportent une représentation à la fois spatialement répartie des aérosols et une répétitivité des mesures. C'est une opportunité intéressante pour la détection et la surveillance à grande échelle des aérosols.

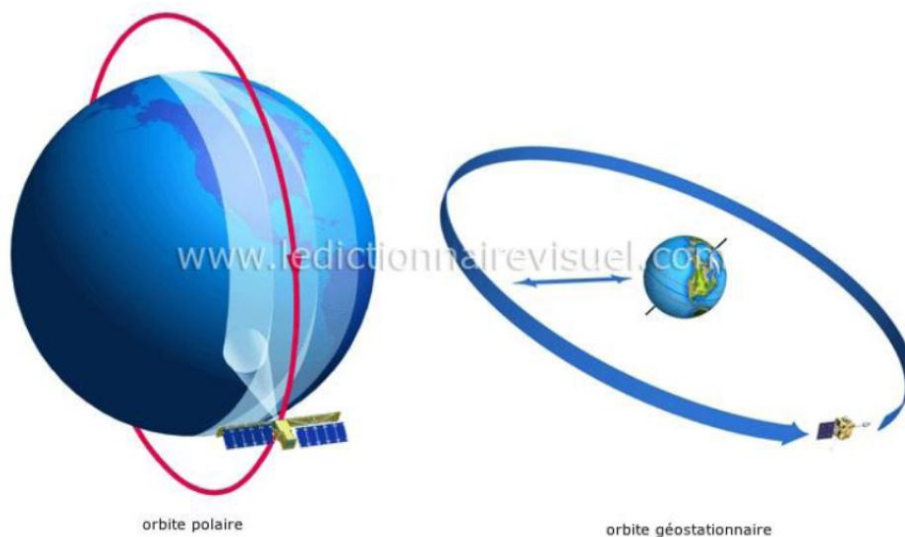


Figure 19 : à gauche l' orbite polaire sur laquelle sont présents les satellites en orbite basse comme terra, Aqua ou soumi NPP. A droite, l' orbite géostationnaire ou se trouvent les satellites météorologiques,de télécommunication de géolocalisation. (source :<http://www.ikonet.com/fr/ledictionnairevisuel/terre/meteorologie/satellites-meteorologiques/orbite-des-satellites.php>)

En résumé , la représentation spatiale fournie par ces mesures par satellite est très étendue, les mesures des aérosols sont exploitables pour le calcul de moyenne mensuelle ou annuelle, mais l'absence de répétition fréquence de la mesure réduit les possibilités de surveillance en temps réel.

4. Conclusion :

J'ai décrit dans ce chapitre comment mesurer aérosol atmosphérique, lorsqu'il traverse l'atmosphère, est atténué par les constituants de celle-ci. L'atténuation est due à deux phénomènes physiques, l'absorption et la diffusion. Ces phénomènes dépendent notamment des propriétés physicochimiques, permet de les observer avec des instruments comme les stations de mesure au sol du réseau AERONET, ci-après simplifiée en « mesures d'AERONET » ou « mesures AERONET ». J'ai décrit les différentes mesures opérées par ces Stations et les différentes étapes de filtrage et d'étalonnage qui permettent de s'assurer de la qualité de celles-ci. Ces stations sont réparties dans le monde, avec une densité spatiale hétérogène. Elles sont en faible nombre dans le Sahara, source principale des aérosols désertiques. Néanmoins, leurs

Mesures de certaines propriétés optiques et microphysiques des aérosols peuvent être utilisées pour les représenter dans des modèles numériques. Grâce à elles, j'ai pu réaliser un simulateur de vue d'un instrument spatioporté réaliste. Les différentes mesures nourrissent le simulateur pour faire des simulations dans des conditions environnementales et climatiques correspondant à une zone



Chapitre III:
Résultat ET interpretation

1. Introduction

Les études d'impacts de aérosol atmosphérique, notamment après Révolution industrielle dans la monde et augmentation de la population Ce qui a eu des effets négatifs sur environnement

Comme nous constatons que le pourcentage d'aérosols varie d'une région à l'autre, et cela est dû à plusieurs facteurs, notamment les emplacements géographiques et les activités humaines Dans cette étude, nous prenons trois districts de Khemis Miliana, Ouargla et Ghardaïa

2. Présentations des zones étudié

2.1. Matériel d'étude

2.1.1 Choix des stations d'étude

Pour étudier la variabilité aérosol dans régions khmis Miliana et compare une autre région saharienne (Ouargla, Ghardaïa) dans ans (2019/2020) échelles climatique

2.1.2 Présentation des stations d'étude

La wilaya d'Ain Defla se présente comme étant une zone relais entre l'Est et L'Ouest, leNord et le Sud, occupant de ce fait, une position géographique central pouvant lui confier un rolestratégique lors de l'élaboration du schéma national d'aménagement du territoire, Assurant ainsiune parfaite Junction entre le littoral et la région des hauts plateaux ainsi qu'une meilleure liaisonentre la région Ouest et Celle de l'Est du pays.

Le territoire de la wilaya reste inséré entre les massifs montagneux du DAHRA-ZACCAR au Nordet l'OUARSNIS au sud avec une plaine au centre sous forme de cuvette, traversée d'est en Ouestpar oued Cheliff, cours d'eau d'importance nationale.

La wilaya d'Ain Defla est située à 145 km au sud-ouest de la capital et s'étend sur une superficiede 4544,28 km².

La wilaya d'Ain Defla est limitée par 05 wilayas :

1. Au Nord la wilaya de TIPAZA
2. Au Nord-Est la wilaya de BLIDA
3. A L'Est la wilaya de MEDEA

4. A L'Ouest la wilaya de CHLEF

5. Au Sud la wilaya de TISSEMSSI

2.2 Présentations des Zones d'étude

2.2.1 Localisation géographique de Khemis Miliana

Khemis Miliana distante de 120 Km au Sud-ouest d'Alger à 25 km du l'Est de Chleff – lieu de la wilaya Ain Defla .Elle appartient au bassin versant dit haut Cheliff. Elle apparait sous la forme d'une dépression intra-montagneuse. Elle couvre sept communes qui sont entre autre : Arib, sidi lakhder, Khemis Miliana, Ain Sultane, Djendel, Bir Ould Khelifa et Djelida

3. Contexte local

Khemis Miliana appelée aussi plaine d'affreville appartient à LAN wilaya d'Ain Defla. Elle a une superficie de 359 Km². Elle est limitée au Nord par les monts du Zaccar, Au Sud par les contreforts de l'OUARSNIS, à L'Ouest par le massif de Doui et à l'Est Par Djebel Gontas. Elle est caractérisée par une pente relativement faible (15%). (Hattab. nbM, 1998). Elle est bordée au Nord par des cônes de déjection qui constituent la zone de transition entre la vallée et la montagne.

La plaine est comprise géographiquement entre les coordonnées, 36°12' et 36°17' de latitude Nord, entre les communes celui de Bir-Ouled-Khelifa et le sud Miliana, et 2°12' et 2°17' de longitude Est, soit entre seuils de djebels Doui et Gontas.

Khemis Miliana est marquée comme une zone à vocation agricole nécessite, une irrigation à cause d'un climat semi- aride avec des étés très secs et hivers pluvieux qui provoquent parfois des inondations de l'oued Cheliff.

4. Hydro climatologie

4.1 Le climat

Le climat de Khemis Miliana est caractérisé par un climat semi-aride avec des influencessahariennes en étés, et des influences méditerranéennes en hiver,

Les précipitations annuellesprésentement une variabilité interannuelle important caractéristique d'un régime pluviométrique irrégulier (Hufty.2001).



Figure 20: les limites administratives de khemis Miliana

5. méthode de travail

Pour une étude d'évaluation des aérosols dans la région de Khemis Miliana ; on a pris nos données des polluants de la source internationale the Channel Weather.

5.1 **The Weather Channel:**(aussi TWC) est un canal de nouvelles en continu présentant les conditions et la prévision météorologiques pour le public des États-Unis. Sa présence principale est à la télévision, par câble et satellite. Il fournissait également des interventions et des cartes pour les journaux, la radio et l'internet jusqu'à janvier 2016. TWC a établi également une filiale en Australie et est actionnaire minoritaire des chaînes sœurs Météo Média et The Weather Network au Canada

le travail consiste à prélever des données journalières pour les trois zones sur une période de cinq mois :

- Khemis Miliana ; zone centre Nord du pays.
- ouargla ; zone Sud Est du sahara.
- ghardaia ; zone centre du sahara.

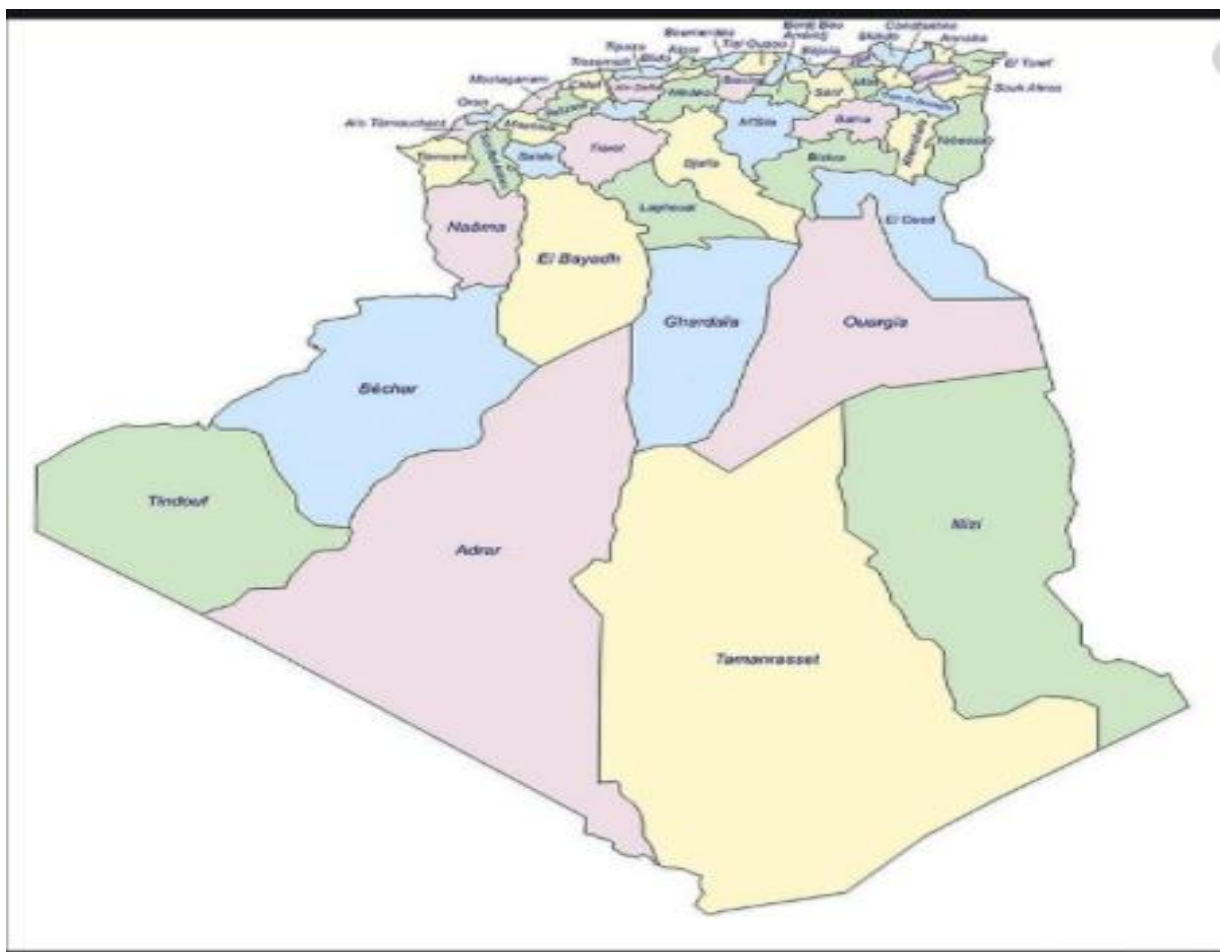


Figure21: carte de l’Algérie présentant les 48 wilayas. (Source:pinterst)

6. Le prélèvement des données a commencé

Au mois de décembre 2019--- avril 2020, pour les aérosols :

PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO₂, SO₂ en quantité massique $\mu\text{g}/\text{cm}^3$

| Particule Jours | PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | PM10 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | CO ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | NO2 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | SO2 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) |
|--------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2 | 5,94 | 7,73 | 106,81 | 2,03 | 1 |
| 5 | 2,31 | 4,16 | 113,76 | 2,03 | 1 |
| 6 | 2,49 | 4,22 | 116,26 | 5,53 | 1,5 |
| 9 | 4,3 | 18,34 | 118,06 | 4,12 | 1,61 |
| 11 | 4,84 | 6,56 | 192,31 | 9,43 | 2,47 |
| 13 | 9,74 | 92,16 | 124,8 | 2,4 | 1 |
| 15 | 43,63 | 168,5 | 101,92 | 2,06 | 1 |
| 16 | 43,63 | 168,5 | 101,9 | 2,06 | 1 |
| 17 | 64,4 | 181,69 | 116,18 | 3,31 | 1 |
| 23 | 5,99 | 14,2 | 113,87 | 4,71 | 2,22 |
| 24 | 4,7 | 7,57 | 156,24 | 8,07 | 2,25 |

Tableaux03 : la masse des particules aérosols atmosphériques a Khemis en mois de décembre. (source : The Weather Channel (IBN))

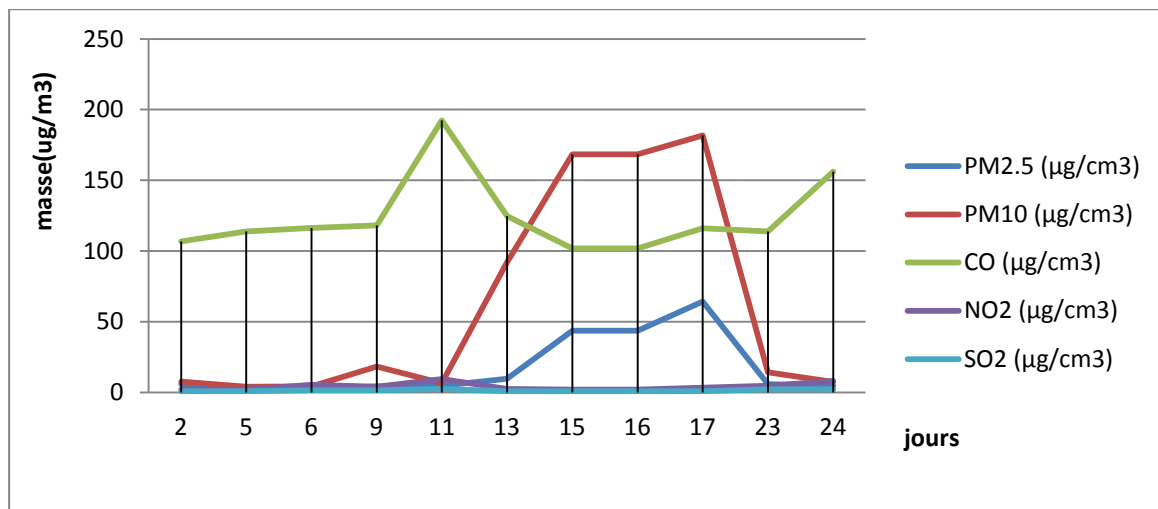


Figure 22: Diagramme qui représente la masse des particules aérosols atmosphériques ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en fonction des jours à Khemis en mois de décembre.

Sur toute la durée de l'étude (du 2 décembre au 27 avril), les aérosols PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO₂ et SO₂ ont été évalués en masse ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$). Le tableau (3) précédent nous donne les valeurs mesurées pour la zone Khemis Miliana en mois de décembre. On constate l'apparition de deux pics les plus élevés pour les

CO = 192.31 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) en deuxième semaine du moi DEC et PM_{10} = 181.69 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) en troisième semaine du moi décembre.

La masse des $\text{PM}_{2.5}$ = 64.4 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) est cassement inferieure au PM_{10} .

Les valeurs des PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ sont plus élevé en fin du moi, on peu explique par les donnees meteorologique que le moi a connait des précipitation en début, les quinze première jours du moi et une sécheresse en fin du moi. la vitesse des vents est arrive jusqu'a 24.4 km/h, qui a cause l'abondance de poussière dans l'air.

La courbe suivante figure 22(a) montre les précipitations 12.95mm, 7.87mm et 0.51mm successivement

La masse maximal des SO_2 = 2.47 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) et celle des NO_2 = 8.07 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$).

Les résultats des aérosols obtenues sont tous supérieures a leur nomes internationaux impose par l'organisation mondiale. Voir les normes a l'annexe

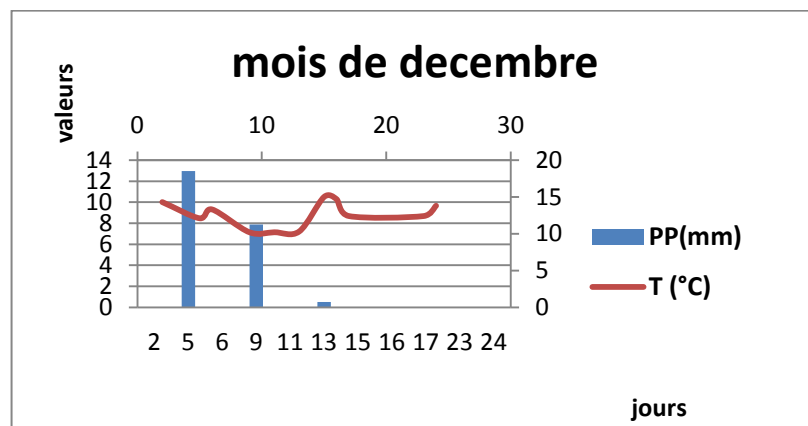


Figure 22(a) L'histogramme figure(a) suivant nous montre la précipitation et température a Khemis Miliana en moi DEC.

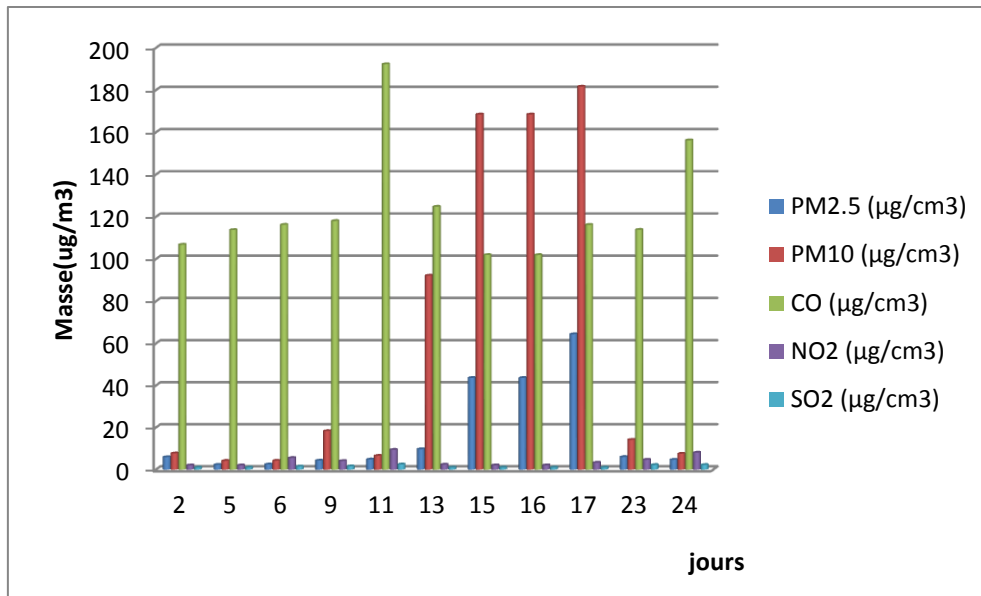


Figure 23: Histogramme qui représente les masse des particules aérosol ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) on fonction des jours, Le moi de décembre a régions Khemis Miliana.

2- pour les moi de janvier et février les valeurs maximal des $\text{PM}_{10}=33.35 (\mu\text{g}/\text{cm}^3)$ et $\text{PM}_{2.5}=12.92 (\mu\text{g}/\text{cm}^3)$ sont supérieure au moi mars $\text{PM}_{10}= 10.92 (\mu\text{g}/\text{cm}^3)$ $\text{PM}_{2.5}= 8.28$ qui a connait des précipitations $\text{PP}=5.08\text{mm}$.

Les diagrammes figure 24(a), figure 24(b et c), figure 24(d) suivants montrent l'effet des facteurs métologiques, précipitation et température sur la présence des aérosols, car quant la température est élève sa permis le séchage du sol avec de forte vents induit a l'apparition de poussière dans l'air .qui dit poussière dit aérosols.

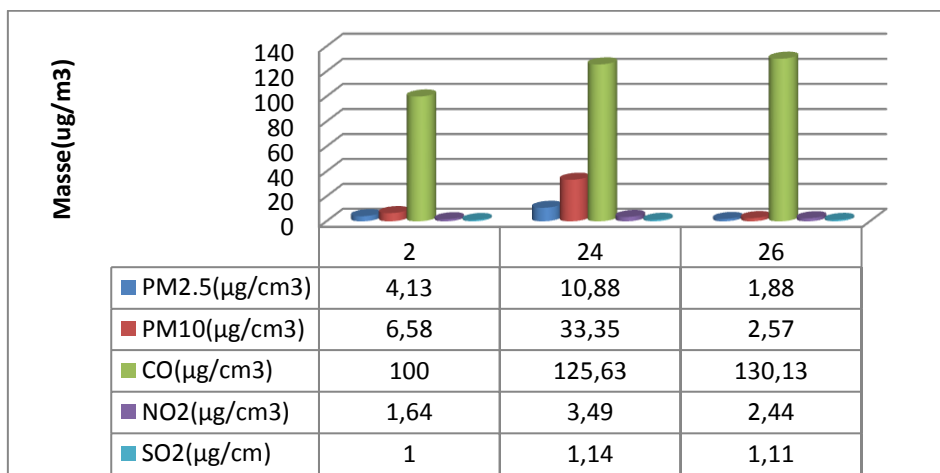


Figure 24: Histogramme qui représente les particule des aérosol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) on fonction des jours en moi de janvier.

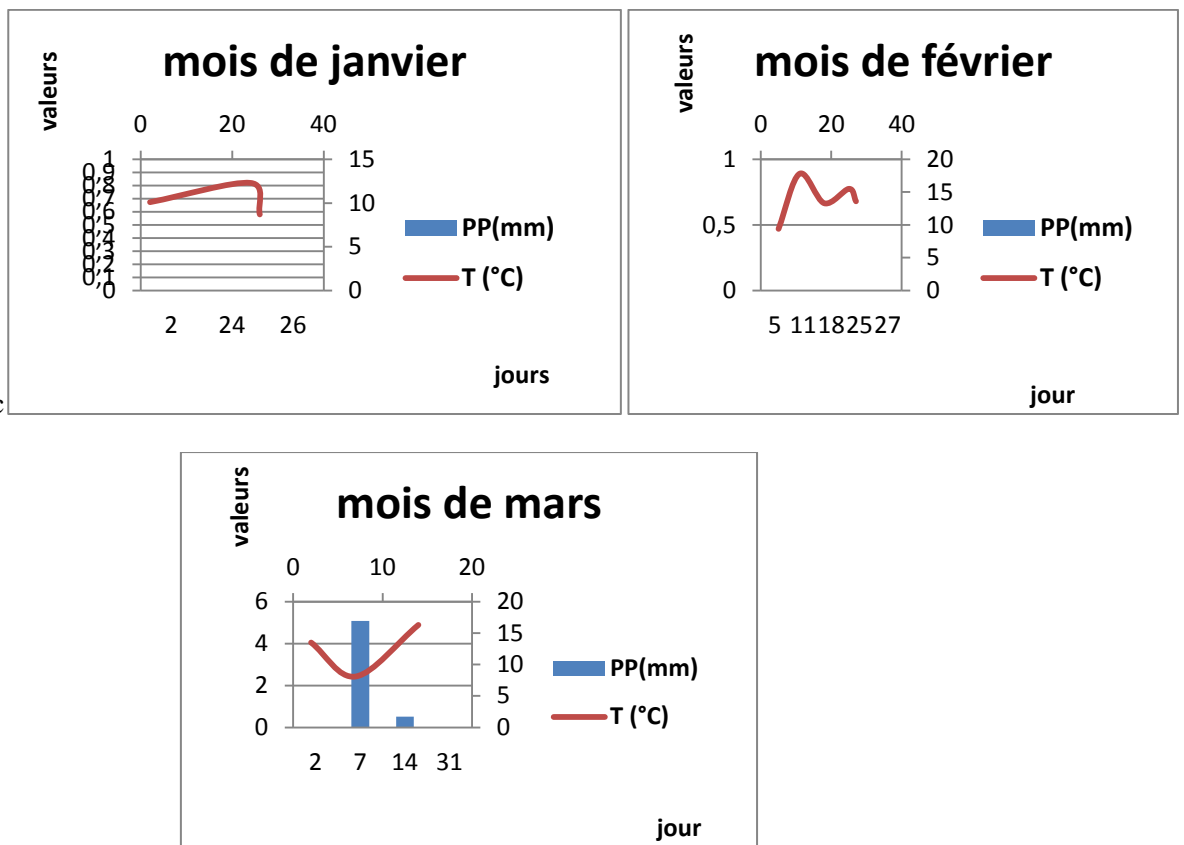


Figure b etc

Figure 24(d): L’histogramme figure (d) suivant nous montre la précipitation et température a Khemis Miliana en moi mars

| Particule jours | PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | PM10 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | CO ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | NO2 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | SO2 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) |
|--------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 11,18 | 34,04 | 153,38 | 9,4 | 1,58 |
| 7 | 9,43 | 13,77 | 158,75 | 9,69 | 3,08 |
| 13 | 16,71 | 54,09 | 119,5 | 1 | 1,03 |
| 17 | 18,25 | 51,69 | 128,75 | 2,07 | 1 |
| 27 | 4,77 | 5,42 | 129,72 | 6,39 | 1,41 |

Tableaux 4 : masse des particules atmosphérique ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) de moi mars a région de Khemis Milana

Etant donné l'absence de pluies en moi d'Avril figure(e) les PM_{10} ont augmenté à $54.09 \mu\text{g}/\text{cm}^3$

L'histogramme figure(25) suivant montre les résultats ou les $PM_{2.5} = 18.25 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ en moi Avril.

