

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Populaire et Démocratique Algérienne République  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Réf:.....

## Centre Universitaire

### Abd elHafid Boussouf Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de Master En:**

-Domaine : Science de la nature et de la vie

-Filière: Ecologie et environnement

-Spécialité: Protection des Ecosystèmes

## Thème

**Impact de la pandémie du Coronavirus  
(COVID-19) sur la qualité de l'air en Algérie**

**Préparé par:**

-  Mefaredj Maroua
-  Sadoune Hiba
-  Salmi Feyrouze

**Soutenu devant le jury:**

- Président: Mr Bouchareb Noureddine
- Examineur: Mr Bouzegag Abd El-Aziz
- Promoteur: Mr Laala Ahmed

Grade: MCB Centre Universitaire de Mila  
Grade: MCB Centre Universitaire de Mila  
Grade: MCA Centre Universitaire de Mila

**Année universitaire: 2020/2021**

## *Remerciements*

*Tout d'abord, nous tenons remercier Allah, notre Créateur de nous avoir donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail. Nous tenons dans un premier temps à remercier notre promoteur Mr Laala Ahmed, pour sa disponibilité, ses idées et conseils, ainsi que pour son aide précieuse.*

*Nos très vifs remerciements vont aussi à Mr Bouchareb Noureddine; pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Nous remercions également Mr Bouzegag Abd El-Aziz; pour avoir accepté de juger ce travail. Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

# Dédicaces

*Avec l'aide d'ALLAH, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie :*

*Mon grand-père **Mohamed**, qui voulait me voir dans les plus hauts rangs, que Dieu lui fasse miséricorde et lui accorde le plus haut paradis.*

*Mes très chers parents « **Salmi Foudil** et **Attí Roukia** », Je les remercie pour l'éducation qu'ils m'ont prodigué, pour leur soutien morale et financier, pour tous les efforts et sacrifices qu'ils ont entrepris afin de me voir réussir. Que Dieu leur procure bonne santé et long vie.*

*A mes chères Sœurs **Nadia**, **Samira**, **Samra**, **Zina**, **Laila** et **chaïma**, pour leur soutien Concret et moral que Dieu les garde pour moi.*

*Ames chers frères **Daoud**, **Houssam**, **Zakariya** et **Fateh**, que je leur souhaite la Réussite dans leur vie.*

*A mes collègues de ce travail : **Maroua** et **Hiba**.*

*A mes cousins et cousines, A mes amies et toute personne qui occupe une place dans Mon cœur.*

*Sans oublier tout les enseignants qui m'ont appris dès le primaire jusqu'à l'université.*

*Finalement, à tous ceux qui m'ont aidé afin de réaliser ce travail, Et à tous ceux qu'aime et qui m'aiment.*

***Salmi Feyrouz***

# Dédicaces

*Avec l'aide d'ALLAH, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je  
dédie :*

*À MES CHÈRES PARENTS« Sadoune kamel et Chefchouf  
Houria », Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect,  
mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que  
vous avez consenti pour mon éducation et mon bien être. Je vous  
remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez  
depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction  
m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit  
l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos  
innombrables sacrifices, Merci mes parents pour m'avoir éduqué  
et aidé à grandir dans le savoir durant toutes ces années  
d'études. Que Dieu Vous protège. A mes chères frères (Hamza,  
Bilal, Samir, Hatem) pour leur soutien concret et moral que Dieu  
les garde pour moi. A mes merveilleux nièces et neveux : Youssef,  
Matine, Djawad, Amir, Adem, Meryem, Wafa et Mayar. A mon  
cher mari Settaï Nadji, Tes sacrifices, ton soutien moral m'ont  
permis de Réussir mes études, j'aimerais bien que tu trouve dans  
ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les  
plus sincères car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce  
travail a pu voir le jour. A mes très chers collègues de ce travail  
: Feyrouz et Maroua. A Ma belle famille, Mes amies, Toute ma  
famille, A Tous ceux qui me sont chère.*

**Sadoune Hiba**

# *Dédicaces*

*Dieu soit loué, par sa grâce les bonnes actions sont accomplies, et  
par sa grâce les bénédictions descendent*

*Je dédie le fruit de mon travail acharné et mes efforts, Au  
symbole du chemin à qui je suis resté debout pour moi, mon  
réconfort à qui je repose mon âme après les ennuis\* ma  
chère maman \*. A ceux qui m'ont appris que le monde est un  
combat et que son arme est la connaissance, celui qui a illuminé  
mon chemin, symbole de don et de sacrifice, et porteur de  
responsabilité \*mon cher papa\**

*A l'âme pure de ma tante \*Fatima Zahraa\* que dieu lui accorde  
le plus haut paradis, si dieu le veut, et lui fasse miséricorde avec  
sa miséricorde.*

*À mes frères qui m'ont donné la confiance, optimisme et la force  
\*Ayoub, Aïda et Rachid\**

*nous n'oublions pas non plus nos camarades \*sara, meriem,  
nedjet, nawel, chaïma, Djouhaïna, Amel\**

