

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE M'HAMED BOUGARA DE BOUMERDES



Faculté des sciences

Département de biologie

MEMOIRE DE MASTER II

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Thème

**Étude de l'Impact Sanitaire de la Pollution
Atmosphérique (EIS-PA) dans la région
d'Akbou (2012).**

Présenté par: Soumia ZEKAD

Devant le jury:

M^f LATTRACHE Khaled

MCB Univ. M. Bougara Boumerdes

Président

M^{me} FODIA Soumia

MAA Univ. M. Bougara Boumerdes

Examineur

M^{me} BENAÏSSA Fatima

MCA Univ. M. Bougara Boumerdes

Encadreur

Promotion : 2019-2020

Remerciement

Avant tout, louange à « Allah » le miséricordieux, qui m'a donné la force et la volonté d'accomplir ce travail.

Au terme de ce travail je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et remerciements à ma promotrice Dr BENAÏSSA Fatima, qui a été d'un grand apport pour la réalisation de ce présent travail de par ses conseils et orientations, ainsi que son soutien scientifique.

Mes vifs remerciements vont aussi à :

- Mr LATTRACHE Khaled pour avoir bien voulu présider le jury.*
- M^{me} FODIA Soumia pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce projet, parmi ceux-ci:

- Mes enseignants pour leur implication dans notre apprentissage.*
- Mes camarades, pour tous les bons moments partagés au sein de l'UMBB.*

Dédicaces

Je dédie ce travail:

À mon père Rabah

À ma mère SAADAOUI Kalteum

À mes sœur Fadila , Nacira et Farida

*À mes frères Hamid, Toufik, Lakhder et
Mourad*

*À mes nièces Alaa, Hind et à mon neveu
Qosai*

À Bouchera et Chaima

À toute ma famille

À ma proche amie Anisa

À tous mes amies

Merci

Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des Tableaux	
INTRODUCTION	1
CAPITRE I – CONTEXTE GENERALE	3
INTRODUCTION	3
I.1. POLLUTION ATMOSPHERIQUE	3
I.1.1. Polluants primaires	4
I.1.2. Polluants secondaire	7
I.2. Météorologie et pollution atmosphérique	8
I.2.1. Influence du vent	9
I.2.2. Influence de la température	9
I.2.3. Influence de l'humidité	9
I.3. Échelles spatiales de la pollution atmosphérique	10
I.3.1. Micro échelle	10
I.3.2. Méso échelle (la pollution à l'échelle régionale)	10
I.3.3. Macro échelle (la pollution à l'échelle planétaire)	11
I.4. Sources de pollution atmosphérique	11
I.4.1. Émissions de carburant Fossile	11
I.4.2. Agriculture et élevage	11
I.4.2. Déchets	12
I.4.4. Sources naturelles	12
I.5. Effets à court terme et à long terme des polluants atmosphériques sur la santé	13
I.5.1. Effets à court terme des polluants atmosphériques sur la santé	13
I.5.2. Effets à long terme En termes d'effets sur la santé	13
I.6. Effets des expositions prolongées des polluants atmosphérique	14

Sommaire

I.6.1.Effets des expositions prolongées des polluants atmosphériques de l'extérieur	
Des Locaux.....	14
I.6.2.Effets des expositions prolongées des polluants atmosphériques de l'intérieur	
Des locaux.....	15
I.7. Des populations plus sensible ou vulnérable, ou plus exposées que d'autre.....	16
I.8. Effets de la pollution atmosphérique.....	17
I.8. 1.Système respiratoire.....	17
I.8. 2.Maladies cardiaques.....	17
I.8. 3.Le système nerveux.....	18
I.8. 4.Peau.....	18
I.8. 5.Autres problèmes.....	18
I.9. Échelle de pollution atmosphérique.....	19
Conclusion.....	19

Chapitre II -MATERIEL ET METHODE

Introduction.....	20
II.1. Présentation des zones d'étude.....	22
II.1.1. Situation géographique Akbou	22
II.1.2.Population La commune d'Akbou.....	23
II.2. Période d'étude.....	24
II.3.Climatologie générale.....	24
II.3.1.Température et précipitation.....	24
II.3.2.Diagramme climatique.....	25
II.4.Recueil des données d'aspect sanitaire.....	26
II.5. Traitement des données.....	26
II.6. Formule utilisée.....	27
II.7.Scénarios étudiés.....	27
Conclusion.....	29

Sommaire

Chapitre III -Résultat et discussion

Introduction.....	30
III.1. Indicateur de pollution.....	30
III.2. Indicateurs de santé.....	30
III.2.1. Lieu de résidence des patients.....	30
III. 2.2. Fréquences des problèmes cardiovasculaires et respiratoires à l'hôpital D'Akbou.....	31
III.2.3.Répartition des maladies par catégories d'âge.....	32
III.2.4. Répartition des maladies par sexe.....	33
III.2.5. Evolution saisonnière de la morbidité.....	34
III.3. Etude d'impact sanitaire.....	34
III.2.1.Mortalité.....	34
III.3.2. Admissions hospitalières.....	35
III.3.3. Comparaison des résultats avec ceux d'autres études.....	36
Conclusion.....	37
Conclusion.....	38
Bibliographie	
Résumé /abstract	

Liste des abréviations

Liste des abréviations

- BPCO:** Broncho-pneumopathie Chronique Obstructive
- EIS :** Evaluation d'Impacts Sanitaires
- EPH:** Etablissement Public Hospitalier
- EIS-PA :** Evaluation d'Impact Sanitaire de la Pollution Atmosphérique
- CO:** Monoxyde de Carbone
- CO₂:** Dioxyde de Carbone
- COV:** Composés Organiques Volatils
- NO:** Monoxyde d'Azote
- NO₂:** Dioxyde d'Azote
- NO₃:** Acide nitrique
- NO_x:** Oxydes d'Azote
- NPA :** nitrates de peroxyacétyle
- NH₃ :** Ammoniac
- OMM :** l'Organisation Mondiale de la Météorologie
- OMS:** Organisation Mondiale de la Santé
- O₃:** Ozone
- Pb:** Plomb
- PM :** Particule en suspension
- PM₁:** Microparticules dont le diamètre est inférieur à 1 micromètre
- PM_{2,5}:** Microparticules dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètres
- PM₁₀:** Microparticules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres
- Ppm:** Partie par million
- SO₂:** Dioxyde de Souffre
- SO₃:** Acide Sulfurique
- CV:** Cardiovasculaire
- R :** Respiratoire
- CP :** Cardiopathie
- BBBS :** laboratoire Biophysique, Biomathématiques
Et Bio scientométriques
- ONS :** l'Office National des Statistiques
- T(c°) :** températures maximales mensuelles moyennes.
- P (mm) :** précipitation moyennes mensuelles.

Liste des abréviations

M (c°) : températures maximales mensuelles moyennes.

m (c°) : températures minimales mensuelles moyennes.

Liste des Figures

Liste des figures :

Figure I.1. Sources de la pollution atmosphérique.....	3
Figure I.2. Augmentation de la concentration du méthane dans le monde durant les 30 dernières Années. Source : OMER710.....	7
Figure I.3. Sources de la pollution atmosphérique. 3. Pyramide des effets à long terme sur la santé respiratoire de la pollution atmosphérique et de leurs conséquences sur la prise en charge et le recours aux soins.....	13
Figure II.1. Situation géographique de la région Akbou.....	23
Figure II .2. Diagramme climatique d'AKbou en 2012.....	26
Figure III.1. Fréquence des problèmes cardiovasculaires et respiratoires à l'hôpital D'Akbou.....	31
Figure III.2. Comparaison des taux des symptômes respiratoire /cardiovasculaire à L'hôpital d'AKbou.....	32
Figure III. 3. Taux standardisés des hospitalisés respiratoire et cardiovasculaire à l'hôpital d'Akbou à 2012.....	33
Figure III.4. Comparaison de nombres des maladies cardiorespiratoires entre Les femmes et les hommes de 2012.....	33
Figure III.5. Taux d'admissions pour cause respiratoire et cardiovasculaire à l'hôpital d'AKbou.....	34
Figure III.6. Résultats de l'EIS-PA à Akbou pour 2012.....	35
Figure III.7. Gain sanitaire dans la région d'Akbou en réduisant la pollution particulaire (en PM 10) de 5 µg/m ³	37
Figure III .8. Gain sanitaire dans la région d'Akbou en ramenant la pollution particulaire (en PM 10) vers la VG OMS de 20µg/m ³	37

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau II.1. Répartition de la population du secteur sanitaire d'Akbou selon Les communes.....	23
Tableau II.2. moyennes mensuelles de la température et des précipitations de la Région d'AKbou durant l'année 2012.....	25
Tableau II.1. Scénario de diminution d'exposition aux PM10.....	28
Tableau III.1. Paramètres de position et de dispersion des concentrations de PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) à Akbou en 2014, pour 2160 valeurs.....	30
Tableau III.2. Gain sanitaire selon les deux scénarios de réduction des PM 10.....	35
Tableau III.3. Les gains sanitaires de différentes régions de morbidité selon les Différents scénarios.....	36

Introduction

Introduction

Le phénomène de la pollution de l'air n'est pas nouveau et remonte au Moyen Âge, car la fumée dense de la combustion du charbon a causé un grave problème à Londres. En 1307 après JC, le roi Édouard I a interdit l'utilisation du charbon dans les fours à chaux, et récemment il y a eu de nombreux autres accidents tragiques, comme cela s'est produit. Dans la catastrophe de 1930 après JC en Belgique, où 36 personnes sont mortes dans les 5 jours en raison de la fusion de dioxyde de soufre gazeux et de particules fines avec une humidité relative élevée, et en 1948 après JC en Pennsylvanie des circonstances similaires ont provoqué un autre accident qui a entraîné la mort de 20 personnes dans les 5 jours. [1]

La pollution atmosphérique signifie le rejet de divers gaz, solides fins et liquides dispersés dans l'atmosphère à des taux élevés qui dépassent la capacité de l'environnement à les dissiper, les diluer ou les absorber. Les concentrations de ces substances dans l'air peuvent causer de nombreux problèmes sanitaires, économiques et esthétiques indésirables. [2]

La pollution de l'air menace tout le monde, mais «les groupes de personnes les plus pauvres et les plus marginalisés portent le poids de ce fardeau», a déclaré le Directeur général de l'OMS, Tedros Adhanom Ghebreyesus. "Il est inacceptable que plus de trois milliards de personnes, pour la plupart des femmes et des enfants, continuent de respirer une fumée mortelle chaque jour après avoir utilisé du carburant pollué dans leurs fourneaux", a-t-il ajouté. [3]

La menace de pollution augmente dans les grandes villes, les taux de pollution dans nombre d'entre elles dépassant les niveaux indicatifs de l'Organisation mondiale de la santé, ce qui représente une menace majeure pour la santé des personnes, selon l'Organisation mondiale de la santé. Les niveaux les plus élevés de cette pollution ambiante se trouvent en Méditerranée orientale et en Asie du Sud-est, suivis des villes à revenu faible et intermédiaire en Afrique et dans le Pacifique occidental. Dans les villes des pays européens à revenu élevé, il a été démontré que la pollution de l'air réduit l'espérance de vie entre deux et 24 mois, selon les niveaux de pollution. La pollution atmosphérique est un facteur de risque critique pour les maladies non transmissibles, causant 25% de tous les décès d'adultes dus à une maladie cardiaque, 25% des accidents vasculaires cérébraux, 43% des maladies pulmonaires obstructives chroniques et 29% des cancers du poumon. [3]

Au niveau africain, la plupart des pays ne disposent pas de l'infrastructure nécessaire pour cartographier en détail les niveaux de polluants auxquels les gens sont exposés et comment ces

Introduction

polluants affectent la santé publique, explique Susan Bauer, analyste de données aériennes à l'Institut Goddard d'études spatiales de la NASA qui a dirigé l'étude. Peu d'études ont examiné les effets de diverses sources de pollution atmosphérique en dehors des zones urbaines en Afrique, dit Bauer, en donnant des estimations de mortalité très variables. [4]

En Algérie même que l'accélération des industries et l'urbanisation qui est considérée comme des facteurs importants de la pollution atmosphérique, les études dans ce sujet sont rares.