Les CO sont dominants sur tous les mois une valeur moyenne supérieure $160 \mu\text{g}/\text{cm}^3$, Khemis Miliana.

En décembre, janvier, février mars et avril malgré les pluies tombées, ce qui confirme leur présence est beaucoup plus de source anthropogénique que naturelle vu l'encombrement des automobiles que gère la ville de Khemis Miliana.

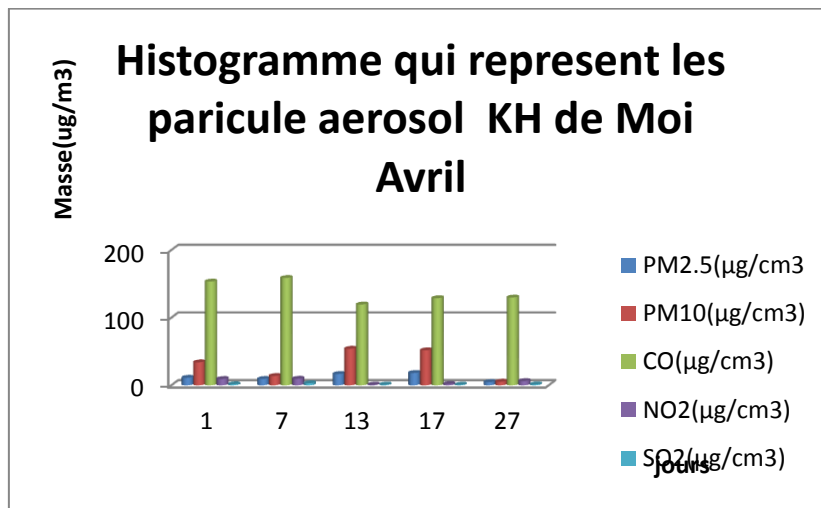


Figure 25 : histogramme qui représente la masse des particules atmosphériques en fonction des jours le mois d'avril à la région de Khemis Miliana.

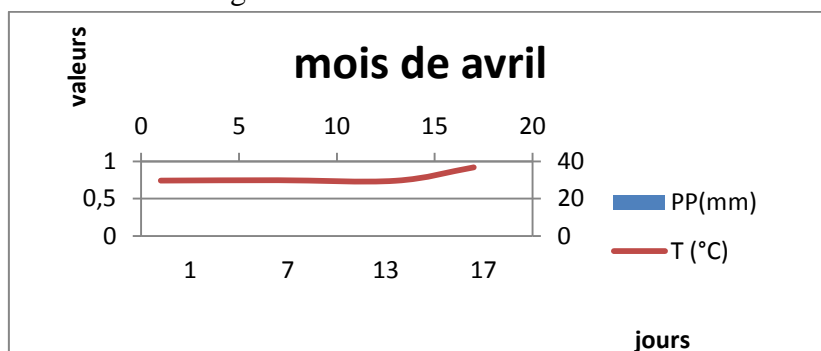


Figure 25(e) : L'histogramme figure (e) suivant nous montre la précipitation et la température à Khemis Miliana en moi mars.

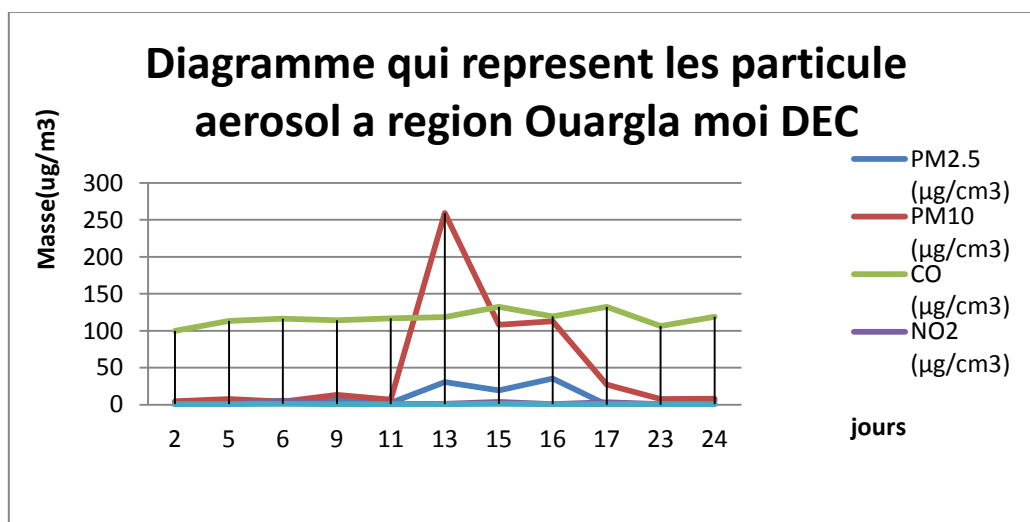
| Particule jours | PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | PM10 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | CO ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | NO2 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) | SO2 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) |
|--------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 2 | 3,12 | 4,8 | 100 | 1 | 1 |
| 5 | 5,07 | 7,64 | 113,51 | 1 | 1 |
| 6 | 2,49 | 4,22 | 116,26 | 5,53 | 1,5 |
| 9 | 8,24 | 13,54 | 114,38 | 1,42 | 1 |
| 11 | 2,47 | 7,05 | 117,05 | 1,25 | 1 |
| 13 | 30,63 | 259,29 | 118,69 | 1,35 | 1 |
| 15 | 19,49 | 108,1 | 132,5 | 3,9 | 1,25 |
| 16 | 35,59 | 113,02 | 119,62 | 1,06 | 1 |
| 17 | 9,76 | 27,37 | 132,31 | 3,27 | 1 |
| 23 | 3,27 | 7,71 | 106,25 | 1 | 1 |
| 24 | 5,21 | 8,03 | 118,99 | 1 | 1 |

Tableau 5: les masse de particule aérosol atmosphérique a région de ouargla a moi decembre

La zone Ouargla est une zone Sahara a connait une période sèche ou les pluies non pas tombées de octobre jusqu'au moi de mars $PP=2\text{mm}$ en avril $PP<10\text{mm}$.

Les $PM_{10}= 259.29$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) supérieure aux normes international dépose par l'organisation international égale a $80(\mu\text{g}/\text{m}^3)$.figure (26).

Les $PM_{2,5}= 35.59$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) dépasse les normes 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Le diagramme suivant figure(26)montre les différents facteurs métologiques qui influent sur les aérosols.

telque la température diminue en période hivernal, la vitesse du vent était constante puis elle augmente en périodes estival.

L'humidite était importante dans l'air $H\% = 46.7\%$ ou PM_{10} forme une pic en moi de decembre.

Cette élévation aide les aérosols à forme les nuages.

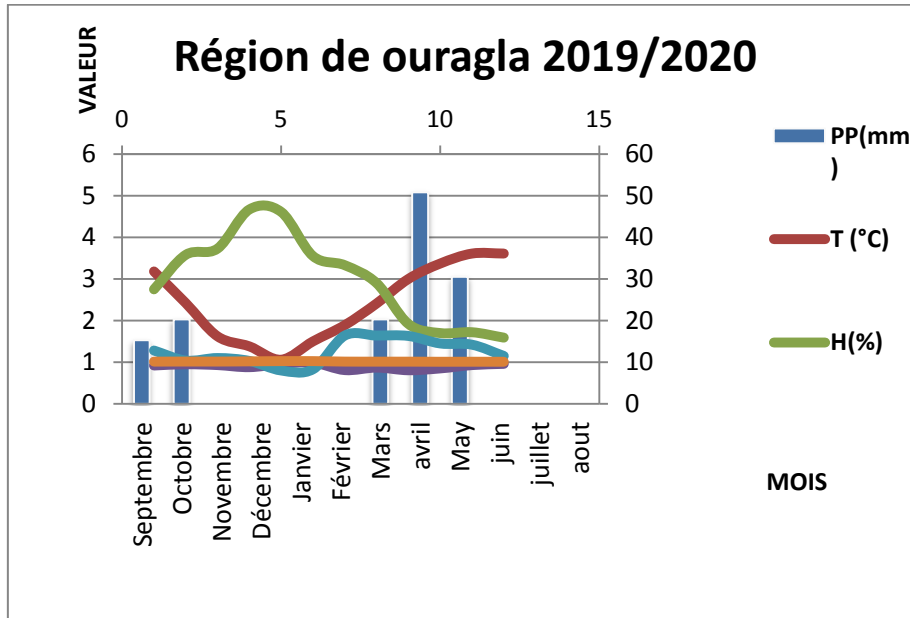


Figure 27 : histogramme qui représente le facteur météorologique (<http://tempoclimatique.net>)

On remarque bien que PM_{10} sont les aérosols les plus dominants dans la région en mois de décembre comparé avec les $CO = 132.5(\mu g/cm^3)$. Sur le vaste désert de Ouargla il n'y a pas une pollution d'origine anthropogénique. Absence d'encombrement automobile.

L'histogramme suivant figure (28) représente les aérosols à Ouargla en mois de décembre.

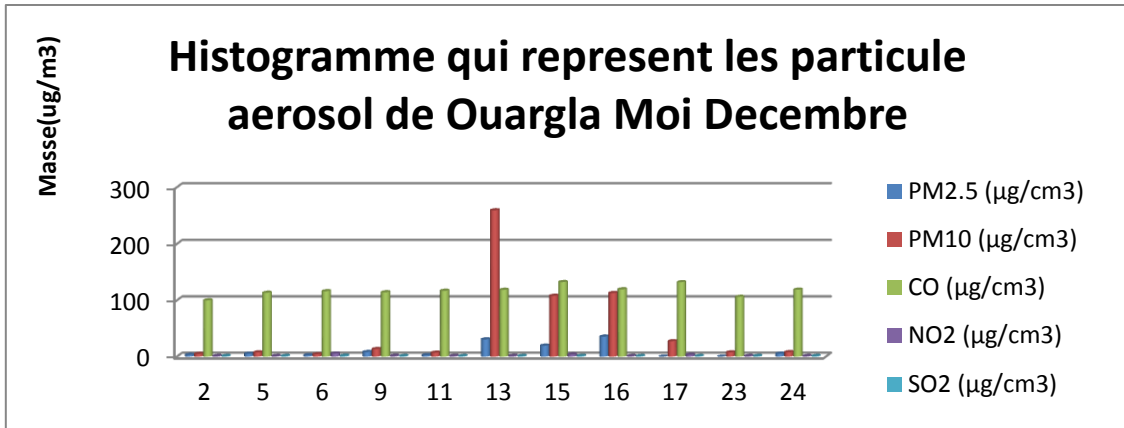


Figure 28 : Histogramme qui represent la particule aerosol de ouargla Moi decembre

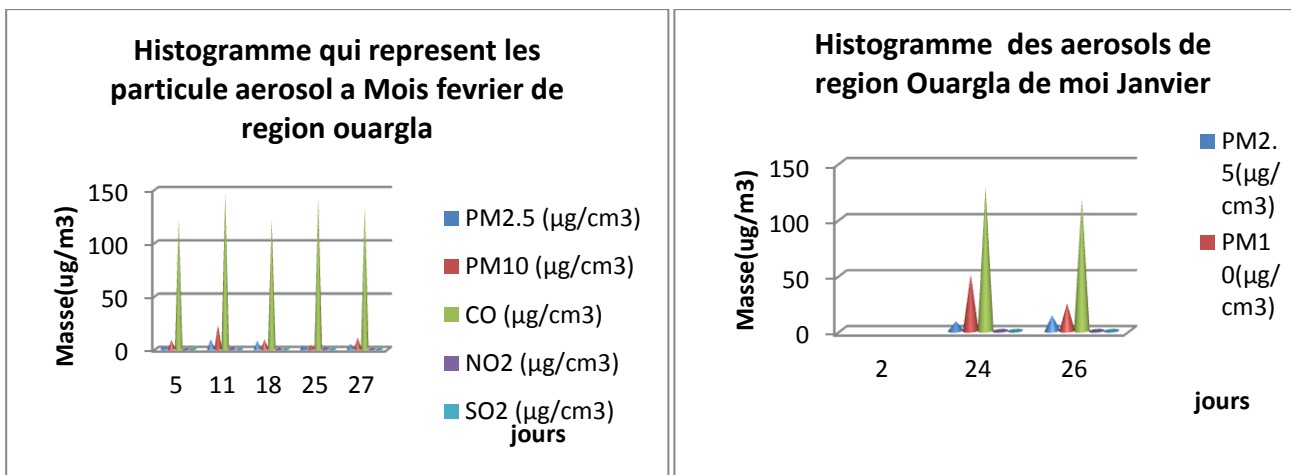


Figure 28(f):figure28(j) : Histogramme qui represent les particule aerosol de ouargla Moi Histogramme qui represent les particules aerosol de ouargla Moi Janvier

Aerosol de ouargla Moi fevrier

Les aerosols PM₁₀<50.1 (µg/cm³) en janvier, fevrier figure 28(f)et figure 28(j) et mars ; puis il augmente en moi Avril superieure a 180(µg/cm³)figure (29)

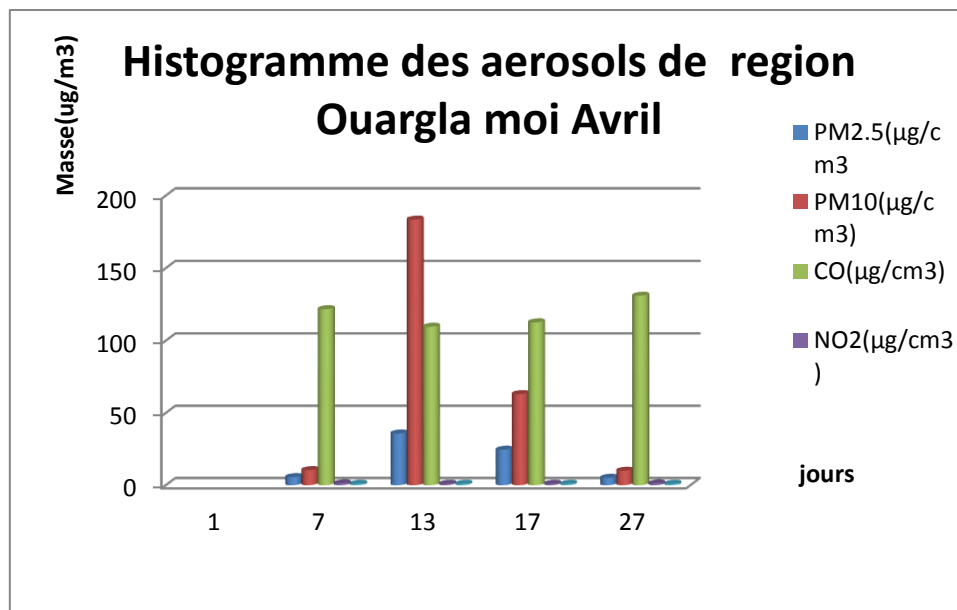


Figure 29 : L'histogramme suivant représente les aérosols Ouargla a moi d'Avril

| Particule jours | PM2.5 (µg/cm³) | PM10 (µg/cm³) | CO (µg/cm³) | NO2 (µg/cm³) | SO2 (µg/cm³) |
|--------------------|-------------------|------------------|-------------|--------------|--------------|
| 2 | 3,25 | 4,43 | 100 | 1,04 | 1 |
| 5 | 2,23 | 3,51 | 103,51 | 1 | 1 |
| 6 | 2,49 | 4,22 | 116,26 | 5,53 | 1,5 |
| 9 | 8,24 | 26,02 | 111,25 | 1 | 1 |
| 11 | 2,47 | 7,05 | 117,05 | 1,25 | 1 |
| 13 | 3,42 | 254,24 | 104,57 | 1,89 | 1,55 |
| 15 | 12,74 | 62,05 | 120,32 | 7,12 | 1,87 |
| 16 | 31,08 | 161,65 | 110,65 | 1,02 | 1 |
| 17 | 19,03 | 40,64 | 12,56 | 2,13 | 1 |
| 24 | 2,92 | 5,21 | 111,36 | 1 | 1 |

Tableau (06): la masse des particule aerosols atmospherique a khemis en moi decembre

Pour les valeurs de PM_{10} et $PM_{2,5}$ Ghardaïa sont presque égaux à la valeur d'Ouargla figure(26), puisque ils ont la même structure géologie du désert, le Sahara.

Les aérosols $PM_{10} = 254.24$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) valeur maximal en decembre, $PM_{2,5} = 35.89$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) en avril.

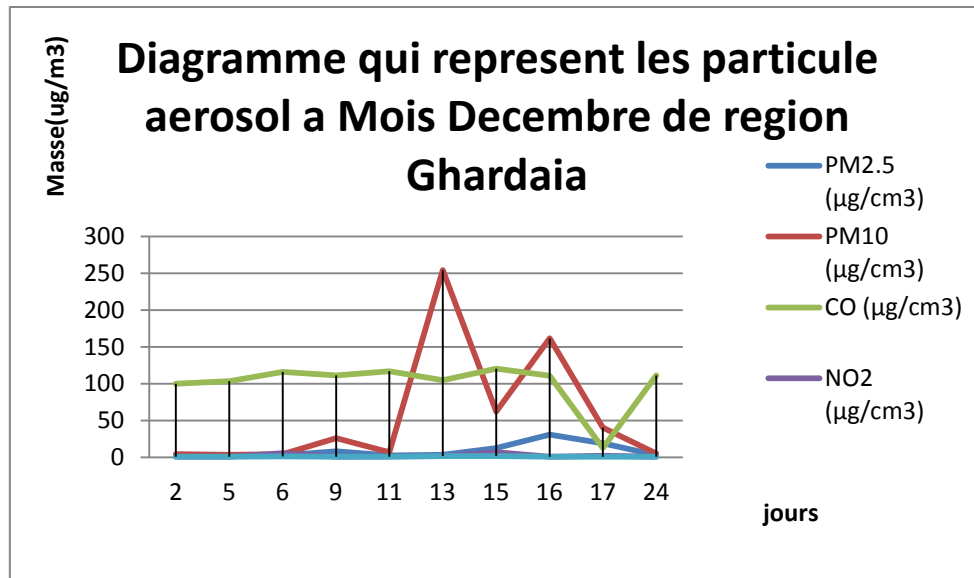


Figure 30 : diagramme aérosols a Ghardaïa moi décembre

Le diagramme suivant figure (31) montre les différents facteurs météorologiques qui influent sur les aérosols, tel que la température diminue en période hivernale, la vitesse du vent était inférieure en hiver puis elle augmente en période estivale ce qui forme les tempêtes de sable. La présence des précipitations en mars, avril a fait diminuer les $PM_{10} < 185 (\mu\text{g}/\text{cm}^3)$.

L'humidité était importante dans l'air $H\% = 43.7\%$ ou PM_{10} forme un pic en mois de décembre.

Cette élévation aide les aérosols à former les nuages.

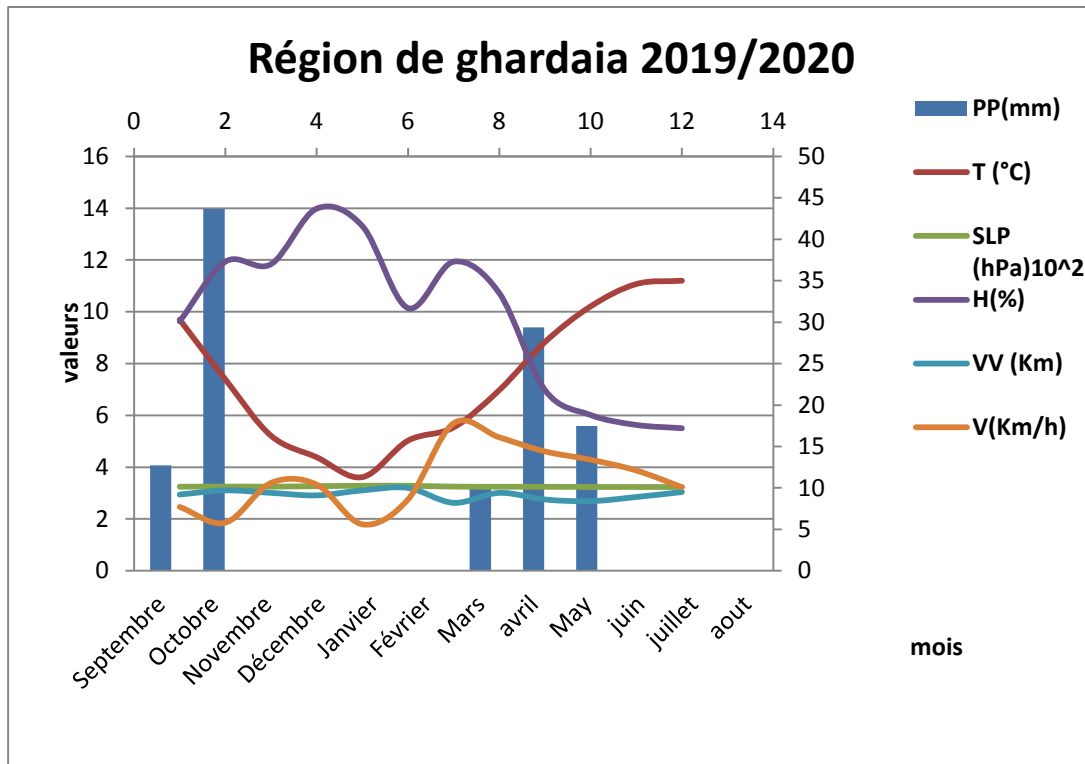


Figure 31 : facteurs meteorologique annuelle à Ghardaïa

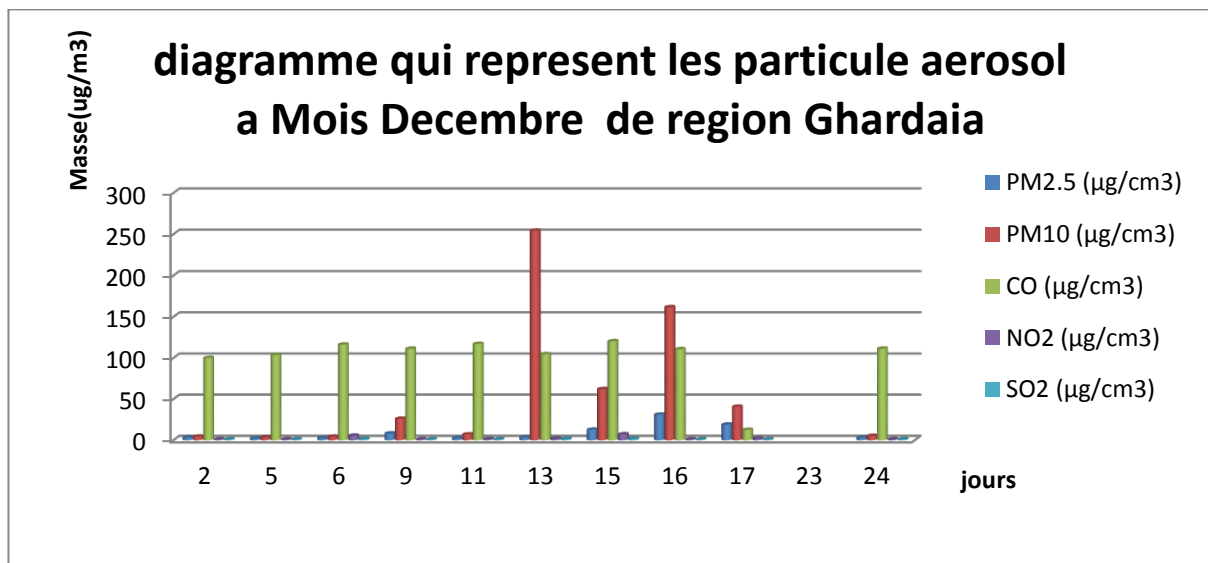


Figure 32 : histogramme aérosols a Ghardaïa moi decembre.