Dans ce contexte, l'étude que nous vais présenter répond à la nécessité d'évaluer l'impact Sanitaire de la pollution atmosphérique dans la région d'AKbou. Pour atteindre cet Objectif nous avons divisé notre manuscrit en trois chapitres:

- Dans le premier chapitre, nous avons décrit les principaux polluants de l'air (leurs natures, Leurs sources, leurs effets sur la santé), la météorologie et l'échelle de la pollution atmosphérique.
- Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de l'ensemble de matériels et méthodes utilisés pour effectuer les mesures de la pollution particulaire (les PM_{10}) et pour la réalisation de l'étude.
- En fin, le troisième chapitre qui conte les résultats obtenus, ainsi que leurs interprétations avec les arguments.

Introduction

I. Contexte général

Introduction

L'air pur est considéré comme une condition essentielle de la santé et de bien être de l'homme. Cependant, la pollution de l'air continue de faire peser une menace importante sur le plan sanitaire partout dans le monde.

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

Ce chapitre a pour but d'apporter une vision d'ensemble des questions touchant la pollution atmosphérique. Il englobe les différents polluants considérés comme responsables de la pollution atmosphérique et leurs sources. Puis il présentera leurs impacts sur la santé humaine.

I.2. La pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique peut être définie par la présence de polluants (gazeux ou particules) dans l'atmosphère, pouvant provoquer des effets nocifs sur l'environnement et la santé (Arquès, 1998). Les sources de cette pollution peuvent être soit naturelles (feu de forêt, éruption volcanique,...), soit anthropiques, c'est-à-dire liées à l'activité humaine (Figure. I.1.). [5]



Photo: UNEP

Figure I.1. Sources de la pollution atmosphérique.

I.2.1. Les polluants primaires

Les polluants peuvent être classés comme primaires ou secondaires. Par définition, les polluants primaires sont ceux qui proviennent directement d'une source polluante identifiée, tels que le monoxyde de carbone... Les polluants secondaires ne sont pas émis directement par des sources connues et identifiées. Au contraire, ils se forment dans l'air à la suite de réactions mettant en jeu les composés émis par les sources primaires, notamment lors d'épisodes météorologiques particuliers. [5]

Le monoxyde de carbone (CO) : il résulte de la combustion incomplète des combustibles fossiles (charbons, fuels, ...). Ce gaz est toxique. Il est considéré comme l'un des composés principaux dans la problématique de la qualité de l'air intérieur, On trouve ce gaz en abondance dans les villes et aux abords des autoroutes à cause des véhicules à moteurs à combustion. Cela en fait un des traceurs de la pollution atmosphérique de type trafic. [5]

La répartition sectorielle des sources d'émissions de CO en France pour l'année 2001 est faite comme suit [6]:

- _ Energie: 41%
- _ Transport: 42%
- _ Procédés industriels: 12%
- _ Autres: 5%

Le dioxyde de soufre (SO₂) : ce gaz est produit naturellement par les volcans, il peut également être produit par différents procédés industriels comme les industries métallurgiques et les raffineries de pétrole. Ce gaz, toxique pour tous les êtres vivants. La figure 1-2 présente les différentes sources d'émissions de SO₂ enregistrées pendant l'année 2010. [5] En 2001, en France, les sources d'émissions de SO₂, par secteurs d'activité économique sont [6]:

- _ Energie: 93%.
- _ Transport: 4%.
- _ Procédés industriels: 2%.
- _ Autres: 1%.

Les oxydes d'azote (NO_x) : ils comprennent notamment le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ce sont des gaz fortement toxiques qui résultent de l'oxydation de l'azote de l'air par l'oxygène à température élevée, phénomène qui se

produit généralement lors des processus de combustion en particulier dans les moteurs à combustion interne et les centrales thermiques (Arqués, 1998). [5]

En 2001, en France, la répartition sectorielle des sources d'émission des NOX est la suivante [6]:

- _ Energie: 45%
- _ Transport: 52%
- _ Procédés industriels:1%
- _ Autres: 2%.

Les composés organiques volatiles (COV) : leur définition est spécifiée dans la Directive Européenne 2008/50/CE. Il s'agit des « composés organiques provenant de sources anthropiques et biogènes, autres que le méthane, capables de produire des oxydants photochimiques par réaction avec des oxydes d'azote sous l'effet du rayonnement solaire ». L'émission anthropique des COV dans l'atmosphère provient de différentes sources, comme la combustion incomplète dans des moteurs ou des centrales thermiques, l'évaporation de produits raffinés... [5]

Pour 2001, les émissions des COV par secteur d'activité en France sont [6]:

- _ Energie: 19%
- _ Transport: 25%
- _ Procédés industriels:4%
- _ Utilisation des solvants: 29%
- _ Agriculture: 1%
- _ Autres: 22%

Les particules en suspension : ces particules (notées « PM » en anglais pour « *Particulate Matter* ») sont d'une manière générale les fines particules solides ou liquides en suspension dans l'air. Ces particules sont définies dans la directive 1999/30/CE comme « les particules passant dans un orifice d'entrée calibré avec un rendement de séparation de 50% pour un diamètre aérodynamique de 10 μm (cas des PM10) ou de 2,5 μm (cas des PM2,5) ». Ces particules proviennent de sources naturelles comme les éruptions volcaniques, la végétation (pollens...)... ou de sources anthropiques comme les émissions industrielles, la combustion des fossiles combustibles... On distingue 4 types de particules (C.E., 2008): [5]

- ✓ **PM₁₀** particules en suspension dans l'air, d'un diamètre aérodynamique (ou diamètre aéraulique) inférieur à 10 μm ;
- ✓ **PM_{2,5}** dont le diamètre est inférieur à 2,5 μm , appelées « particules fines » ;
- ✓ **PM₁** dont le diamètre est inférieur à 1,0 μm , appelées « particules très fines » ;
- ✓ **PM_{0,1}** dont le diamètre est inférieur à 0,1 μm , appelées « particules ultrafines » ou nanoparticules.

L'augmentation des concentrations en particules dans l'air est corrélée avec l'augmentation des maladies cardiovasculaires, des allergies, des cancers du poumon, ce qui conduit à une diminution de l'espérance de vie (Pascal, 2009).

Une étude faite en 1995 sur le parc automobile de la ville de Marseille montrée la répartition suivante des sources d'émissions de particules d'origine automobiles [6]:

- _ 87% pour les véhicules diesel,
- _ 12% pour les véhicules essence sans catalyseur,
- _ 1% pour les véhicules essence avec catalyseur

Le Méthane : ce gaz n'est pas réglementé en tant que polluant dans l'atmosphère par les Directives Européennes, Il est l'un des principaux gaz à effet de serre et a un rôle important dans le réchauffement climatique. Depuis l'ère industrielle, la concentration de méthane n'a cessé d'augmenter dans l'atmosphère. Elle est passée de 700ppbv au début du 19ème siècle à 1750 pp b v aujourd'hui en raison de l'augmentation des activités humaines liées à l'industrialisation et à l'urbanisation (Figure 1-2). (5)

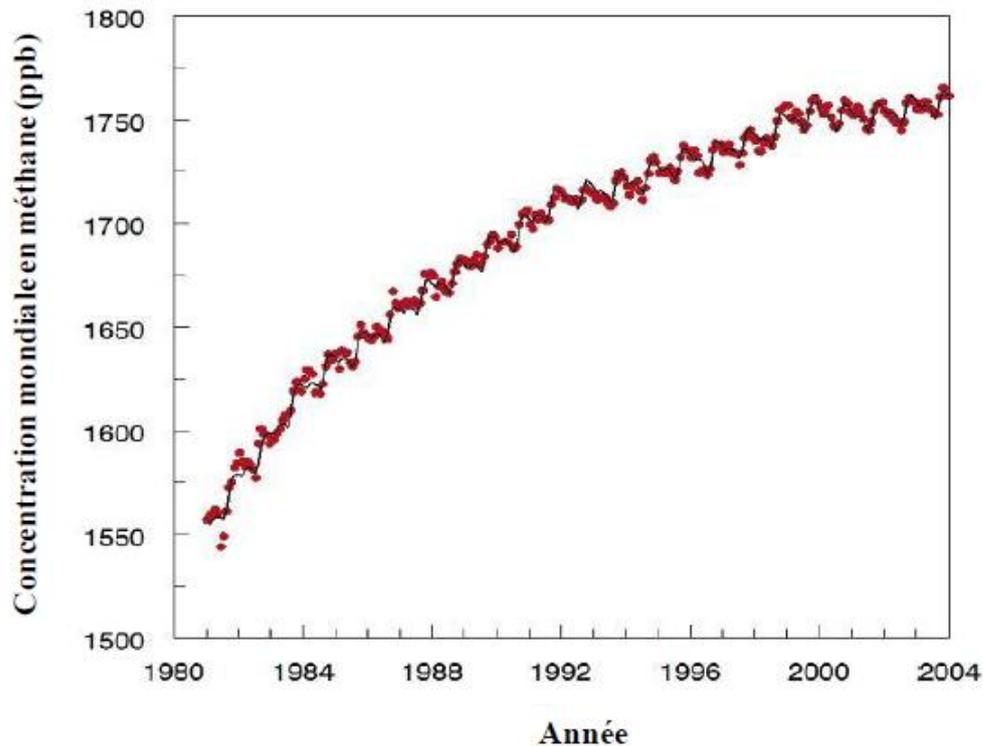


Figure 1.2 : Augmentation de la concentration du méthane dans le monde durant les 30 dernières années. Source : OMER710

I.2.2. Les polluants secondaires

Ce sont les polluants présents dans l'atmosphère qui se forment à la suite de réactions mettant en jeu les composés émis par des sources primaires ou encore qui ne proviennent pas d'une source directement polluante. Leur présence dans l'atmosphère est difficile à réguler car leur existence ne provient pas directement des activités anthropiques. [5]

L'Ozone : dans la basse atmosphère et sous des conditions climatiques particulières (comme une augmentation de l'irradiation solaire), en zone urbaine, les émissions de précurseurs sont importantes : les hydrocarbures et les oxydes d'azote sont donc présents en grande quantité. Beaucoup d'ozone se formera mais, celui-ci réagira très vite, une fois formé, avec le monoxyde d'azote dont l'apport est constant. L'ozone sera donc en partie consommé au niveau des agglomérations et généralement présent en faible quantité. [5]

Proxy-acyle-nitrates (PAN)

Le *smog* photochimique est produit en été dans les régions de fort ensoleillement, à partir des polluants primaires que sont les NOX et les hydrocarbures (HC). Ces éléments

appelés précurseurs donnent naissance aux polluants secondaires appelés oxydants photochimique dont le nitrate de peroxyacyle (PAN) est un exemple.

Le PAN fut le premier composé hautement redoutable détecté dans l'atmosphère alors qu'il n'y avait pas été émis et dont la formation est directement liée à un désordre manifeste

de la photochimie atmosphérique.

Ce processus ayant une très forte énergie d'activation, sa vitesse décroît très rapidement avec la température.

Le temps de résidence du PAN est alors de l'ordre de 20 à 30 jours. En conséquence dans la haute troposphère, où l'hiver aux latitudes moyennes ou dans les zones polaires le

PAN joue un rôle de réservoir de NOX pouvant transiter sur de longues distances.

La photolyse du méthylglyoxal et du biacétyle produit des radicaux acétyles qui en présence d'oxydes d'azote donne du PAN. Compte tenu de l'abondance des précurseurs, cette

voie de formation du PAN est peut être aussi importante que celle précédemment identifiée à

savoir la formation d'acétaldéhyde par oxydation de certains alcanes et alcènes suivie de

l'attaque par les radicaux OH ou NO₃ de cet aldéhyde [6].

I.2.Météorologie et pollution atmosphérique

Le déplacement des polluants depuis leur source, c'est-à-dire leur dispersion, est un facteur déterminant de leur accumulation ou leur dilution dans l'atmosphère. La dispersion dépend de plusieurs paramètres dont les conditions météorologiques, la topographie locale (altitude, relief, cours d'eau, etc.) et aussi les réactions chimiques.