On remarque bien que PM_{10} sont les aérosols les plus dominants dans la région en mois de décembre figure (32) compare avec les $CO = 120.32(\mu g/cm^3)$. en déduit d'après ces résultats que sur le vaste désert de Ghardaïa il n'y a pas une pollution d'origine anthropogénique. Absence d'encombrement automobile.

Les aérosols $PM_{10} < 30.1 (\mu g/cm^3)$ en janvier, février et mars ; puis il augmente en mois d'Avril supérieure à $150(\mu g/cm^3)$ avec l'augmentation de la vitesse des vents malgré les précipitations en mars et avril $PP = 9.4mm$ et $PP = 5.59mm$ successivement figure (31). Les $PM_{2.5} = 35.6(\mu g/cm^3)$ diminue en janvier, février, mars puis une augmentation en avril la même que décembre $PM_{2.5} = 35.58(\mu g/cm^3)$.

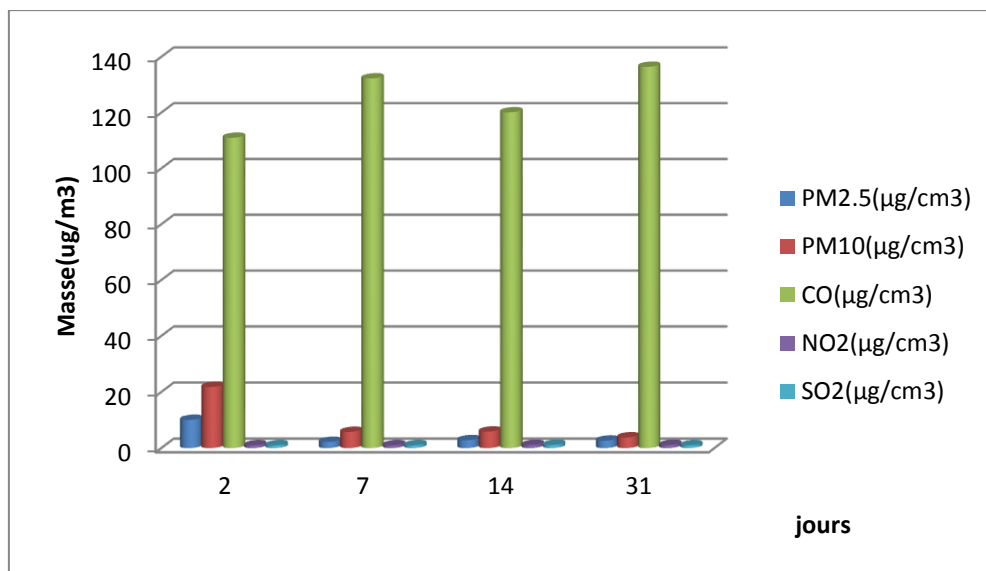


Figure33 : Histogramme qui représente les particules aérosol à Mois Mars de région Ghardaïa

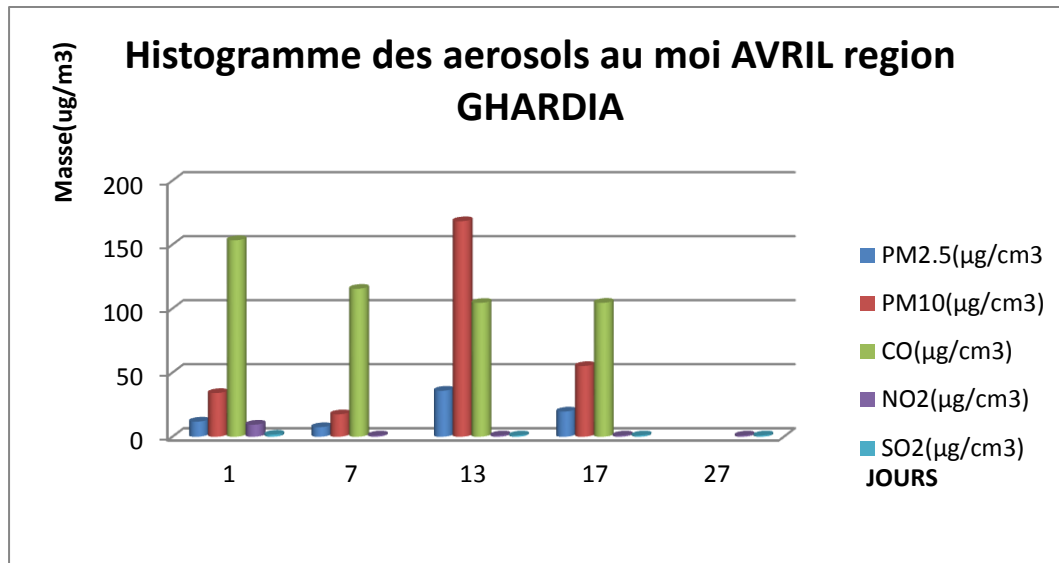


Figure34 : Histogramme qui représente les particules aérosol au mois d'avril de la région Ghardaïa.

7. comparaisons des trois zones pour une période mensuelle

Pour faire une comparaison des trois régions sur le but de viser le lieu le plus pollué par les aérosols, on a choisi le mois de décembre comme période hivernale la plus contaminée et le mois d'avril comme période estivale.

II- PM₁₀ DECEMBRE

| Particule jours | Khemis Miliana | Ghardaïa | ouargla |
|-----------------|----------------|----------|---------|
| 2 | 7,73 | 4,43 | 4,8 |
| 5 | 4,16 | 3,51 | 7,64 |
| 6 | 4,22 | 4,22 | 4,22 |
| 9 | 18,34 | 26,02 | 13,54 |
| 11 | 6,56 | 7,05 | 7,05 |
| 13 | 92,16 | 254,24 | 259,29 |
| 15 | 168,5 | 62,05 | 108,1 |
| 16 | 168,5 | 161,65 | 113,02 |
| 17 | 181,69 | 40,64 | 27,37 |
| 23 | 14,2 | | 7,71 |
| 24 | 7,57 | 5,21 | 8,03 |

Tableau 07: les aérosols en mois de décembre pour Khemis Miliana, ouargla et Ghardaïa.

Les résultants de decembre tableaux (7)nous indique que les zones sahariens sont les plus pollues par les PM_{10} .cette pollution est d'origine naturel ou le sable peu être emporte jusqu'au nord de la planète figure (31) ; a des valeurs supérieure a $250(\mu g/cm^3)$.les valeurs enregistre par satellite sont cassement supérieure au nomes impose par l'organisation mondial , une valeur journalière de $50(\mu g/m^3)$ qui es $0.00005(\mu g/cm^3)$ et une moyenne en 24 heure annuelle Alerte de $0.00008(\mu g/cm^3)$.

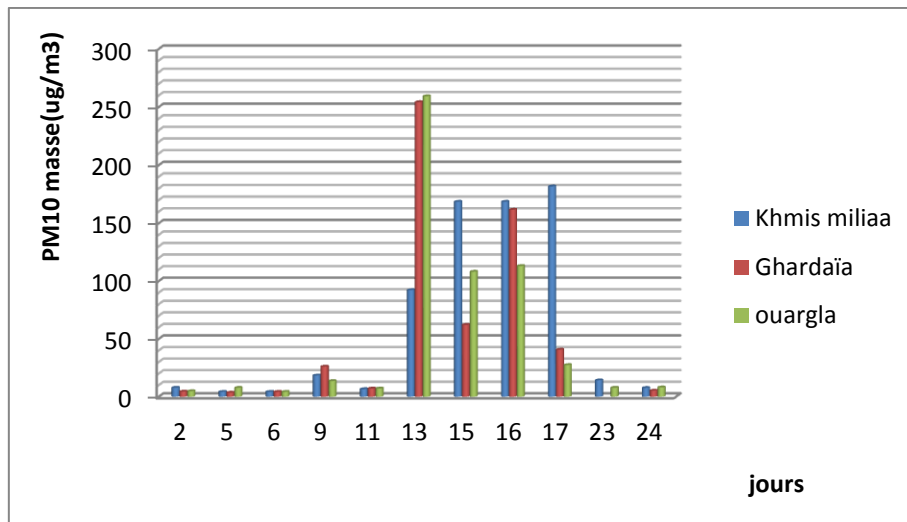


Figure 35 : histogramme de PM_{10} en decembre pour Khemis, Ouargla et Ghardaïa.

La valeur note en zone nord centre d'Algérie bien inferieure $PM_{10}= 181.69$ mais elle dépasse aussi la norme impose par organisation.

La même remarque pour la période estival tableau (6), le Sahara est dominant en PM_{10} que le nord du paysfigure . Cette dominance est d'origine naturelou les facteurs meteologique jouent un rôle essentielle a l'apparition des tempête de sables.la vitesse des vents arrive 17.8 km /h ou les pluies sont faibles presque absente en été figure (31).

L'histogramme suivent montre ce qu'on a déduit.

| | Khmis Miliana | Ouargla | Ghardaïa |
|----|---------------|---------|----------|
| 1 | 34,04 | | 34,07 |
| 7 | 13,77 | 121,69 | 17,5 |
| 13 | 54,09 | 109,63 | 168,3 |
| 17 | 51,69 | 112,63 | 55,16 |
| 27 | 5,42 | 130,94 | |

Tableau 8 : aérosols des 3 zones en avril

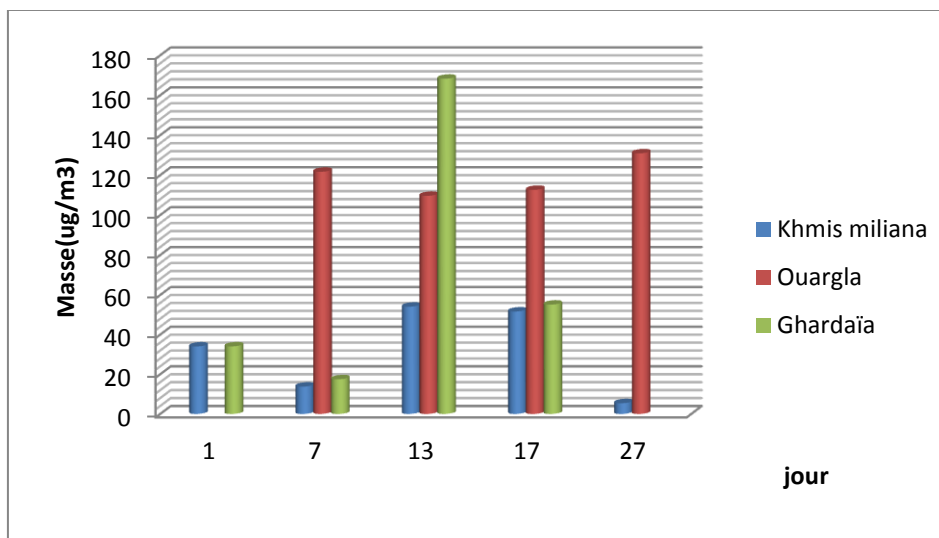


Figure (36) : histogramme d'aérosols en trois zones en moi avril

II-2 PM_{2,5}----- **DECEMBRE**

En période hivernales PM_{2,5} sont dominantes a Khemis Miliana, au nordcentre d'Algérie, bien plus que Ouargla et Ghardaïa.

| Particule / jours | Khmis Miliana | Ghardaïa | ouargla |
|-------------------|---------------|----------|---------|
| 2 | 5,94 | 3,25 | 3,12 |
| 5 | 2,31 | 2,23 | 5,07 |
| 6 | 2,49 | 2,49 | 2,49 |
| 9 | 4,3 | 8,24 | 8,24 |
| 11 | 4,84 | 2,47 | 2,47 |
| 13 | 9,74 | 3,42 | 30,63 |
| 15 | 43,63 | 12,74 | 19,49 |
| 16 | 43,63 | 31,08 | 35,59 |
| 17 | 64,4 | 19,03 | 9,76 |
| 23 | 5,99 | | 3,27 |
| 24 | 4,7 | 2,92 | 5,21 |

Tableau 9 : tableau d'aérosols PM_{2,5} en trois zones en moi décembre

$PM_{2.5} = 64.4$ ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$) tableau (9) a Khemis Miliana totalement supérieure que a Ouargla et Ghardaïa qui ne pas dépasse $36(\mu\text{g}/\text{cm}^3)$. ce reste a conclure que cette dominance des $PM_{2.5}$ est d'origine anthropogénique, vu l'encombrement des automobiles et bien d'autre source de pollution, industries.....

L'histogramme figure (37) montre les résultats en moi decembre.