Il y a une forte corrélation entre les concentrations en composés polluants (en nombre et en masse) lorsque l'on se trouve en milieu confiné dans des conditions où la chimie atmosphérique ne peut se produire avec des cinétiques analogues à celles observées en milieux ouverts.

Il y a plusieurs facteurs météorologiques qui interviennent dans le transport et la dispersion des polluants. Mais le vent, la température et l'humidité sont les trois facteurs dominants. [6]

I.2.1. Influence du vent

La vitesse du vent est un facteur important dans les variations des concentrations des polluants. Cependant, les vents plus forts provoquent une grande dilution des polluants et, par conséquent, des concentrations très faibles.

Le vent tend à disperser la pollution surtout en l'absence de relief. En zone montagneuse, si les polluants rencontrent une barrière montagneuse, la pollution peut alors retourner en arrière et revenir sur son site d'origine; c'est plutôt l'accumulation. C'est le cas des villes situées dans des cuvettes en montagne.

La direction du vent est un facteur clé dans la détermination de la destination des polluants. [6]

I.2.2. Influence de la température

Toute différence de température dans un gaz modifie sa densité, un mouvement se produisant alors au sein du fluide du fait de la poussée d'Archimède. C'est le mouvement de brassage (convection), dans lequel les parties les plus chaudes du fluide ont tendance à s'élever et les parties froides et denses à descendre.

Dans la troposphère la convection a lieu lorsque la surface de la terre se réchauffe par les rayonnements solaires: l'air chaud, chargé de polluants locaux, au niveau du sol devient moins dense et plus léger, il se lève. Cependant, si les températures s'inversent, celle du sol est plus basse que celles des couches supérieures, les polluants restent piégés proches de la surface terrestre. C'est alors la réduction de la dispersion verticale des polluants.

Les épisodes de forte pollution dans plusieurs villes d'Europe en janvier 1985 et 1987, par exemple, ont été favorisés par ce facteur climatique. La présence d'une masse d'air froid hivernal a provoqué un blocage des mouvements au voisinage du sol. L'effet d'îlot de chaleur a contribué à la formation des dômes de polluants au-

dessus de ces agglomérations. La persistance de ces dômes a entraîné une élévation rapide de la pollution de l'air et la formation de smog. [6]

1.2.3. Influence de l'humidité

L'humidité capte les particules polluantes. Ainsi la condensation de vapeurs saturées en gendre la formation de particules en suspension dans l'atmosphère.

Ces acides créés par la combinaison de l'humidité atmosphérique avec les émissions de gaz polluants sont à l'origine des pluies acides. . [6]

1.3.Échelles spatiales de la pollution atmosphérique

Il y a trois types d'échelles sont couramment distingués: la micro échelle, la méso échelle et la macro échelle.

1.3.1. Micro échelle

À cette échelle, on parle de la pollution locale (en milieu urbain). Elle est constatée à proximité immédiate des sources de pollution. Elle correspond à la pollution localisée par exemple sur une rue mal ventilée, une artère très fréquentée à l'heure de pointe, ou dans un quartier à l'intérieur d'une même agglomération; l'espace concerné est de l'ordre d'une dizaine de km² et dans le temps, les processus sont étudiés pendant des périodes variant de l'heure à l'année.

Les polluants en jeu sont principalement le monoxyde de carbone (CO), l'ozone(O₃)produite par les oxydes d'azote (NOX), les hydrocarbures non méthaniques(HCNM) et les composés organiques volatils (COV). La transformation photochimique de ces gaz en ozone est plus ou moins accentuée selon la situation géographique (vallée encaissée),la situation climatique (ensoleillement, la vitesse du vent) ou encore les activités industrielles. Tous ces gaz sont principalement émis par les véhicules automobiles. Les particules émises sur tout par les moteurs diesel sont une autre source de pollution localisée. Par rapport à d'autres échelles, l'échelle urbaine nécessite un traitement spécifique tenant compte du bâti. [6]

1.3.2. Méso échelle (la pollution à l'échelle régionale)

Les polluants émis par les différentes sources locales sont, dans certaines conditions climatiques, déplacés plus haut dans l'atmosphère, réduisant ainsi leur concentration

sur le site même. Ces polluants peuvent ensuite être transportés sur de grandes distances (plusieurs milliers de kilomètres) et provoquer des effets nocifs dans des régions très éloignées de leur lieu d'émission. Les processus engagés ont des temps d'action qui s'étendent sur plusieurs années. Les pluies acides sont un exemple de phénomènes regroupés dans le terme de cette échelle. L'action de cette pollution dépend largement du régime météorologique (précipitation au sol par la pluie, dispersion par le vent...). Les fortes pollutions au niveau d'une grande agglomération sont essentiellement liées à la présence d'ozone (et donc à la production de NOX) et d'hydrocarbures non méthaniques. [6]

I.3.3. Macro échelle (la pollution à l'échelle planétaire)

Elle correspond à une pollution à l'échelle de la planète. Les polluants responsables de la pollution à très grande échelle, différents de ceux cités précédemment, sont ceux qui dégradent la couche d'ozone à haute altitude et le CO₂, responsable à plus de 90% de l'effet de serre. Ce dernier touche nombreux secteurs comme le cycle de carbone, le système climatique, le système agricole, les océans, la planification énergétique et les comportements sociaux et économiques. Ici la dimension temporelle porte sur plusieurs siècles. Il n'existe pas vraiment de délimitation nette entre ces échelles. Alors cette classification reste relative, mais utile pour la reconnaissance des priorités, pour le choix des méthodes, pour la modélisation et l'appréciation des résultats (degré de résolution). Ainsi, un cas de pollution de quartier ne s'étudie pas avec la même optique qu'un cas de pollution dans une vallée. [6]

I.4. Les sources de pollution atmosphérique

Comprennent: les sources de pollution atmosphérique: les sources naturelles et les sources artificielles, qui sont les suivantes:

Les ressources humaines sont la plus grande contribution à la pollution atmosphérique à notre époque qui provient de l'influence humaine, y compris [7]

I.4.1. Les émissions de carburant Fossile

La combustion de combustibles fossiles tels que le pétrole et le charbon est l'une des principales causes de la pollution de l'air, qui est couramment utilisée dans les centrales électriques, les usines, les fours, les incinérateurs de déchets et les appareils de chauffage qui doivent brûler du carburant pour fonctionner. De l'industrie, environ 21% aux États-Unis, et une étude menée en 2013 a montré que le transport produit

plus de la moitié de la quantité de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote, et plus d'un quart de la quantité d'hydrocarbures rejetés dans l'air des États-Unis. [6]

I.4.2. Agriculture et élevage :

Les gaz à effet de serre sont produits à partir de l'agriculture et de l'élevage en raison de plusieurs facteurs, dont l'un est la production de méthane à partir du bétail, et l'autre est la déforestation, qui sont deux raisons liées l'une à l'autre, car le besoin de pâturages nécessite d'éliminer les arbres qui consomment du carbone et purifient l'air, et selon le rapport du Comité international sur le changement climatique représente l'agriculture 24% des émissions annuelles de gaz à effet de serre, et cette estimation n'inclut pas le dioxyde de carbone que les systèmes environnementaux éliminent de l'atmosphère. [6]

I.4.3. Déchets

Il est courant que les décharges libèrent du méthane, qui est l'un des principaux gaz à effet de serre, et l'augmentation de la quantité de déchets est proportionnelle à la croissance démographique croissante, ce qui nécessite une augmentation des décharges loin des environnements urbains, et les scientifiques de l'environnement se rendent compte que la Terre a de nombreuses voies d'autorégulation. Et quand il s'agit de l'atmosphère, ces mécanismes consomment du carbone et d'autres polluants pour s'assurer que son écosystème reste équilibré, mais malheureusement l'influence croissante de l'humanité sur la planète menace de modifier cet équilibre en permanence, ce qui provoque la production de pluies acides et de brouillard, et augmente l'intensité du phénomène de réchauffement. Il provoque également de nombreuses maladies qui affectent la santé des organismes vivants. [6]

I.4.4. Les sources naturelles

les microparticules naturelles, telles que: la poussière, le sel de mer, le pollen, les spores et les restes d'organismes animaux et végétaux provoquent la pollution de l'air, et les émissions volcaniques libèrent de grandes quantités de gaz et de particules nocives dans l'atmosphère, comme cela s'est produit en Indonésie en 1815 après JC, lors d'explosions. L'éruption volcanique qui s'est produite au niveau du volcan Tambora, environ 100 milliards de tonnes de matière volcanique ont été jetées dans

l'atmosphère, dont 300 millions de tonnes ont atteint la stratosphère dans l'atmosphère, ce qui a conduit à une diminution de la température moyenne de la Terre à 0,7 ° C, en plus des émissions du volcan Etna. Il variait de 3 000 tonnes de dioxyde de soufre par jour typique à environ 10 000 tonnes pendant les périodes d'activité du volcan. [6]

Une autre source de polluants naturels est ce que les incendies de forêt dans les zones rurales produisent - périodiquement - à partir de grandes quantités de micro-matériaux qui sont rejetés dans l'atmosphère, et les coups de foudre produisent de grandes quantités d'oxydes d'azote, et les algues à la surface des océans libèrent du sulfure d'hydrogène, et des processus d'érosion éolienne sont également libérés. Les particules dans l'atmosphère et les zones humides libèrent du méthane. [6]

1.5.Effets à court terme et à long terme des polluants atmosphériques sur la santé

1.5.1.Effets à court terme des polluants atmosphériques sur la santé

Cet effet est globalement marginal par rapport aux conséquences de la pollution de fond. Les conséquences sont de nature respiratoire (symptômes irritatifs, exacerbations d'asthme et de BPCO) et cardiovasculaires (troubles du rythme, infarctus), notamment chez le sujet âgé. Les nourrissons et les jeunes enfants représentent une population en sursis à risque accru de symptômes ORL et bronchiques. On parle davantage des pics de pollution car les seuils réglementaires à partir desquels ils sont déclenchés ont été abaissés. Ces seuils ne sont pas toujours respectés. La surmortalité suivant un pic de pollution est encore observée, chez des patients souffrant de maladie cardiovasculaire ou respiratoire chronique, mais n'a plus l'ampleur des années d'après-guerre. [7]

1.5.2.Effets à long terme En termes d'effets sur la santé

Le niveau moyen annuel de pollution, notamment particulaire, a un impact plus important que celui de pics de pollution car les effets chroniques rendent compte de 90% de la morbidité et mortalité observées. Les effets sanitaires sont beaucoup mieux connus grâce à des études épidémiologiques puissantes s'appuyant sur des effectifs importants. On décrit ainsi de «nouveaux» effets sanitaires (sur la croissance, la reproduction, le risque thrombotique ou diabétique) qui passaient jusqu'à lors inaperçus avec les méthodes épidémiologiques traditionnelles. Quinze pourcent des

nouveaux cas d'asthme et de cancer bronchiques seraient liés à la pollution atmosphérique.

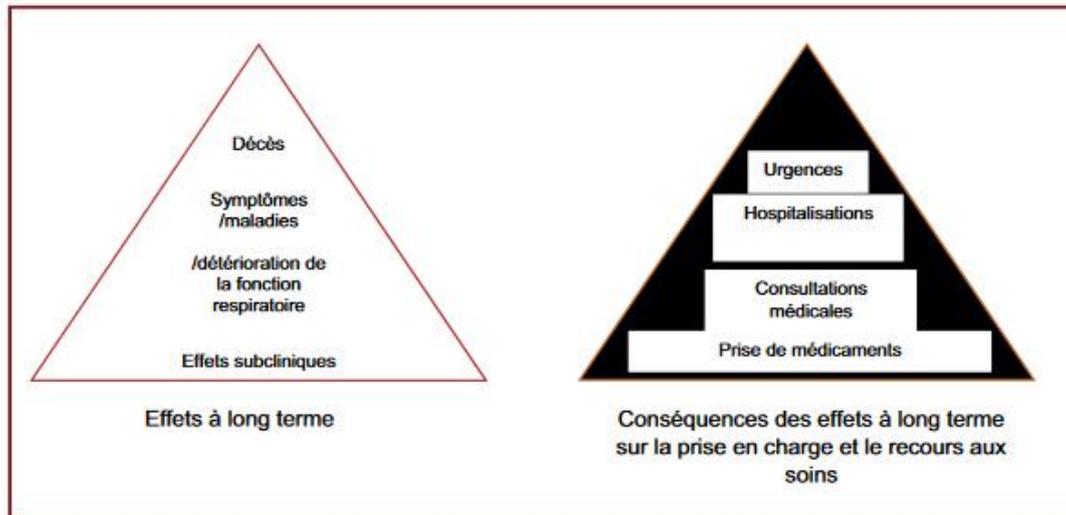


Figure 1.3. Pyramide des effets à long terme sur la santé respiratoire de la pollution atmosphérique et de leurs conséquences sur la prise en charge et le recours aux soins.