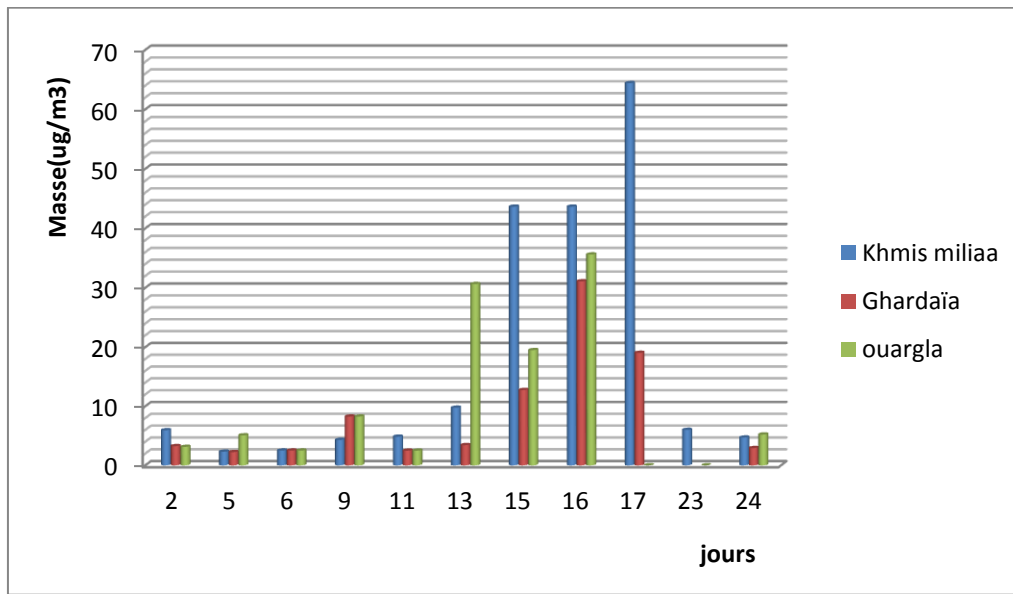


Figure37: histogramme d'aérosols $PM_{2.5}$ en trois zones en moi decembre

$PM_{2.5}$ -----Avril

en période estival, la valeur enregistrée tableau(10) presque la même et dominante dans la région sud, le Sahara $PM_{2.5} = 37.8(\mu\text{g}/\text{cm}^3)$.

A Khemis Miliana ne dépasse pas $19(\mu\text{g}/\text{cm}^3)$. ce qui déduit que les $PM_{2.5}$ sont d'origine naturelle. Le diagramme figure(38) suivant montre les résultats. ainsi la norme internationale est bien inférieure $PM_{2.5} = 20(\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0.00002$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

| | Khemis Miliana | Ouargla | Ghardaïa |
|----|----------------|---------|----------|
| 1 | 11,18 | / | 11,8 |
| 7 | 9,43 | 5,6 | 7,49 |
| 13 | 16,71 | 35,78 | 35,89 |
| 17 | 18,25 | 24,56 | 19,68 |
| 27 | 4,77 | 5,13 | / |

Tableau 10 : d'aérosols $PM_{2.5}$ en trois zones en moi avril

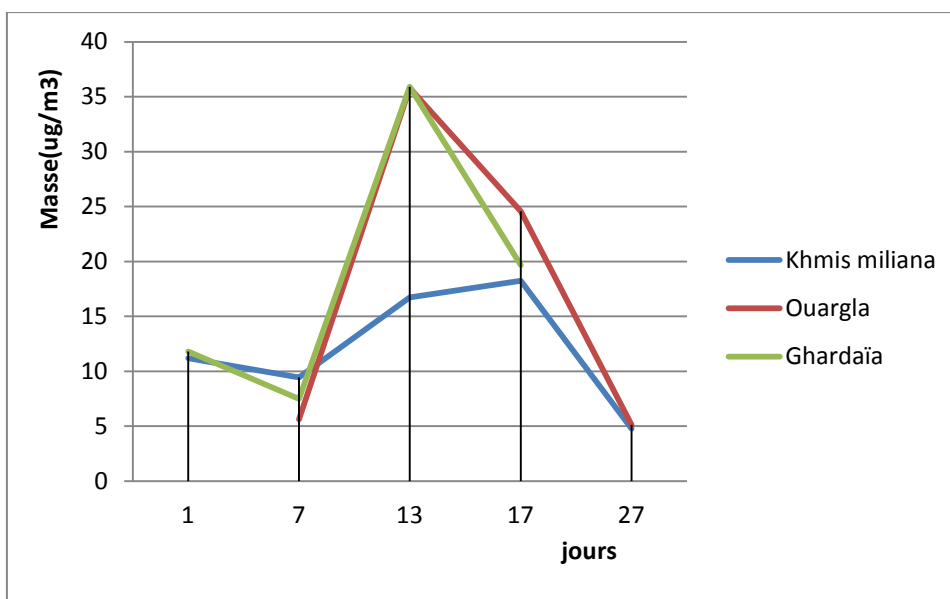


Figure38 : diagramme d'aérosols PM_{2.5} en trois zones en moi avril



Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

D'après l'étude des aérosols dans les zones, zone au Nord de l'Algérie comparée avec la zone sud du Sahara à Ghardaïa et Ouargla, on constate :

Lapollution par les aérosols PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO , NO_2 , SO_2 .

est casement important dépassant les Normes imposées par l'organisation de santé.

1- Les PM_{10}

Lapollution par les aérosols est casement important dépassant les Normes imposées par l'organisation de santé.

Les chiffres dépassent les normes Alerte, pour une moyenne de 24 heures $PM_{10} = 0.00005 \mu g / cm^3$ et moyenne Alerte $PM_{10} = 0.00008 \mu g / cm^3$

$PM_{10} > 180 \mu g / cm^3 \gg 0.00008 \mu g / cm^3$ à Khemis Milana et

$PM_{10} > 250 \mu g / cm^3 \gg PM_{10} = 0.00008 \mu g / cm^3$ Ghardaïa et Ouargla. Les deux régions représentent la même structure géologique (Sahara).

Le mois de décembre représente les valeurs les plus élevées, cela a un rapport direct avec les facteurs météorologiques $PP > 10$ mm. Pour le sud, la sécheresse $PP < 5.5$ mm et l'abondance des vents provoque les tempêtes de sable au Sahara.

Les valeurs diminuent en période estivale avec l'apparition de faibles pluies en mars et avril $PP < 20$ mm même remarque pour Khemis Milana.

Les aérosols sont transportés vers le nord jusqu'à Khemis Milana et même vers l'Europe, l'océan atlantique et l'océan indien.

Les poussières jouent le rôle de nutriment pour l'écosystème marin.

Les PM_{10} sont d'origine naturelle.

2- Les $PM_{2.5}$

Le plus remarquable dans cette étude est que les $PM_{2.5}$ sont élevés en mois de décembre en zone Nord l'Algérie, à Khemis Milana considérée une ville urbaine encombrée de population et trafic routier.

Les $PM_{2.5}$ à Khemis Milana sont beaucoup plus élevés $PM_{2.5} = 64.4 \mu g / cm^3$ que Ghardaïa $PM_{2.5} = 35.5 \mu g / cm^3$ et

Ouargla $PM_{2.5} = 31 \mu g / cm^3$.

Conclusion générale

Cela la n'a qu'une confirmation que les $PM_{2.5}$ au Nord Algérie sont d'origine beaucoup plus Anthropoginique trafic routier , les gaz d'échappement , presence d'industrie qui entoure la Ville au commune voisines.

Cette valeur connait une diminution en periode estival les pluies tombe

$PM_{2.5}=18.25\mu\text{g}/\text{cm}^3$.

Le moi d'avril a Donne des valeurs egaux pour Ghardaïa et Ouargla $PM_{2.5}=35.8\mu\text{g}/\text{cm}^3$ d'où l'origine est naturel.

3- les aérosols de CO étaient dominant a decembre a Khemis Miliana par

Rapport au PM_{10} et $PM_{2.5}$. la masse moyenne des CO est

$m_{mKhemis} CO = 192.3125\mu\text{g}/\text{cm}^3$

$m_{m ouargla} = 133.25\mu\text{g}/\text{cm}^3$ $m_{m Ghardaïa} = 120.32 \mu\text{g}/\text{cm}^3$

Cette elevation est d'origine Anthropoginique puis il descent en avril a Khemis a $m_{mkhemis} CO = 161\mu\text{g}/\text{cm}^3$ superiere a $m_{mourgla} = 131\mu\text{g}/\text{cm}^3$ $m_{mghardaia} = 153.4\mu\text{g}/\text{cm}^3$

4- les aérosols NO_2 et SO_2 non pas dépasses $11\mu\text{g}/\text{cm}^3$ et $7\mu\text{g}/\text{cm}^3$ en trois zones sur toute la période d'étude de decembre a avril .ils sont d'origine beaucoup plus naturelle.

on recapitulate que les polluants CO, PM_{10} et $PM_{2.5}$ les plus dominants dans cette etude sont d'origine Athropoginique dans la Ville de Khemis Milana en periode hivernal que la periode estival. Et cela a un rapport avec l'activit é de la population en cette periode de la Anne , fin decembre debut de nouvel an. la Ville de Khemis Milana se trouve dans un relief entoure de montagne se qui piege en quelque sorte les polluants si il n'a pas les facteurs meteologique , les vents qui évacuent et emporte la pollution lien.

Les pluies généralement faut un lessivage de l'atmosphere et purifies lair .

On conclude que la Ville de Khemis Milana est une Ville pollué. Cette pollution affecte directement la population engendrent tous les types de maladie resperatoire allergie, crise resperatoire, asthme en periode séches quant les pluies ne tombeent pas .et meme le corona virus. Elle affecte l'écosysteme biologique, l'agriculture de la Ville.



Références bibliographie

References bibliographie

Références

- 1- Marilynne TOMBETTE ; Modélisation des aérosols et leur propriétés optique sur Europe ; Thèse de Doctorat ; science technique de environnement, école national de ponts et chaussées Lille de France, 2007.
- 2- Rabhi chhrazad, identification des particules d'aérosol et des polluants dans régions aride, Mémoire Master, physique métrologique pour les Milieux sac, université Qasidi Marbah Ouargla-Alger, 2017.
- 3- Césaire Rostand Fosting Kwetche, Modélisation a l'échelle moléculaire de la réactivité des aérosols atmosphériques, thèse de doctorat, science de matière et rayonnement d'environnement, université de Lille-france, 2018.
- 4- Jérôme Rangognio, impact d'aérosol sur cycle de vie de Briouilland, thèse Doctorat, physique d'atmosphère, Toulouse-France, 2009.
- 5- Waed AHMAD, Formation d'aérosols organiques secondaires dans l'oxydation du limonène et des méthoxyphénols. Etude de l'influence des conditions environnementales, thèse doctorat, Optique et Lasers, Physico-chimie, Atmosphère, lille-France, 2017.
- 6- Pierre LAFRIQUE, Lidar multi spectral pour la caractérisation des aérosols, thèse Doctorat, ED GEET : Photonique et systèmes optoélectroniques, Toulouse-France, 2015.
- 7- Remi Mathon, Decharge a Barrières Diélectriques a pression atmosphérique pour la charge bipolaire d'aérosol, thèses doctorat, physique de plasmé, université de paris a laboratoire Physique de gaz et des plasmé, 2015.
- 8- Kerkoud Med et Mekkaoui Ali, La pollution atmosphérique par des particules En PM10 DANS WILAYA DE BOUIRA, Mémoire de Master, chimie des Matériaux et de Nano matériaux, bouira-Alger, 2014.
- 9- Bruno GuiLLauM, Les aérosol : émissions, formation d'aérosols organique secondaires, transport longue distance, thèse doctorat, océans atmosphère et environnements, Toulouse-France, 2006.
- 10- Lockwood, J.G., 1979 "Cause of climate" Winston and sons, Edward Arnold, London.
- 11- S.Pfirmaim et al (2009) Abinuclear Nickel (I) Dinitrogen complese andits Reduction in single -Electron Steps." *Angewandte chemie international Edition* 483357 doi 10.1002/anie.20008058262.
- 12- Sellers, H.N., and Robinson, P.J., 1986, "Contemporary Climatology" Longman Scientific