1.6. Effets des expositions prolongées des polluants atmosphériques

1.6.1. Effets des expositions prolongées des polluants atmosphériques de l'extérieur des locaux

Morbidité

Les résultats des premières études nord-américaines, publiées au début des années 1990, ont été confortés depuis par plusieurs travaux européens, dont le suivi à long terme de l'enquête PAARC (pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques) en France. Quelques études ont montré que l'exposition prolongée à la pollution urbaine pouvait augmenter la morbidité (symptômes, maladies, recours aux urgences à la suite de celles-ci. . .) et diminuer de façon durable la fonction respiratoire, notamment lors du suivi des sujets. L'exposition à des concentrations élevées des polluants urbains estimées à proximité de l'adresse de résidence a été reliée aux symptômes évocateurs de bronchite chronique parmi les résidents âgés de plus de 65 ans de l'agglomération de Bordeaux (Étude 3C). Quelques études ont montré un lien entre la pollution due au trafic automobile et l'asthme et les allergies de façon prospective, la seule démarche qui permette d'établir la responsabilité de la pollution liée au trafic routier dans l'augmentation de la fréquence de ces pathologies. Dans la cohorte PIAMA (*prevalence and incidence of asthma and mite allergy*), à l'âge de 4 ans on observait un risque accru de développer plusieurs

indicateurs de santé allergique et respiratoire parmi les enfants ayant été exposés à des concentrations élevées des traceurs du trafic à la naissance. De même, les données provenant de l'intégration des études de cohorte GINI (*German infant nutritional intervention*) et LISA (*influences of lifestyle-related factors on the immune system and the development of allergies*) ont montré une association significative entre l'exposition aux PM_{2,5} et l'asthme chez les enfants. [8]

Mortalité

En raison des effets aigus de la pollution atmosphérique et des interactions existantes entre pathologies aiguës et chroniques, il n'est pas facile de distinguer les effets chroniques de la pollution sur la mortalité de ceux aigus. Typiquement dans des zones urbaines, on observe une augmentation de 9 % du risque de décéder d'une pathologie cardio-pulmonaire pour un incrément de 10 µg/m³ de particules fines et de 4 % pour un incrément de 10 ppb d'ozone. Plusieurs études de cohortes américaines et européennes, dont une française, suggèrent aussi une augmentation significative du risque de cancer du poumon, bien qu'inférieure à celle causée par le tabac : un accroissement de la pollution particulaire de 10 µg/m³ est associé à un risque relatif significatif de 1,1 à 1,5. Une méta-analyse a estimé entre 15 et 21 % l'augmentation du risque de décès par cancer du poumon pour chaque augmentation de 10 µg/m³ des PM_{2,5}. Les effluents diesel sont particulièrement suspects et à l'issue d'une réunion de spécialistes internationaux, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), qui fait partie de l'OMS, a classé les gaz d'échappement des moteurs diesel comme étant cancérigènes pour l'homme (groupe 1), sur la base d'indications suffisantes prouvant qu'une telle exposition est associée à un risque accru de cancer du poumon. [8]

I.6.2. Effets des expositions prolongées des polluants atmosphériques Effets des expositions des polluants atmosphériques de l'intérieur des locaux

Morbidité

La pollution de l'air à l'intérieur des locaux peut accroître le risque de phénomènes d'irritation, de sensibilisation allergique, de symptômes et maladies respiratoires aigus ou chroniques et d'atteinte fonctionnelle pulmonaire. Plus aucun doute n'existe sur la nocivité du tabagisme passif in utero et environnemental qui constitue une autre source de particules respirables. Les enfants de mères fumeuses ont un risque accru

d'asthme, de symptômes respiratoires, de baisse de la fonction respiratoire, d'otites et de mort subite du nourrisson et chez l'adulte, le tabagisme environnemental a été mis en relation avec les cancers du poumon et de la sphère ORL même chez les femmes non fumeuses dont les époux fument. Les particules respirables (PM10 et 2,5 μ m [PM2,5]) ont été reliées à plusieurs symptômes et maladies respiratoires, mais peu sont les études les ayant mesurées directement. Cependant, l'utilisation domestique de bois et de charbon, autre source connue de particules respirables, a été impliquée dans les sifflements thoraciques accompagnés par une gêne respiratoire, la toux, le crachat, la bronchite et les cancers bronchiques, même dans les pays industrialisés. Le dioxyde d'azote a été mis en relation avec les infections respiratoires aiguës, les symptômes respiratoires et l'asthme. D'autres études ont mis en relation la présence de cuisinières et chauffages à gaz, source de NO₂, avec un excès de symptômes respiratoires dont la dyspnée chez l'adulte. Les produits ménagers qui représentent un mélange de COV ont été mis en relation avec l'asthme chez des femmes au foyer ainsi que chez des enfants dont les mères les avaient utilisés pendant la grossesse. [8]

Mortalité

L'exposition au tabagisme passif et à la biomasse a été associée avec un excès de mortalité par cancer et BPCO. Des estimations conservatrices minimales récentes ont montré que dans le monde la pollution de l'air intérieur est responsable chaque année d'environ 4,3 millions de décès, imputables aux infections respiratoires aiguës chez les enfants âgés de moins de 5 ans à la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) et du cancer pulmonaire davantage chez les femmes surtout parmi celles exposées à la biomasse. [8]

I.7. Des populations plus sensible ou vulnérable, ou plus exposées que d'autre

Il existe une grande variabilité individuelle dans la susceptibilité aux polluants atmosphériques. Certaines populations sont plus sensibles que d'autres en termes d'effets sur la santé : [9]

- les femmes enceintes
- les enfants dont les poumons ne sont pas complètement formés (la fin de la croissance de l'appareil pulmonaire se produit vers 10-12 ans) ;
- les personnes âgées, plus sensibles en raison du vieillissement des tissus respiratoires ainsi que d'une diminution des défenses respiratoires ;

- les personnes souffrant de pathologies chroniques (maladies respiratoires chroniques allergiques et asthmatiques ou maladies cardio-vasculaires), les diabétiques ;
- les fumeurs, dont l'appareil respiratoire est déjà irrité par le tabac.
- les personnes pratiquant une activité sportive en extérieur soumises à une exposition plus importante (augmentation de la ventilation). [26]

I.8. Effets de la pollution atmosphérique

L'air est un élément essentiel pour cette vie, et la pollution de cet élément affecte beaucoup de plusieurs manières, notamment: Ses effets sur l'homme en termes de risques pour la santé. Les substances toxiques dans l'air sont définies comme toute substance inhabituelle en suspension dans l'air et causent des difficultés à exécuter les fonctions normales des organes du corps, selon Pour les données et les études, les principaux effets sont principalement sur le système respiratoire, le cœur, les yeux, le système immunitaire, la peau et d'autres différents systèmes corporels, et il convient de noter que la toxicité des cellules peut provoquer de nombreux cancers à long terme, et d'autre part, une petite quantité de substances toxiques peut affecter Cela affecte gravement les personnes âgées, les enfants et les personnes souffrant de maladies respiratoires et cardiaques. [10]

I.8. 1.Système respiratoire

Le système respiratoire est la première ligne de défense pour protéger le corps des polluants atmosphériques - comme la poussière et le benzène - qui pénètrent dans le corps par les voies respiratoires, et l'étendue des dommages au système respiratoire dépend de la quantité de polluants inhalés, du dépôt de ces polluants dans les cellules et de la première partie du système touchée Les bronches respiratoires sont les bronches, car elles sont irritées et entraînent des troubles de la voix, et les polluants atmosphériques provoquent de nombreuses maladies, notamment l'asthme et le cancer du poumon, et certaines études ont montré qu'il existe un lien entre les polluants atmosphériques industriels et un risque accru de développer une maladie pulmonaire obstructive chronique. [10]

I.8. 2.Maladies cardiaques

De nombreuses études épidémiologiques expérimentales ont montré un lien direct entre l'exposition aux polluants atmosphériques et les maladies cardiaques, car ces polluants affectent le nombre de globules blancs, qui à leur tour affectent les fonctions cardiovasculaires, et les polluants atmosphériques associés aux mouvements de la circulation augmentent la proportion d'oxyde d'azote dans Il provoque l'élargissement des ventricules droit et gauche. . [10]

1.8. 3.Le système nerveux

Psychologique Les effets des polluants atmosphériques sur le système nerveux ont toujours fait l'objet de controverses. Néanmoins, on pense que ces substances toxiques en suspension dans l'air nuisent au système nerveux, et leurs effets comprennent: des complications neurologiques et des troubles mentaux, et la faiblesse du système nerveux peut entraîner des conséquences graves, notamment chez les nourrissons, et les troubles augmentent De nouvelles études ont indiqué une relation entre ces polluants, l'hyperactivité nerveuse et l'activité criminelle, et d'autres études ont révélé une relation entre les polluants atmosphériques et le risque de névrite, de maladie d'Alzheimer et de maladie de Parkinson. [10]

1.8. 4.Peau

La peau est la première ligne de défense du corps contre les agents pathogènes étrangers, et le premier endroit où elle est affectée par les polluants, et la proportion d'absorption cutanée des polluants est égale au taux d'absorption respiratoire de ceux-ci, et de nombreuses études sur la peau ont prouvé que les oxydes, la matière organique volatile et les particules fines ont un grand effet sur le vieillissement La peau, en plus de causer de nombreuses pigmentations sur le visage, et en théorie les polluants toxiques peuvent causer des dommages aux organes lorsqu'ils sont absorbés par la peau, car certains d'entre eux sont des produits chimiques qui causent le cancer du foie. [10]

1.8.5.Autres problèmes

Des études ont montré que les polluants atmosphériques associés aux mouvements de la circulation peuvent provoquer l'autisme chez les fœtus et les enfants, et que les produits chimiques qu'ils contiennent peuvent ouvrir la voie à une déformation

endocrinienne et à l'apparition de troubles neurologiques, et d'autres études ont montré qu'il existe une corrélation entre l'exposition à ces polluants et la croissance des fœtus, et la taille de la tête des fœtus tardivement. Mois de grossesse, faible poids à la naissance. Il ne faut pas oublier qu'une mauvaise qualité de l'air peut entraîner un déséquilibre du système immunitaire pouvant entraîner des complications graves telles que: Une augmentation anormale du taux d'immunoglobulines sériques. Quant aux effets de la pollution de l'air sur les yeux, ils provoquent une irritation et parfois un syndrome de l'œil sec, et une exposition chronique à ces polluants conduit à une rétinopathie. [10]

I.9. Échelle de pollution atmosphérique

La qualité de l'air est mesurée à l'aide de l'indice de qualité de l'air, qui fonctionne comme un thermomètre et varie de 0 à 500 degrés; Comme cet indicateur montre des changements dans la quantité de pollution atmosphérique, si elle est inférieure à 50 degrés, par exemple, cela indique que la qualité de l'air est bonne et qu'une personne peut passer du temps à l'extérieur, et la pollution de l'air ne posera aucun risque pour sa santé, et plus l'indice est élevé, plus le risque est grand pour la santé. [11]

Quant à la méthode de mesure des polluants, elle se fait en collectant des appareils au sol et certains satellites spécialisés pour des informations importantes sur ce qui se trouve dans l'air, par exemple le satellite GOES-R sur veille la pollution atmosphérique avec des particules toutes les 5 minutes pendant la journée, et le satellite JPSS surveille la pollution de l'air. Avec des particules telles que le smog, la poussière, les particules et les cendres volcaniques, il mesure également la poussière atmosphérique du globe entier avec une grande précision une fois par jour et mesure le monoxyde de carbone gazeux produit par les incendies de forêt. (11)

Conclusion

Dans ce chapitre sont présentés les différents composés chimiques intervenant dans la pollution atmosphérique, les différentes activités humaines responsables des émissions correspondantes. Le trafic automobile apparaît comme un facteur important.