References bibliographique

- 13- Delmas, R., G. Mégie and V.-H. Peuch (2005). Physique et chimie de l'atmosphère, Belin. Deng, X., X. Tie, D. Wu, X. Zhou, X. Bi, H. Tan, F. Li and C. Jiang (2008). "Long-term trend of visibility et its characterizations in the Pearl River Delta (PRD) region, China." *Atmospheric Environment*, pp1424-1435.
- 14- Finlayson-Pitts, B. J. and J. N. Pitts Jr (1986). "Atmospheric chemistry. Fundamentals and experimental techniques.
- 15- Masclet, P. and H. Cachier (1998). "L'aérosol atmosphérique. Caractéristiques physico-chimiques: air quality." *Analisis* 26(9): M11-M17.
- 16- Bliefert, C. and R. Perraud (2001). *Chimie de l'environnement: air, eau, sols, déchets*, De Boeck Supérieur.
- 17- (o.dubovik ; B.hoben ; T.F.Eck, A.smirnov ; Y.J.kaufman ; M.D.king ; D.tanre et I.Slutsker; variable of absorption and optical propriets of key aerosol type observed in wordwide location; *journal of atmosphere sience*; p590-608, 2002
- 18- Salvi, S., A. Blomberg, B. Rudell, F. Kelly, T. Sandström, S. T. Holgate and A. Frew (1999). "Acute Inflammatory Responses in the Airways and Peripheral Blood after Short-Term Exposure to Diesel Exhaust in Healthy Human Volunteers." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 159, p 702-709
- 19- Dockery, D. W., C. A. Pope, X. Xu, J. D. Spengler, J. H. Ware, M. E. Fay, B. G. Ferris Jr and F. E. Speizer (1993). "An association between air pollution and mortality in six US cities." *New England journal of medicine* 329(24): 1753-1759.
- 20- Schwartz, J. (1994). "Air pollution and daily mortality: a review and meta analysis." *Environmental research* 64 p36-52
- 21- Pope III, C. A. and D. W. Dockery (2006). "Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect." *Journal of the air & waste management association* 56(6): 709-742.
- 22- Peters, A., H. E. Wichmann, T. Tuch, J. Heinrich and J. Heyder (1997). "Respiratory effects are associated with the number of ultrafine particles." *American journal of respiratory and critical care medicine* 155(4):1376-1383
- 23- D'Amato, G., G. Liccardi, M. D'Amato and S. Holgate (2005). "Environmental risk factors and allergic bronchial asthma." *Clinical & Experimental Allergy* 35(9): 1113-1124

References bibliographie

- 24- Schwartz, J., D. W. Dockery and L. M. Neas (1996). "Is daily mortality associated specifically with fineparticles?" *Journal of the Air & Waste Management Association* 46(10): 927-939.
- 25- Cohen, A. J., H. Ross Anderson, B. Ostro, K. D. Pandey, M. Krzyzanowski, N. Künzli, K. Gutschmidt, A. Pope, I. Romieu and J. M. Samet (2005). "The global burden of disease due to outdoor air pollution." *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* 68(13-14): 1301-1307.
- 26- IPCC (2001). "Climate change 2001. The scientific basis." Cambridge University Press, Cambridge. 2001
- 27- M.O.Andreae and P.J.Crutzen; *Atmospheric aerosols: Biogeochemical sources and role in atmospheric chemistry; science; vol276; no.5315.p1052-1058; 1997.*
- 28- W.F.Rogge,L.M.Hildemann, M.A.Mazurek, G.R.Cass and B.R.Simoneit, *sources of fine organic aerosol.2 noncatalyst and catalyst-equipped automobiles and heavy-duty diesel trucks, environment science and technology, vol.27; no.4; p636-651; 2017.*
- 29- R.E.Cochran,O.S.Ryder,V.H.Grassian and K.A.prather,*seq spray aerosol:the chemical link between the oceans;atmosphere and climat,Accounts of chemical research;vol.50,np.3;p599-604,2017*
- 30- S.Solomon,D.Qin,M.Manning,k.averyt,and M.Marquis,*climate change2007,the physical science basis:working groupe I contribution to the fourth assessment report of the IPCC,vol.4;Cambridge university press;2007*
- 31- IPCC (2013). "Changement climatique 2007. Rapport de synthèse."
- 32- Atkinson, D. B., P. Massoli, N. T. O'Neill, P. K. Quinn, S. D. Brooks and B. Lefer "Comparison of in situ and columnar aerosol spectral measurements during TexAQS-GoMACCS 2006: testing parameterizations for estimating aerosol fine mode properties." *Atmos. Chem. Phys.* 10(1): 51-61.
- 33- Boucher (2001). "Radiative forcing of climate change, in: Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., Van der Linden, P.J., Dai, X., Maskelle, K., Johnson, C.A. (Eds.), *Intergovernmental panel on climate change.*" Cambridge, p. 873 pages.
- 34- Bond, T. C. and R. W. Bergstrom (2006). "Light Absorption by Carbonaceous Particles: An Investigative Review." *Aerosol Science and Technology* 40(1): 27-67.

References bibliographie

- 35- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J.Lean, D.C. Lowe, G.Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van and Dorland (2007). "Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change."
- 37- Tyson P, Odada E, Schultze R, Vogel C, (2002) Regional change linkage: southern Africa in global regional Linkage in the Earth system IGBP series 3-7
- 39- Rhobes H, (2006) Deposition studies in Asia Acidification less of a problem? Joint CACGP/IGCA/WMO Symposium, 17-22 sept 2006 le cap (Afrique du sud)
- 40- SEI, Stockholm Environment Institute (1998) Regional Air pollution in Africa, <http://www.sei.sk>.
- 41- Steinder A.L, Chameides W.L. (2005) Aerosol-induced thermal effects increase modeled terrestrial photosynthesis and transpiration, *Tellus* 57B, 404-441
- 42- Bessagnet B, Rasset R. (2001) Fractal modelling of carbonaceous aerosol-application to car exhaust plume atmosphere, *Environ.* 35, 4751-4762
- 43- Katrinak K.A, Rez P, Perkes P.R, Buseck P.R. (1993), Fractal geometry of carbonaceous aggregates from an urban aerosol, *Environ, SCI, Technol*, 27, 539-547
- 44- O. FAVEZ, I. E. HADDAD, C. PIOT, A. BORÉAVE, E. ABIDI, N. MARCHAND, J.-L. JAFFREZO, J.-L. BESOMBES, M.-B. PERSONNAZ, J. SCIARE, ET AL., "INTER-COMPARISON OF SOURCE APPORTIONMENT MODELS FOR THE ESTIMATION OF WOOD BURNING AEROSOLS DURING WIN- TERTIME IN AN ALPINE CITY (GRENOBLE, FRANCE)," *ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS*, VOL. 10, NO. 12, PP. 5295–5314, 2010.
- 45- M. PERRONE, B. LARSEN, L. FERRERO, G. SANGIORGI, G. DE GENNARO, R. UDISTI, R. ZAN GRANDO, A. GAMBARO, AND E. BOLZACCHINI, "SOURCES OF HIGH PM_{2.5} CONCENTRATIONS IN MILAN, NORTHERN ITALY: MOLECULAR MARKER DATA AND CMB MODELLING," *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, VOL. 414, PP. 343–355, 2012.

References bibliographie

- 46- S. PUHAN, N. VEDARAMAN, B. V. RAM, G. SANKARNARAYANAN, AND K. JEYCHANDRAN, "MAHUA OIL (MADHUCA INDICA SEED OIL) METHYL ESTER AS BIODIESEL-PREPARATION AND EMISSION CHARACTERISTICS," BIOMASS AND BIOENERGY, VOL. 28, NO. 1, PP. 87–93, 2005.
- 47- J. G. CALVERT, R. ATKINSON, K. H. BECKER, R. M. KAMENS, J. H. SEINFELD, T. H. WAL-LINGTON, AND G. YARWOOD, THE MECHANISMS OF ATMOSPHERIC OXIDATION OF THE AROMATIC HYDROCARBONS. OXFORD UNIVERSITY PRESS, 2002.
- 48- P. MONKS, C. GRANIER, S. FUZZI, A. STOHL, M. WILLIAMS, H. AKIMOTO, M. AMANN, A. BAKLANOV, U. BALTENSPERGER, I. BEY, ET AL., "ATMOSPHERIC COMPOSITION CHANGE– GLOBAL AND REGIONAL AIR QUALITY," ATMOSPHERIC ENVIRONMENT, VOL. 43, NO. 33, PP. 5268–5350, 2009.
- 49- M. SIPILÄ, T. BERNDT, T. PETÄJÄ, D. BRUS, J. VANHANEN, F. STRATMANN, J. PATOKOSKI, R.L. MAULDIN, A.-P. HYVÄRINEN, H. LIHAVAINEN, ET AL., "THE ROLE OF SULFURIC ACID IN ATMOSPHERIC NUCLEATION," SCIENCE, VOL. 327, NO.5970, PP. 1243–1246, 2010.
- 50- Firket, J. (1931). "The cause of the symptoms found in the Meuse Valley during the fog of December, 1930."
Bull Acad R Med Belg 11: 683-741
- 51- Wilkins, E. (1954). "Air pollution and the London fog of December, 1952." Journal of the Royal Sanitary
Institute 74(1): 1-21.
- 52- Bruno Sportisse 2007 « Modélisation et simulation de la pollution atmosphérique »
Habilitation à Diriger les Recherches à l’université de Pierre et Marie Curie
- 53- AREELIS Technologies « La pollution atmosphérique » rapport de Technopole du
Madrillet - Avenue de l'Université - BP 12 - 76801 Saint Etienne du Rouvray cedex.
- 54- N. Diaf, M Bouchaour, L. Merad et B. Benyoucef 2003 « Paramètres Influençant la
Dispersion des Polluants Gazeux » Laboratoire De Matériaux & Energies Renouvelables,
Facultés Des Sciences, Université De Tlemcen Rev. Energ. Ren.: ICPWE (2003)139-142.

References bibliographie

- 55- Dockery et al « L'incinération en question : les particules fines et ultrafines Atmosphériques et leurs impacts sur la santé » *Am J Respir Crit Care Med.* 1996; 153(1):3-50. France 1996.
- 56- Holben BN., Eck TF., Slutsker I., Tanré D., Buis JP., Setzer A., Vermote E., Reagan JA., Kaufman YJ.,
- 57- Nakajima T., Lavenu F., Jankowiak I., Smirnov A. 1998. AERONET—A Federated Instrument Network and Data Archive for Aerosol Characterization. *Remote Sens. Environ.* 66:1–16.
- 58- Guirado C., Cuevas E., Cachorro VE., Toledano C., Alonso-Pérez S., Bustos JJ., Basart S., Romero PM., Camino C., Mimouni M., Zeudmi L., Goloub P., Baldasano JM., de Frutos AM. 2014. Aerosol characterization at the Saharan AERONET site Tamanrasset. *Atmos. Chem. Phys.* 14:11753– 11773
- 59- Eissa Y., Blanc P., Wald L., Ghedira H. 2015b. Can AERONET data be used to accurately model the monochromatic beam and circumsolar irradiances under cloud-free conditions in desert environment? *Atmos. Meas. Tech.* 8:5099–5112.
- 60- Romano F., Ricciardelli E., Cimini D., Di Paola F., Viggiano M. 2013. Dust detection and optical depth retrieval using MSG-SEVIRI data. *Atmosphere (Basel)*. 4:35–47.
- 61- Zelenka a., Perez R., Seals R., Renné D. 1999. Effective accuracy of satellite-derived hourly irradiances. *Theor. Appl. Climatol.* 62:199–207.
- 62- Eck TF., Holben BN., Reid JS., Dubovik O., Smirnov A., O'Neill NT., Slutsker I., Kinne S. 1999. Wavelength dependence of the optical depth of biomass burning, urban, and desert dust aerosols. *J. Geophys. Res. Atmos.* 104:31333–31349.
- 63- Nakajima T., Tonna G., Rao R., Boi P., Kaufman Y., Holben B. 1996. Use of sky brightness measurements from ground for remote sensing of particulate polydispersions. *Appl. Opt.* 35:2672.
- 64- Holben BN., Tanré D., Smirnov A., Eck TF., Slutsker I., Abuhassan N., Newcomb WW., Schafer JS., Chatenet B., Lavenu F., Kaufman YJ., Castle J Vande., Setzer A., Markham B., Clark D., Frouin R., Halthore R., Karneli A., O'Neill NT., Pietras C., Pinker RT., Voss K., Zibordi G. 2001. An emerging ground-based aerosol climatology: Aerosol optical depth from AERONET. *J. Geophys. Res. Atmos.* 106:12067–12097.
- 65- Smirnov A., Holben BN., Eck TF., Dubovik O., Slutsker I. 2000. Cloud-Screening and Quality Control Algorithms for the AERONET Database. *Remote Sens. Environ.* 73:337–349.