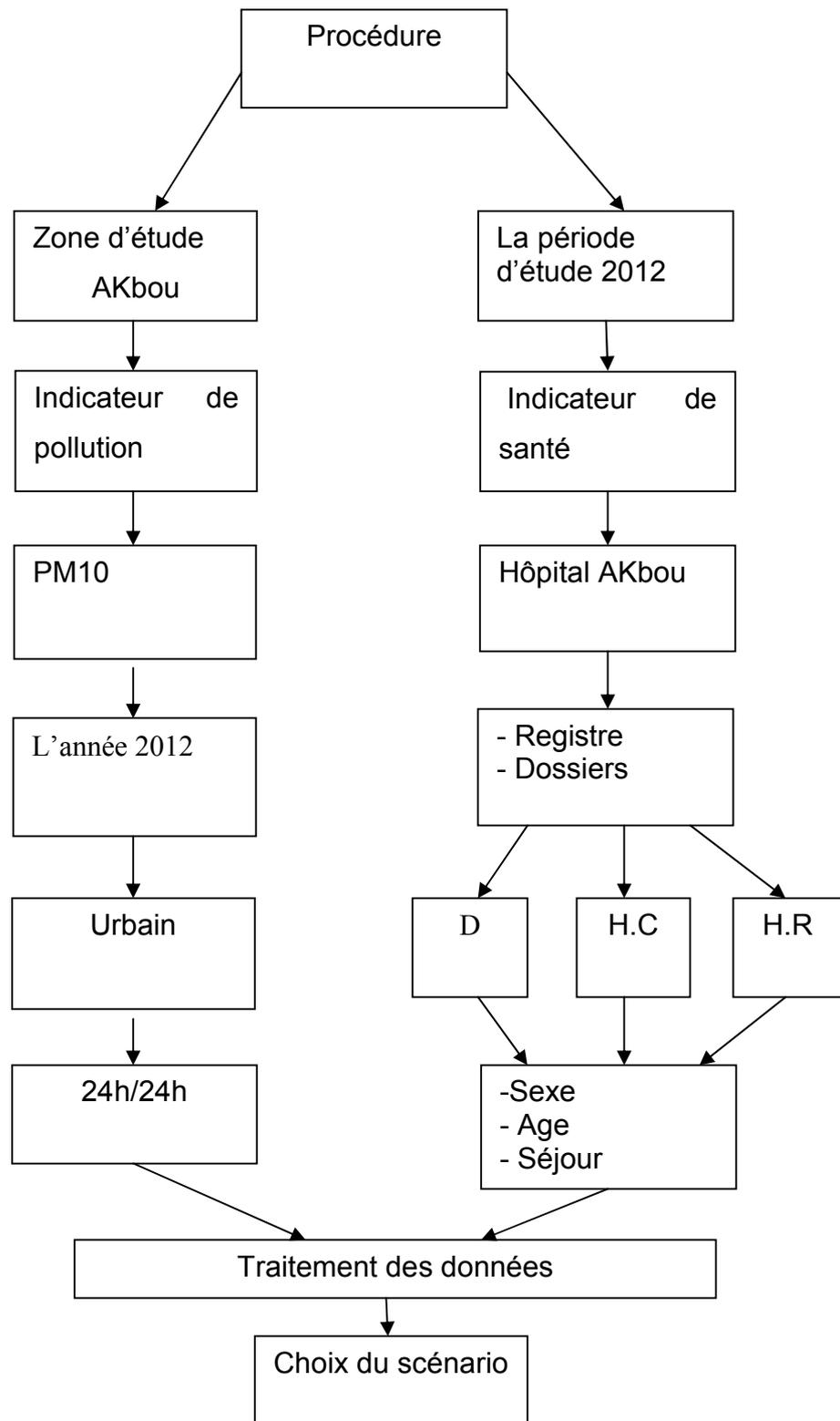
Nous avons indiqué les conséquences néfastes que la pollution atmosphérique peut avoir sur la santé de l'homme.

II. Matériels et méthodes

Introduction

Dans le cadre de l'évaluation des effets sanitaires de la pollution atmosphérique dans la région d'AKbou (Béjaia), les études sont rare de réalisée malgré le risque de santé publique que présente la station d'industrie sur une population de 78454 habitants. Dans ce contexte, l'étude que nous avons réalisée permettra d'avoir une idée sur la qualité de l'air, dans cette région et d'évaluer ses impacts sur la santé de sa population.

Pour réaliser notre étude, nous avons suivi le protocole du diagramme ci-dessous.



II.1. Présentation des zones d'étude

Notre étude comprend la zone de AKbou et ses environs : Akbou, Seddouk, Tasmalt, Chellata, Ighrem, Ouzellagen, Tamokra, Amalou, M'cisna, Bou hamza,

Béni Maouche, boudjellil, B.Mllikeche, Ighil Ali et Ait R'zine qui sont des zones plus touchées par la pollution atmosphérique (Figure. II .1.).Le choix de cette zones est car la distribution des industries.

II.1.1. Situation géographique Akbou

Est une ville située dans la wilaya de Bejaïa d'altitude minimale 180 m, maximale 400 m, moyenne 290 m. Elle est de 52,18 km² de superficie. Elle est limité au nord par la commune de Chellata, au sud par les communes d'AitR'zine et Amalou, à l'est par la commune d'Ouzellaguen, et ouest par les communes de Tazmalt et Ighrem. Sa Coordonnées géographiques est de 36° 27' 0" Nord, 4° 33' 0" Est. (Figure. II .1.)



Figure II .1. Situation géographique de la région Akbou.

II.1.2. Population de secteur sanitaire d'Akbou

Le secteur sanitaire d'Akbou s'étend sur une superficie de 52,18 Km². Il reçoit des patients des différentes régions citées dans le tableau 2. Selon les statistiques affichées dans le site de l'Office National des Statistiques (ONS) (ONS, 2020), concernant le recensement de 2008 fait sur la population algérienne, le nombre total des habitants de cette région est de 78 454 habitants dans une densité de 1002,0/ Km² et qui sont répartis sur les communes de domiciliation, comme indiqué dans le tableau 01.

Tableau II.1. Répartition de la population du secteur sanitaire d'Akbou selon les communes.

Communes de domiciliations des patients	Nombre d'habitants
<u>Akbou</u>	78 454
<u>Tasmalt</u>	48 874
<u>Chellata</u>	9 770
<u>Ighram</u>	12 387

Béni Maouche	13 412
Tamokra	4 015
Seddouk	46 239
Ouzellagen	22 719
Amalou	8 602
M'cisna	7 941
Bou hamza	9 123
Boudjellil	11 486
B Mlikeche	8 497
Ighil Ali	24 089
Aït R'zine	14 563

II.2. Période d'étude

Les données quotidiennes collectées sur la mortalité et les admissions hospitalières ont été collectées concernant les malades souffrant des pathologies cardiovasculaire et respiratoires à l'Etablissement Public Hospitalier (EPH) de AKbou (Béjaia) sont collectées dans la période de Janvier à Décembre 2012 pour les deux sexe.

II.3.Climatologie générale

Akbou possède un climat méditerranéen chaud avec été sec (Csa) selon la classification de Köppen-Geiger. Les étés sont court, très chaud, sec et dégagé dans l'ensemble et les hivers sont long, frisquet, précipitation et partiellement nuageux. Au cours de l'année, la température varie généralement de 4 °C à 35 °C et est rarement inférieure à 0 °C ou supérieure à 38 °C.

II.3.1.Température et précipitation

Pour l'année 2012, la température moyenne à AKbou est de 15.8°C et les

précipitations moyenne est de 10.4 mm. Le tableau 02 présente les moyennes mensuelles et annuelles de la température et des précipitations de la région d' AKbou Pour l'année 2012.

Tableau II.2. moyennes mensuelles de la température et des précipitations de la Région d'AKbou durant l'année 2012.

Mois	Jan	Fév	Mar s	Avr	Mai	J	Jui	A	S	O	N	D
T (M+m)/ 2	6.1	7.1	10.1	13. 1	18	23. 9	27. 6	2 7	21. 9	16. 8	10. 6	6.9
P (mm)	30. 6	25. 7	32.8	39. 4	38. 8	28. 9	10. 4	1 2	40. 9	35. 4	33. 8	29. 9
nombre de jours de pluie	6	6	6	6	4	2	1	2	4	5	6	7

T(c°) : températures maximales mensuelles moyennes.

P (mm) : précipitation moyennes mensuelles.

M (c°) : températures moyennes mensuelles maximales.

m (c°) : températures moyennes mensuelles minimales.

II.3.2. Diagramme climatique

Ce diagramme est représenté les températures et les précipitations moyennes mensuelles et le nombre des jours de pluie. Et déterminé la période sèche.

T(c°) : températures maximales mensuelles moyennes.

P (mm) : précipitation moyennes mensuelles.

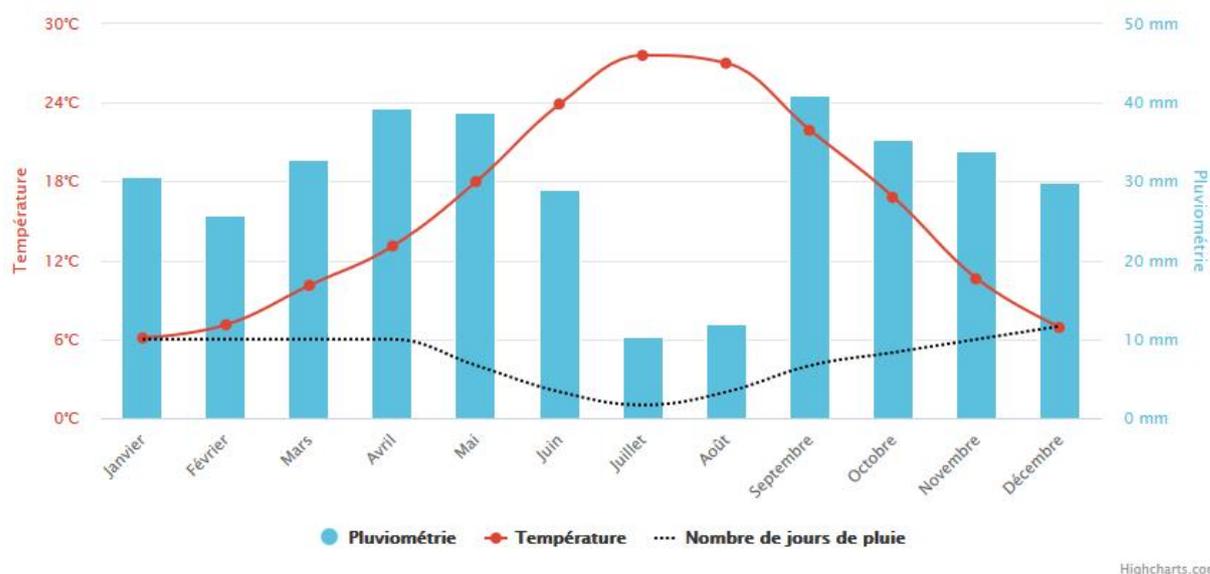


Figure II .2. Diagramme climatique d'AKbou en 2012.

Les précipitations moyennes de 10.4 mm font du mois de juillet le mois le plus sec. En septembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 40.9 mm.

Au mois de juillet, la température moyenne est de 27.6°C. Juillet est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année.

La période sèche est étendue depuis le mi-Mai jusqu'au mois de Septembre, l'équivalent de

Trois mois et demi.

II.4. Recueil des données d'aspect sanitaire

Les données sur la mortalité et les admissions hospitalières ont été collectées concernant les malades souffrant des pathologies cardiorespiratoires à l'Établissement Public Hospitalier (EPH) d'AKbou.

A partir des registres annuels disponibles au service médecine interne, nous avons sélectionné parmi toutes les admissions de l'année celles dues aux pathologies de l'appareil respiratoire sans les angines et la tuberculose. Chaque année de la période de 2008 à 2018 est représentée par deux registres; un spécialement pour femmes et l'autre pour hommes.