References bibliographie

Les site wib

<http://aeronet.gsfc.nasa.gov>)

<http://earthobservatory>

).<http://aeronet.gsfc.nasa.gov>

climatique.net<http://tempo>

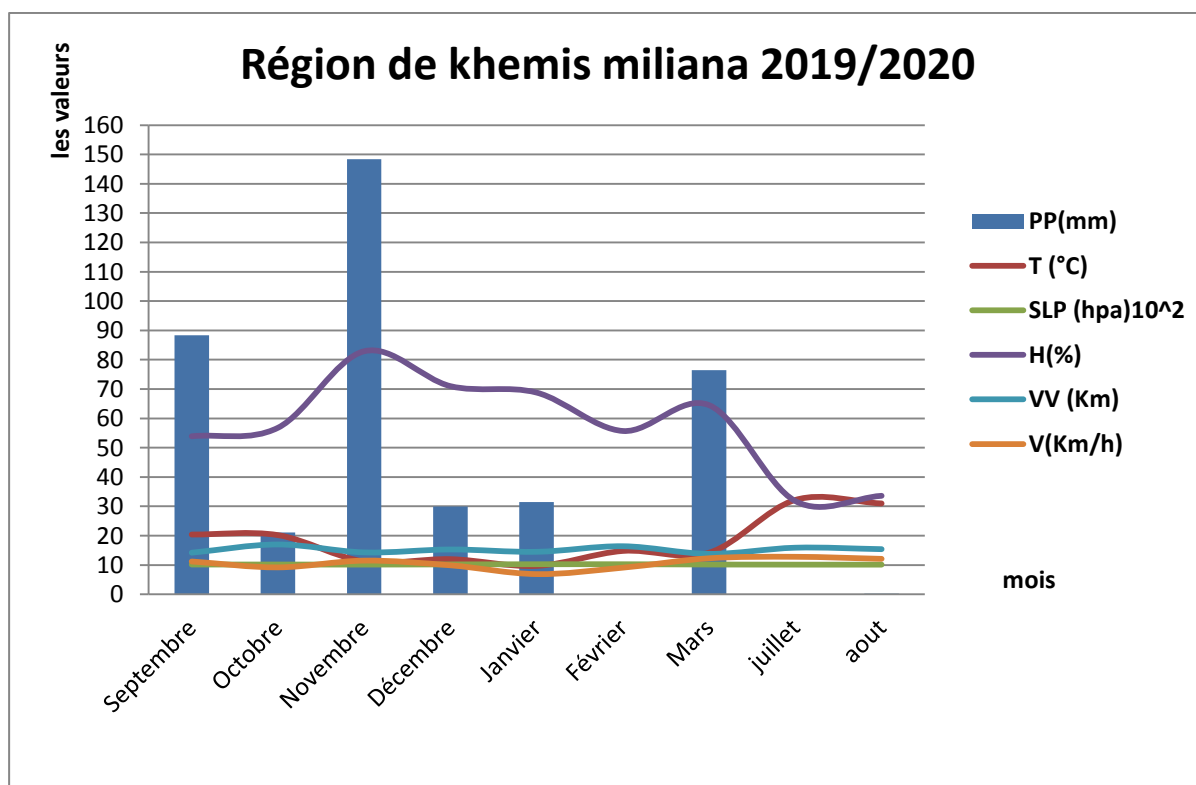


Annexes

Région de khmis Miliana 2019/2020

| | T (°C) | SLP (hPa) | H(%) | PP(mm) | VV (Km) | V(Km/h) |
|-----------|--------|-----------|------|--------|---------|---------|
| | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| Septembre | 20,4 | 1016,2 | 53,9 | 88,39 | 14,2 | 11,2 |
| Octobre | 20,2 | 1017 | 56,8 | 21,07 | 17 | 9,2 |
| Novembre | 11,2 | 1014,5 | 82,9 | 148,36 | 14,3 | 11,5 |
| Décembre | 12 | 1020,9 | 71 | 29,97 | 15,3 | 9,9 |
| Janvier | 9,7 | 1026,4 | 68,8 | 31,49 | 14,5 | 6,9 |
| Février | 14,8 | 1026,2 | 55,7 | 0 | 16,4 | 9,1 |
| Mars | 14,2 | 1017,2 | 64,5 | 76,45 | 13,8 | 12,3 |
| juillet | 32,2 | 1012,7 | 31,8 | 0 | 15,9 | 12,8 |
| aout | 31 | 1012,2 | 33,6 | 0,25 | 15,4 | 12,1 |

Tableaux 11 lesfacteurs climatiqueRégion de khmis Miliana 2019/2020(<http://tempoclimatique.net>)

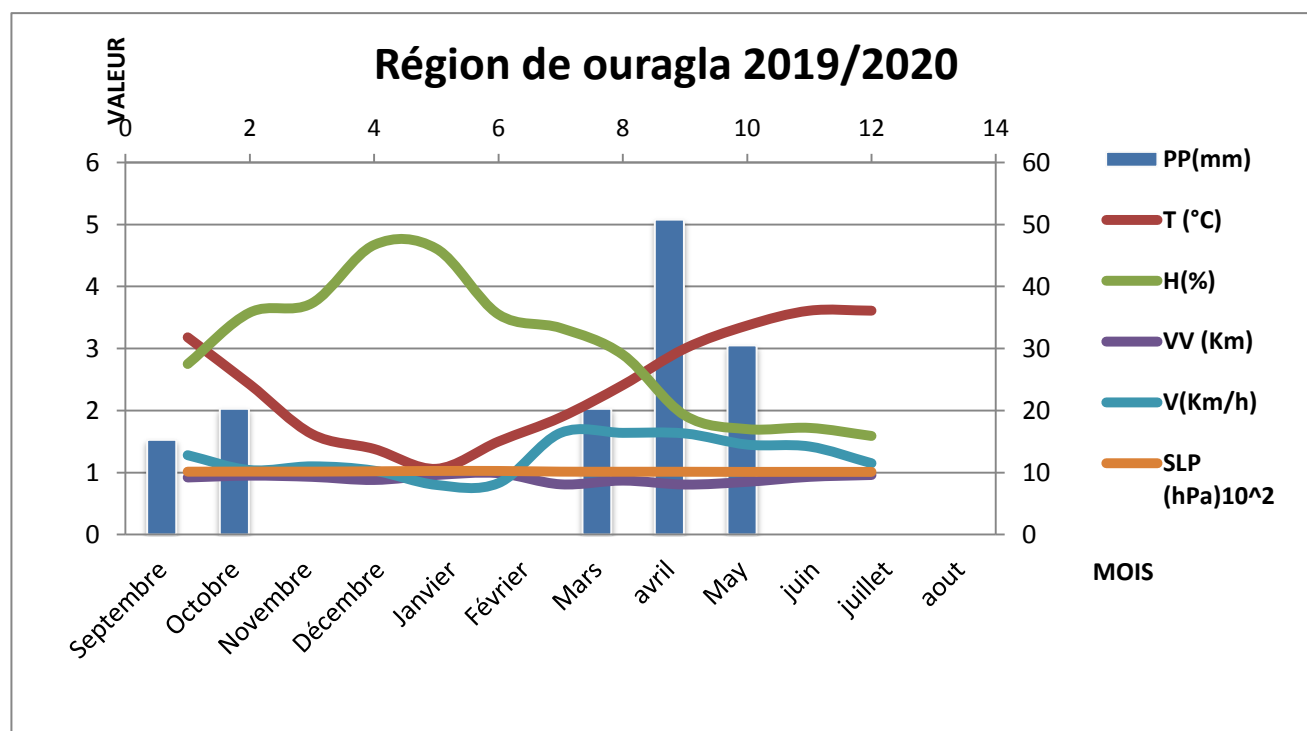


Le Diagramme en hautRégion de khmis Miliana

Région de Ouargla 2019/ 2020

| | T (°C) | SLP (hPa) | H(%) | PP(mm) | VV (Km) | V(Km/h) |
|-----------|--------|-----------|------|--------|---------|---------|
| Septembre | 31,8 | 1013,8 | 27,5 | 1,53 | 9,2 | 12,8 |
| Octobre | 24,2 | 1015,7 | 35,8 | 2,03 | 9,5 | 10,4 |
| Novembre | 16,2 | 1014,9 | 37,3 | 0 | 9,3 | 11 |
| Décembre | 13,8 | 1019,9 | 46,7 | 0 | 8,8 | 10,3 |
| Janvier | 10,6 | 1025,6 | 46,1 | 0 | 9,6 | 8 |
| Février | 15 | 1025,5 | 35,5 | 0 | 9,9 | 8,3 |
| Mars | 18,9 | 1014,4 | 33,3 | 2,03 | 8,1 | 16,4 |
| avril | 24,1 | 1013 | 29 | 5,08 | 8,7 | 16,4 |
| May | 30 | 1012,7 | 19,2 | 3,05 | 8,06 | 16,3 |
| juin | 33,7 | 1010,6 | 17 | 0 | 8,5 | 14,5 |
| juillet | 36,1 | 1010,9 | 17,2 | 0 | 9,3 | 14,2 |
| aout | 36,1 | 1010,1 | 15,9 | 0 | 9,6 | 11,5 |

Tableaux 12 lesfacteurs climatiqueRégion de Ouargla 2019/2020(<http://tempoclimatique.net>)

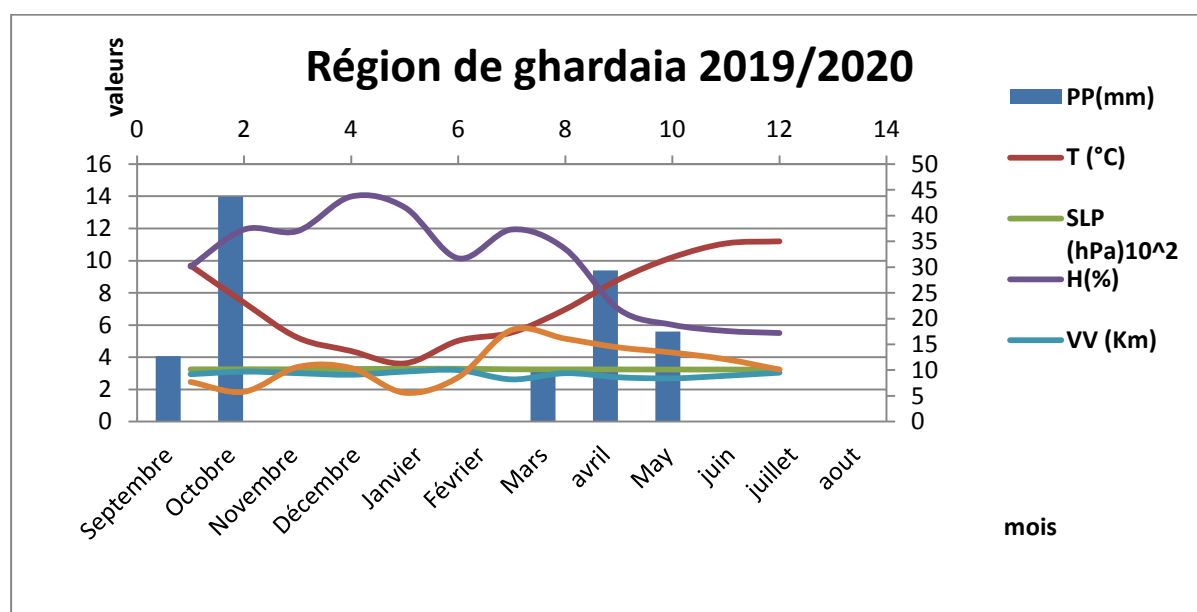


Le Diagramme en hautRégion de ouargla

Région de Ghardaïa 2019/2020

| | T (°C) | SLP (hPa) | H(%) | PP(mm) | VV (Km) | V(Km/h) |
|-----------|--------|-----------|------|--------|---------|---------|
| Septembre | 30,3 | 1014,3 | 30,1 | 4,07 | 9,2 | 7,7 |
| Octobre | 23,1 | 1016,4 | 37,3 | 13,97 | 9,7 | 5,8 |
| Novembre | 16,3 | 1015,3 | 37 | 0 | 9,4 | 10,6 |
| Décembre | 13,7 | 1020,8 | 43,7 | 0 | 9,1 | 10,4 |
| Janvier | 11,3 | 1026,1 | 41,6 | 0 | 9,7 | 5,6 |
| Février | 15,7 | 1026 | 31,7 | 0 | 10 | 8,6 |
| Mars | 17,3 | 1015,2 | 37,3 | 3,3 | 8,2 | 17,8 |
| avril | 21,8 | 1013,6 | 33,5 | 9,4 | 9,4 | 16,1 |
| May | 27,6 | 1013,3 | 21,8 | 5,59 | 8,6 | 14,4 |
| juin | 31,9 | 1011 | 18,8 | 0 | 8,4 | 13,4 |
| juillet | 34,6 | 1011,2 | 17,6 | 0 | 8,9 | 12,1 |
| aout | 35 | 1010,3 | 17,2 | 0 | 9,5 | 10,1 |

Tableaux 12: lesfacteurs climatiqueRégion de Ghardaïa
2019/2020(<http://tempoclimatique.net>)



Le Diagramme en haut region de ghardi