Chaque page de registre comprend sous forme de tableau les six indications suivantes: le nom et le prénom de patient, son adresse (commune de domicile), la date de son

admission, la date de sa sortie, la pathologie, le nom du médecin chargé de son accueil et la décision thérapeutique qui y est prise. La première et les deux dernières indications ne servent pas notre étude.

La méthode adoptée est la suivante:

Pour la mortalité, les données recueillies sont:

- Le nom de la commune de domicile de la personne entrant dans la zone d'étude;
- La cause de mortalité (toutes causes sauf accidentelles);
- La date de décès;
- La date de naissance (l'âge);

Pour la morbidité, les données sont recueillies dans les établissements de santé auprès:

- Du service d'information
- Du service des urgences

Les données concernent la date d'admission, la date de naissance, la commune de domicile et le diagnostic principal. Pour qu'une admission soit inscrite sur ces registres, il faut que le patient reste au moins une nuit à l'hôpital (séjours hospitaliers classiques). Ainsi la majorité des cas, liés à ce genre de pathologies, ne sont pas enregistrées systématiquement à l'hôpital.

Afin d'avoir plus de précision sur les malades (fumeur ou non) nous avons dû faire une enquête supplémentaire en faisant recours aux dossiers de malades.

II.5. Traitement des données

Pour le traitement des données de mortalité et de morbidité recueillies dans les registres et les dossiers de malades, nous avons utilisé le logiciel Excel. Nous avons fait une classification des patients selon leur domiciliation, leur sexe, leur âge et leur pathologie.

Pendant la période concernée,

II.6. Formule utilisée

Elle consiste à appliquer les relations E-R aux données locales de pollution, de mortalité et de morbidité collectées pour cette étude. Dans la démarche locale d'évaluation de risque, le nombre d'événements sanitaires attribuables à une exposition donnée est calculé à partir du risque relatif (RR) associé à l'exposition et du nombre moyen d'événements sanitaires survenus au cours de la période considérée selon la formule suivante:

$$\Delta y = y (1 - e^{-\Delta})$$

Où :

- Δy est un le nombre de cas en moins associé à une baisse de la pollution.
- y_0 est le nombre de cas de référence observé dans la population pour les mêmes années que celles utilisées pour la pollution de l'air.
- Δx est la baisse du niveau de pollution.
- $\beta = \ln(RR)/10$ est la pente de la relation exposition-risque.
- RR est le risque relatif associé à l'exposition pris dans la littérature.

Une feuille de calcul Excel a été développée pour faciliter la réalisation d'EIS portant sur les impacts à court-terme des PM10 sur la mortalité totale non-accidentelle, et sur les hospitalisations pour causes cardiovasculaires et respiratoires. Il s'agit du *logiciel EPI-EXPO*(RNCP, 2015).

II.7.Scénarios étudiés

L'impact sanitaire est quantifié à court au travers de scénarios fixés par le guide méthodologique de l'InVS en diminuant les concentrations moyennes annuelles jusqu'à une valeur spécifique (la valeur guide de l'OMS) et une valeur fixée (de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (WHO 2005)

scénarios de diminution des expositions à la pollution atmosphérique sont détaillés dans le tableau 1.

- **Scénario 1:** gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la moyenne annuelle des PM10.

- **Scénario 2:** gain sanitaire attendu sous l'hypothèse d'une diminution de la moyenne annuelle des PM10 jusqu'à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette valeur correspond à la valeur guide pour la protection de la santé humain OMS 2005 (Ukpebor, 2010) et à la valeur limite européenne pour la protection de la santé prévue pour 2010.

Tableau 03:Scénario de diminution d'exposition aux PM10.

Indicateur	Scénarios	Expression des résultats-Impact
PM ₁₀	- Diminution de la moyenne annuelle de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Diminution de la moyenne annuelle à la valeur guide VG _{OMS} soit 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nombre de morts évités/an Nombre d'hospitalisation respiratoire et cardiaque évitées/an

VG_{OMS}: Valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en aperçu la méthodologie utilisée pour réaliser notre étude.

Nous avons d'abord présenté la zone d'étude AKbou et leur situation géographique, leur climatologie. En suite, nous avons passé à la démonstration de la méthodologie suivie pour la récolte des données concernant l'enquête statistique effectuée au niveau d'établissement sanitaire publique d'AKbou. Cette démonstration est terminée par la présentation de la méthode d'analyse statistique appliquée pour traitées les données récoltées. En fin, nous avons présenté les scénarios de notre étude d'impact.

III. Résultats et discussion**Introduction**

Les EIS de la pollution atmosphérique permettent de quantifier les bénéfices sanitaires d'une Amélioration de la qualité de l'air au sein d'une population. Elles s'appuient sur une démarche quantitative qui suppose la causalité entre l'exposition à un polluant et la survenu d'un effet Sanitaire.

Dans ce chapitre, sont présentées tout d'abord les données de santé recueillies dans l'hôpital D'Akbou sous forme de graphes et de statistiques descriptives puis présentée une EIS-PA.

III.1. Indicateur de pollution

Il nous a été impossible le déplacement pour prendre des mesures de pollution à Akbou Pendant cette période de Covid-19. Ainsi, le seul indicateur d'exposition utilisé pour la réalisation de notre EIS-PA est la moyenne journalière des concentrations des particules PM 10. Le tableau ci-dessous (tableau 02) représente quelques paramètres statistiques calculés à partir Des données recueillies.

Tableau III.1. Paramètres de position et de dispersion des concentrations de PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) à Akbou en 2014, pour 2160 valeurs.

Paramètres	Minimum	Moyenne	Ecart-type	Q1	Médiane	Q3	Maximum
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11,7	78,6	4,3	20,3	70,5	85,1	105,7

Les données ont été collectées, par un membre de laboratoire Biophysique, Biomathématiques Et Bio scientométriques (BBBS) de l'université de Bejaia, avec l'AEROCET 531S, pendant Une période de 15 jours sans pluies de l'année 2014.

III.2. Indicateurs de santé

Dans cette partie de chapitre III, nous allons présenter les résultats de l'enquête statistique Effectué à l'hôpital d'Akbou pour l'année 2012. Les hospitalisés seront classés par leur lieu de Domiciliation, leurs pathologies, leur sexe et leur âge, et la période de leurs séjours.

III. 2.1. Lieu de résidence des patients

La répartition des malades qui fréquent l'hôpital d'Akbou est différente selon les communes.

La figure III.1, montre la répartition des malades hospitalisés, pour causes cardiovasculaires Et respiratoires, en 2012 aux services médecine interne où on a enregistré un total de 1099 Patients par 100000 habitants.

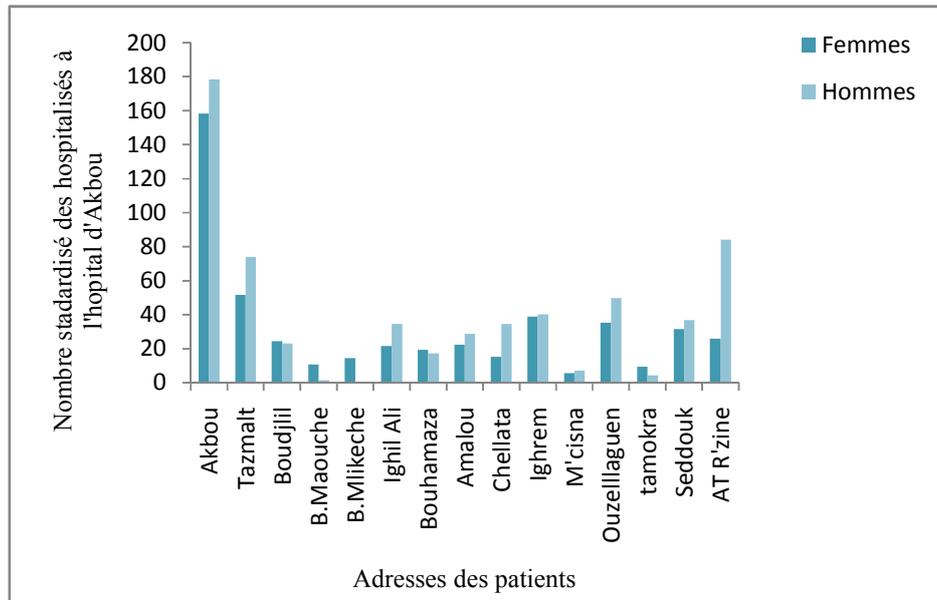


Figure III.1. Répartition des hospitalisés pour des problèmes cardiovasculaires et respiratoires À l'hôpital d'Akbou selon leurs communes de domiciliation pour l'année 2012.

La plupart d'entre eux venaient de la commune d'Akbou avec un taux standardisé de 340 Patients par 100000 habitants et qui représentent 31% du total des patients. Ce chiffre traduit Le risque de l'exposition de la population de cette commune à la pollution industrielle Engendrée par la distribution de ses différentes unités industrielles sises pour la plupart à Taharracht.

III. 2.2. Fréquences des problèmes cardiovasculaires et respiratoires à l'hôpital d'Akbou.

En ce qui concerne la morbidité à l'hôpital d'AKbou, pendant la période concernée, les Cardiopathies (CP) et l'asthme sont les pathologies la plus fréquente pour les femmes. Chez Les hommes, c'est la broncho-pneumopathie obstructive (BPCO) qui pende le dessus (Figure III.2).

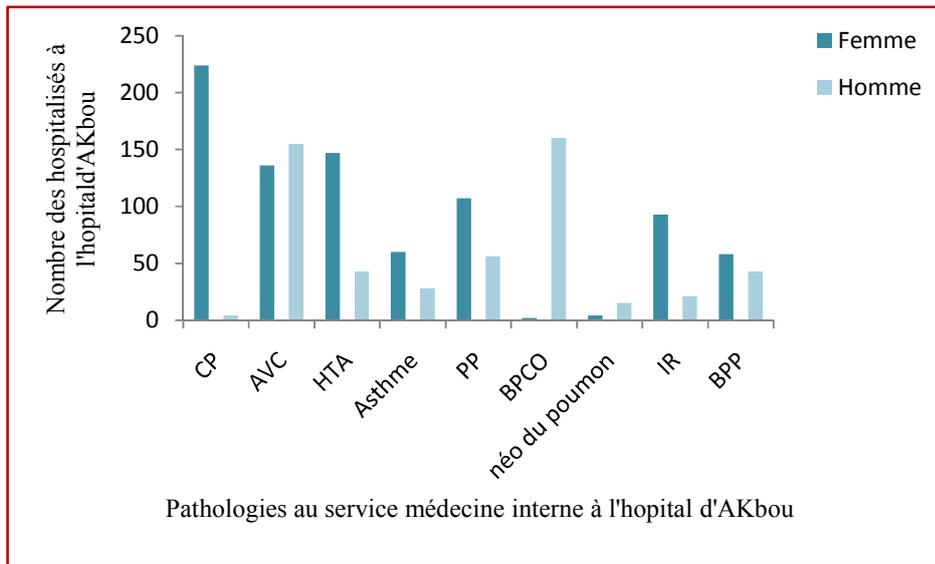


Figure III.2. Comparaison des taux des symptômes respiratoire /cardiovasculaire à L'hôpital d'AKbou.

Plusieurs malades fréquentent cet hôpital pour plusieurs fois dans l'année. La durée de séjour Des hospitalisés varie selon les cas. Il y en a plusieurs qui y avaient passé plus d'un mois.

III.2.3. Répartition des maladies par catégories d'âge

La distribution des pathologies cardiovasculaires et respiratoires varie très fortement selon le Sexe et la classe d'âge de la population. Les catégories d'âge qui affiche les valeurs les plus Importantes (Figure III.3) sont celle de 75 à 100 ans avec un effectif de 813 individus et celle des personnes âgées de 60 à 75 ans avec un effectif de 435 individus.

Les effectifs les plus bas sont enregistrés chez les individus qui constituent les deux catégories De 15 à 30 ans et de 30 à 45 ans. Pour leur fragilité immunitaire, les vieux sont les plus touchés Par ce genre de pathologies.

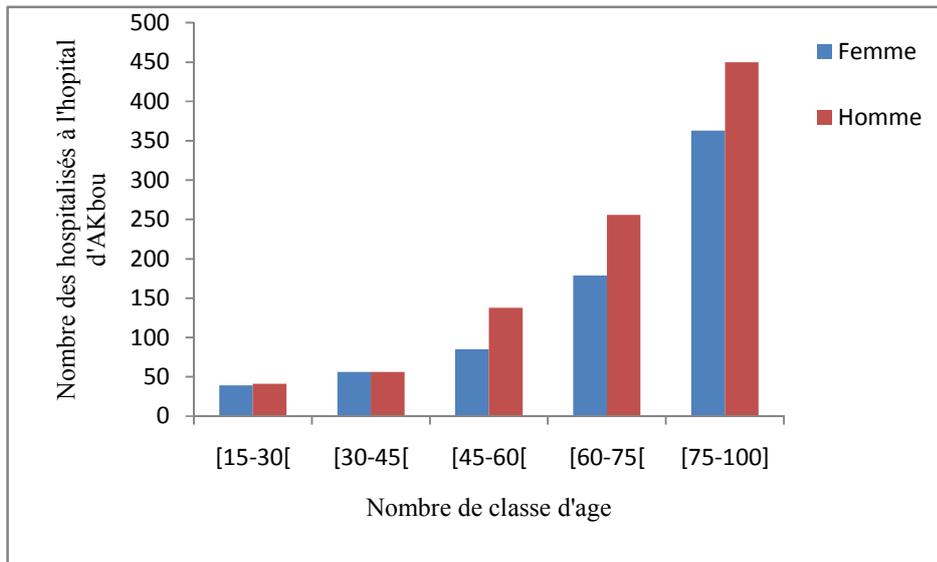


Figure III. 3. Taux standardisés des hospitalisés respiratoire et cardiovasculaire à l’hôpital D’Akhou à 2012

III.2.4. Répartition des maladies par sexe

En général le nombre de femmes hospitalisées au service médecine interne de l’hôpital D’Akhou est plus élevé que celui des hommes.

Pendant la période concernée, on remarque que les femmes sont les plus touché par les Maladies cardiovasculaires, par contre les maladies respiratoires sont les plus fréquente chez Les hommes (Figure III.4).

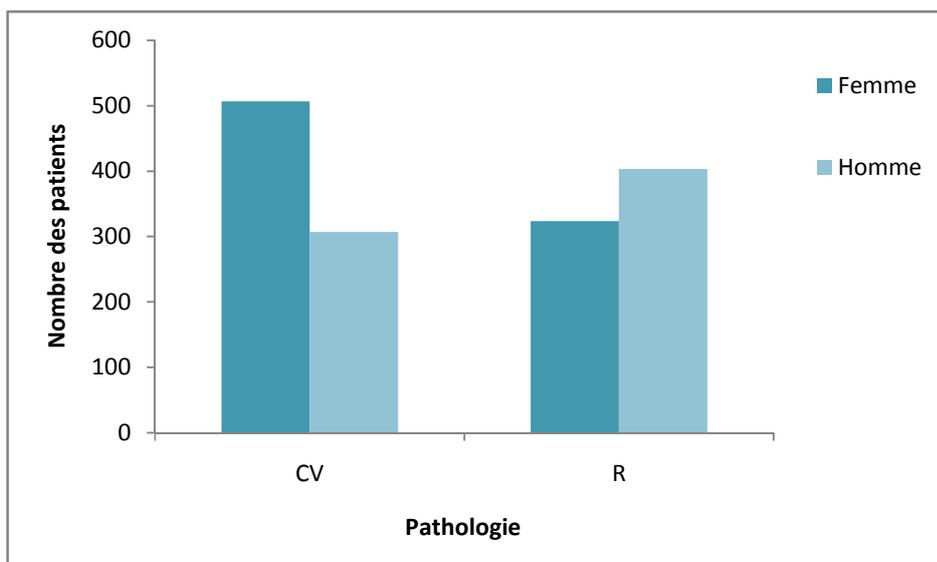


Figure III.4 : Comparaison de nombres des maladies cardiorespiratoires entre les femmes et les hommes de 2012.

III.2.5. Evolution saisonnière de la morbidité

Les nombres d’hospitalisations cardiovasculaires et respiratoires à l’hôpital d’AKbou, Montent des similitudes de variation dans les courbes indiquées dans la Figure III.5 pendant L’année d’étude.

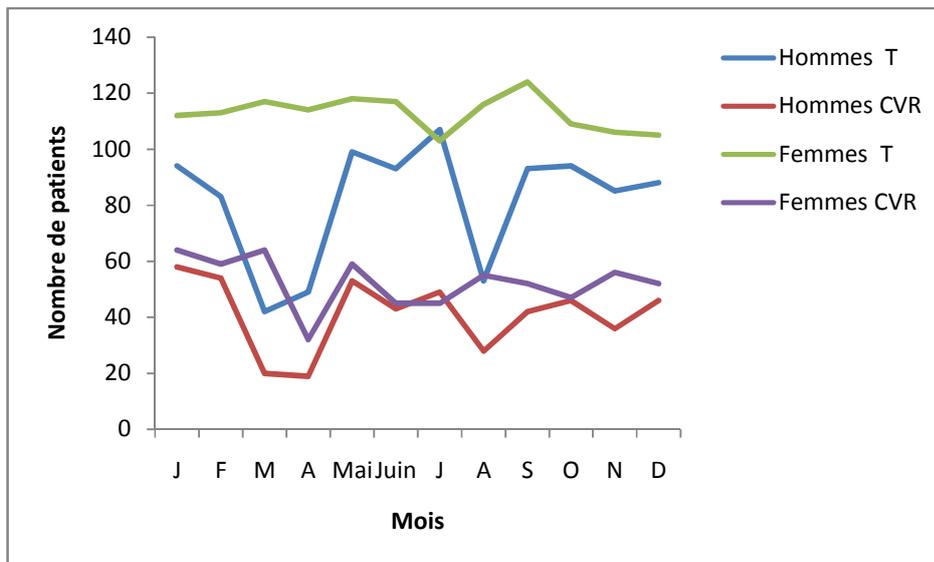


Figure III.5 : Taux d’admissions pour cause respiratoire et cardiovasculaire à l’hôpital D’AKbou.

III.3. Etude d’impact sanitaire

L’estimation de l’impact sanitaire à court terme dans notre étude est basée sur le seul Indicateur de pollution qui est la concentration des PM 10 et les deux indicateurs de santé qui Sont la mortalité et la morbidité par cause totale, cardiovasculaire et respiratoire.

III.3.1. Mortalité

Pour le premier scénario de la réduction des niveaux de fond des PM 10 et qui consiste à Ramener la moyenne calculée, à raison d’une concentration de 5µg/m³ de moins, le nombre de Décès évitable par année est faible de 1 pour les deux pathologies (Tableau III.2) et Figure III.6.

Tableau III.2. Gain sanitaire selon les deux scénarios de réduction des PM 10.

Scénario	Cardiovasculaires		Respiratoires		Totale	
	Décédé	Hospitalisé	Décédé	Hospitalisé	Décédé	Hospitalisé
$\Delta x=5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1	4	1	3	2	7
$\Delta x=58 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3	27	3	25	6	52

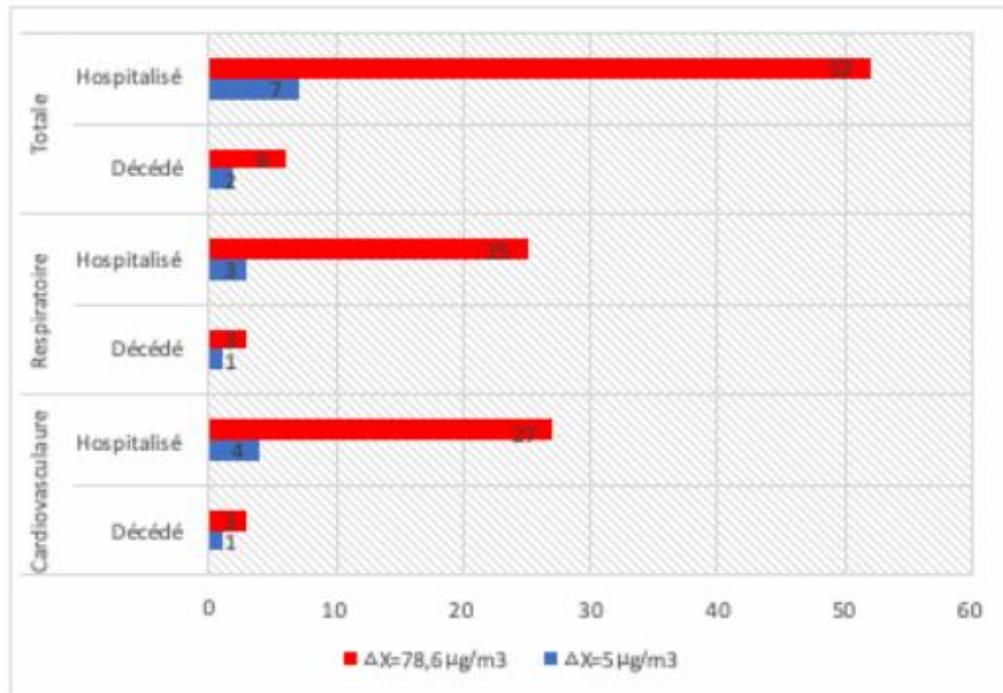


Figure III.6. Résultats de l’EIS-PA à Akbou pour 2012.

Pour le deuxième scénario de la réduction des niveaux de fond des PM 10 et qui consiste à Ramener la moyenne calculée vers celle de l’OMS qui est de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à raison d’une Concentration de $58.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de moins, le nombre de décès reste faible pour les deux Maladies.

III.7.2. Admissions hospitalières

Comme pour la mortalité, on évite peu d’hospitalisations en réduisant les concentrations de PM 10 de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainsi dans ce cas, on ne peut éviter que :

- Quatre hospitalisations cardiovasculaires dans cette région,
- Trois hospitalisations respiratoires,
- et sept hospitalisations totales.

Cependant on pourrait gagner beaucoup sur le plan sanitaire si on ramène les

Concentrations des particules à la norme fixée par l’OMS de 20 µg/m³.

Dans ce cas et comme mentionné dans le tableau 2, on pourrait éviter :

- 27 hospitalisations cardiovasculaires dans cette région,
- 25 hospitalisations respiratoires

III.3.3. Comparaison des résultats avec ceux d’autres études.

On a constaté que pendant la période d’échantillonnage, les niveaux de pollution dans la Région d’AKbou, sont largement supérieurs aux valeurs guides de l’OMS (58.6µg/m³ pour une VG OMS à 20µg/m³). Ces résultats concordent avec ceux d’autres études et notamment avec les Résultats issus de l’étude faite sur la ville de Bejaia en 2014 (Benaissa et al. 2014).

L’évaluation d’impact sanitaire réalisée dans la région d’AKbou montre que le gain sanitaire À court terme est très important en réduisant les concentrations moyennes annuelles des PM 10. Ainsi, si les niveaux annuels de particules respectaient les valeurs guides recommandées par L’OMS (20µg/m³). 1 décès anticipés par an pourrait être évités sur la période d’étude. Nous Avons estimé qu’une réduction de 5µg/m³ des niveaux mesurés de PM 10, pourrait diminuer D’environ 16 par 100000 les hospitalisations respiratoires contre 3 par 100000 à Bejaia et 91 Par 100000 contre 36 dans le deuxième scénario.

Tableau III.3. Les gains sanitaires de différentes régions de morbidité selon les Différents scénarios.

Sénario	Akbou	Béjaia	El Harach		Est de Boumerdasse
	2012	2014	2016	2017	2018
Sénario 01	7	5	1	1	4
Sénario 02	52	85	0	0	19

Selon le premier scénario, presque 62 par 100000 hospitalisations cardiovasculaire pourraient Être évité contre 2 par 100000 habitants à Bejaia en 2014. Cependant, 311 par 100000 Hospitalisations cardiovasculaires ont été évitées dans le deuxième scénario contre 23 pour 100000 à Bejaia en 2014.

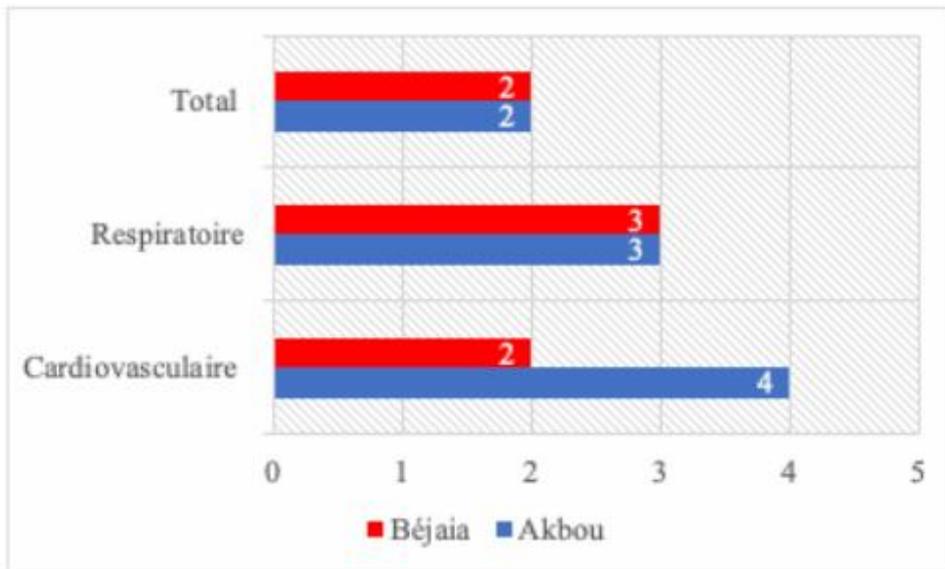


Figure III.7. Gain sanitaire dans la région d’Akbou en réduisant la pollution particulaire (en PM 10) de 5 µg/m³.

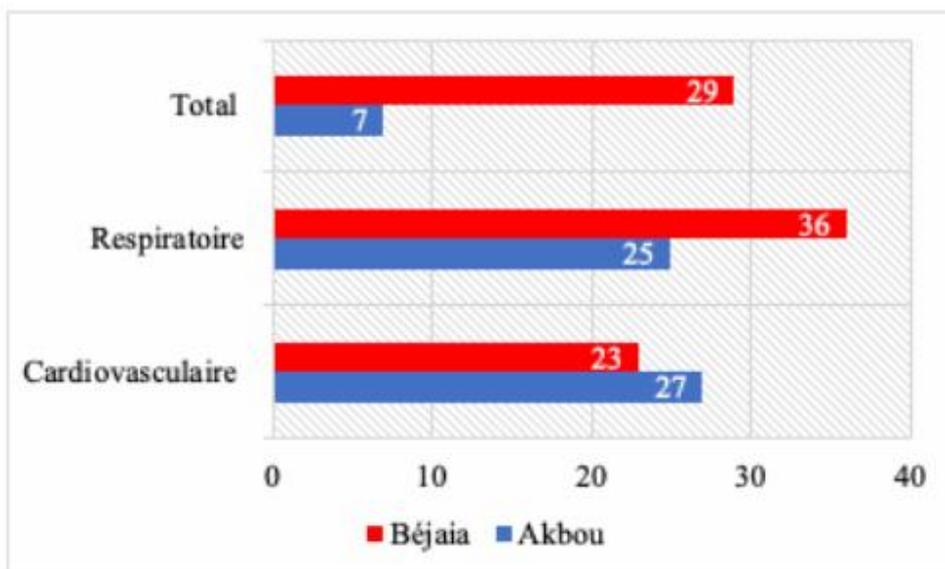


Figure III .8. Gain sanitaire dans la région d’Akbou en ramenant la pollution particulaire (en PM 10) vers la VG OMS de 20µg/m³.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis d’avoir une idée sur l’état de santé cardiovasculaire et respiratoire Des habitants de la région d’Akbou et ses limitrophes et d’arriver à conclure que la population De cette région n’est pas épargnée des effets de la pollution particulaire sur la santé.

Conclusion

Conclusion

L'air pollué contient des gaz et des particules solides et liquides en suspension appelées aérosols. Ces polluants peuvent être émis par des sources naturelles et des activités humaines. Tels que l'agriculture, les industries chimiques et minières et les processus de traitement des déchets, en plus de brûler des combustibles fossiles pour produire de l'énergie électrique, dans les transports, dans les activités industrielles et dans les maisons.

Les particules fines (PM10) sont également associées à une augmentation de la mortalité toutes causes, et une augmentation des hospitalisations pour causes respiratoires et cardiovasculaires.

Nous avons observés que dans les différentes stations de la région AKbou les concentrations moyennes journalières des PM10 (78.6 µg/m³) dépassent les valeurs guides de l'OMS (20µg/m³), les valeurs limitent de l'UE (40 µg/m³) et même les valeurs limites algériennes.

Cette EIS fournit une estimation des bénéfices qui pourraient résulter de l'amélioration de la qualité de l'air sur la santé de la population d'AKbou. Elle constitue un outil d'aide à la décision permettant aux parties prenantes de planifier et mettre en oeuvre des mesures permettant de protéger cette population plus efficacement. Il s'avère nécessaires de mettre en oeuvre une politique de protection de la santé individuelle et publique des citoyens, qui vise à réduire la pollution. Pour évaluer le degré réel de pollution urbaine et pour la surveillance permanente de la qualité de l'air à AKbou.

Cette étude montre qu'un la plupart des patients ont distribuai à AKbou, car la distribution des zones industrielle.

Les pathologies les plus fréquents pour les hommes se sont les maladies respiratoires surtout le BPCO, Ce dernies est presque rare pour les femmes par contre les maladies cardiovasculaires qui sont plus fréquents chez les femmes.

En perspective ces études épidémiologiques peuvent être complétées par :

- L'augmentation de la période concernée par les enquêtes et la prise en compte de la situation sanitaire à long terme.
- La profession des patients et la prise en considération de la consommation du tabac.
- Un meilleur dénombrement des effets sanitaires (mortalité, admissions hospitalières) et la prise en compte des admissions aux urgences.

Conclusion

- Le suivi d'exposition d'individus et non de toute la population supposée.
 - la réalisation d'étude en plusieurs régions, et pour différents années.
 - L'Utilisations des autres polluants dans l'étude tels que l'ozone, le CO et SO₄ et les autres PM. Peuvent être utilisés pour estimer l'impact sanitaire à court et à long terme.
- Il s'avère nécessaire et urgent de mettre en œuvre une politique de protection de la santé publique des citoyens, par la réduction des niveaux de la pollution pour évaluer le degré réel de la pollution atmosphérique et surveiller en permanence la qualité de l'air à AKbou.

Bibliographie

Bibliographie

- 1-Jerry A. Nathanson, "Air pollution" ‹www.britannica.com, Retrieved 15-12-2019. Edited.
- 2- "Air Pollution", www.encyclopedia.com,14-12-2019 ‹Retrieved 15-12-2019. Edited.
- 3-Chemical & Engineering News ISSN 0009-2347 Copyright © 2020 American Chemical Society.
- 4-OMS(Organisation Mondiale de la Santé).
- 5- Zaher AL BARAKEH 2012 « Suivi de pollution atmosphérique par système multi-capteurs – méthode mixte de classification et de détermination d'un indice de pollution. »p 8-9.
- 6- Fatima BENAÏSSA(Contribution à l'évaluation des effets de la pollution atmosphérique d'origine automobile dans la wilaya de Béjaïa)
- 7- Matt Williams (10-2-2020), "What causes air pollution?" ‹www.phys.org, Retrieved 10-2-2020. Edited.
- 8-D.Charpina. Annesi-Maesano et al, (2016) « La pollution atmosphérique et ses effets sur la santé respiratoire. Document d'experts du groupe pathologies pulmonaires professionnelles environnementales et iatrogéniques (PAPPEI) de la Société de pneumologie de langue française (SPLF) », pp 495-498.
- 9-D.Charpina. Annesi-Maesano et al, (2016) « La pollution atmosphérique et ses effets sur la santé respiratoire. Document d'experts du groupe pathologies pulmonaires professionnelles environnementales et iatrogéniques (PAPPEI) de la Société de pneumologie de langue française (SPLF) », p 495-498.
- 10-Adel Ghorani-Azam, Bamdad Riahi-Zanjani, Mahdi Balali-Mood (1-9-2016), "Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran" ‹www.ncbi.nlm.nih.gov, Retrieved 15-12-2019. Edited
- 11-Pollution atmospherique donnees epidemiologiques :
Diplom inter-universitaire de toxicologie medicale universite Paris VII – Denis didero , annee universitaires 2016 – 2017 .
- 12-(How Is Air Quality Measured", scijinks.gov, Retrieved 15-12-2019. Edited.)

Bibliographie

Abstract

To assess the health impact of air pollution on AKbou population in the north of Alegria, we firstly carried out a descriptive epidemiologic inquiry near the medical establishments of three areas. Then we used Health Impact Assessment to analyze the impact on a given population's health outcomes, (HIA) for two scenarios of PM10 reduction in AKbou city (78 454 inhabitants). From hospital admissions registers, we collected data on the hospital mortality and admissions relating to the various cardiorespiratory pathologies generated by this type of pollution. At the same time, the data show that pollutant concentrations are strongly correlated with industrial emissions.

This study revealed that the whole of the population is touched, but the sensitivity to pollution can show variations according to the age, the sex and the residence place. This approach enables us to conclude that the population of AKbou could not escape the urban pollution generated by her old automobile fleet.

Keywords: Urban Air pollution, Health impacts, PM10, HIA, AKbou.

Résumé

Pour évaluer l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la population d'AKbou dans le nord de l'Algérie, nous avons tout d'abord effectué une enquête épidémiologique descriptive auprès des établissements sanitaires de différentes régions de la zone d'AKbou. Ensuite nous avons mené une Evaluation d'Impact Sanitaire de la Pollution Atmosphérique (EIS-PA) au niveau de la ville de AKbou (78 454 habitants) pour deux scénarios de réduction dans les niveaux de PM10. À partir des registres d'hospitalisations, nous avons recueilli des données sur la mortalité et les admissions pour causes de pathologies cardio-respiratoires engendrées par ce type de pollution. En parallèle, les données montrent que les concentrations de polluants sont fortement corrélées avec les émissions industrielles.

Cette étude a révélé que l'ensemble de la population est touchée, mais la sensibilité à la pollution peut montrer des variations selon l'âge, le sexe et le lieu de résidence. Cette approche nous a permis de conclure que la population d'AKbou ne pouvait pas échapper à la pollution urbaine générée par l'ancienneté de son parc automobile.

Mots-clés : Pollution de l'air urbain, impacts sur la santé, PM10, EIS, AKbou.

ملخص

لتقييم الأثر الصحي لتلوث الهواء على سكان اقبو في ولاية بجاية شمال الجزائر ، قمنا أولاً بإجراء مسح وبائي وصفي للمنشآت الصحية في العديد من المناطق في اقبو. ثم قمنا بإجراء تقييم الأثر الصحي لتلوث الهواء (HIA-PA) على مستوى مدينة اقبو (حوالي 78 454 نسمة) لسيناريوهين لخفض مستويات PM10. من سجلات الاستشفاء ، قمنا بجمع بيانات عن الوفيات والقبول لأسباب أمراض القلب والجهاز التنفسي الناجمة عن هذا النوع من التلوث. في الوقت نفسه ، تظهر البيانات أن تركيزات الملوثات ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالانبعاثات الصناعية.

وجدت هذه الدراسة أن جميع السكان يتأثرون ، لكن الحساسية للتلوث يمكن أن تظهر اختلافات حسب العمر والجنس ومكان الإقامة.

سمح لنا هذا النهج باستنتاج أن سكان اقبو يعلمون بإمكانهم الهروب من التلوث الحضري الناتج عن عمر أسطول سياراتها.

الكلمات المفتاح: التلوث الهوائية المناطق الحضرية، الاثار الصحية، الجسيمات، اقبو .