*Je mentionne en particulier ma cousine Maram .cela m'a  
beaucoup aidé*

*A toute la famille biologique, à tous ceux que mon cœur a  
mentionnés mais que ma langue n'a pas écrit je dédie ce travail*

***Mefaredj Maroua***

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Structure du coronavirus	<b>05</b>
<b>02</b>	L'origine animale des coronavirus et les différentes familles	<b>07</b>
<b>03</b>	Les Symptômes de coronavirus	<b>08</b>
<b>04</b>	Schéma illustratif des différents groupes vulnérables touché par la pandémie	<b>10</b>
<b>05</b>	Carte de confinement en Algérie	<b>11</b>
<b>06</b>	La pollution de l'air	<b>13</b>
<b>07</b>	Le cycle de la pollution atmosphérique	<b>18</b>
<b>08</b>	Feuille de tabac nécrosée	<b>23</b>
<b>09</b>	Carte de l'Algérie	<b>26</b>
<b>10</b>	Les zones géographiques en Algérie	<b>27</b>
<b>11</b>	Interface d'ArcMap	<b>29</b>
<b>12</b>	Graphe de l'évolution des cas confirmés-des cas décédés- des cas rétablis, de Covid-19 en Algérie	<b>32</b>
<b>13</b>	Distribution par sexe de cas confirmés par le Covid-19 en Algérie	<b>32</b>
<b>14</b>	Concentration atmosphérique du CH <sub>4</sub> (en µg/m <sup>3</sup> ) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)	<b>33</b>
<b>15</b>	Anomalie de la concentration atmosphérique du CH <sub>4</sub> (en %)	<b>34</b>
<b>16</b>	Concentration atmosphérique du CO (en µg/m <sup>3</sup> ) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)	<b>35</b>
<b>17</b>	Anomalie de la concentration atmosphérique du CO (en %)	<b>36</b>
<b>18</b>	Concentration atmosphérique de SO <sub>4</sub> (en µg/m <sup>3</sup> ) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)	<b>37</b>
<b>19</b>	Anomalie de la concentration atmosphérique de SO <sub>4</sub> (en %)	<b>38</b>
<b>20</b>	Concentration atmosphérique d'O <sub>3</sub> (en DU) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)	<b>39</b>
<b>21</b>	Anomalie de la teneur atmosphérique en O <sub>3</sub> (en %)	<b>39</b>
<b>22</b>	Concentration atmosphérique de NO <sub>2</sub> (1/cm <sup>2</sup> ) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)	<b>40</b>
<b>23</b>	Anomalie de la concentration atmosphérique de NO <sub>2</sub> en (%)	<b>41</b>

<b>24</b>	Concentration atmosphérique duSO <sub>2</sub> (en µg/m <sup>3</sup> ) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)	<b>42</b>
<b>25</b>	Anomalie de la concentration atmosphérique du SO <sub>2</sub> (en %)	<b>43</b>
<b>26</b>	Concentration atmosphérique des PM <sub>2,5</sub> (en µg/cm <sup>3</sup> ) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)	<b>44</b>
<b>27</b>	Anomalie de la concentration atmosphérique des PM <sub>2,5</sub> (en %)	<b>45</b>

### Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Le Traitement des symptômes selon l'Etat de santé	<b>10</b>
<b>02</b>	Durée de vie indicative de certaines substances polluantes dans l'atmosphère	<b>14</b>
<b>03</b>	Valeurs guides pour les polluants atmosphériques	<b>18</b>
<b>04</b>	Effets des principaux polluants sur la santé	<b>22</b>

### **Liste des abréviations**

**ACE2:** Enzyme de Conversion de l'Angiotensine 2

**C ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) :** Concentration des retombées de poussières

**ClONO<sub>2</sub>:** Chlorine Nitrate.

**COVID-19:** COronaVirus Disease2019

**DU :** Dobsons

**DIOX:** Dioxines et furanes

**HAP:** Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

**HCB:**Hexa chlorobenzène

**HNO<sub>3</sub> :** L'Acide Nitrique

**H<sub>2</sub>S :** Sulfure d'Hydrogène

**MERS :** Coronavirus du Syndrome Respiratoire du Moyen-Orient

**NASA:** National Aeronautics and Space Administration

**NP :** Nitrates de Peroxy-Acétyle

**NPA :** Nitrates de Peroxy-Acétyle

**NO<sub>x</sub> :** Les oxydes d'Azote

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

**ONS :** Organisation National des Statistiques

**PCB:** Polychlorobiphényles

**PM<sub>2,5</sub>:** Les particules en suspension

## **SOMMAIRE**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction**.....01

### **Première partie : Étude bibliographique**

#### **Chapitre I : Pandémie du coronavirus (Covid-19)**

1. Pandémie de coronavirus .....	5
1.1. Familles de Coronavirus.....	5
1.2. Origine de Coronavirus .....	5
1.3. Les types de coronavirus .....	6
1.4. Les Symptômes de Coronavirus .....	7
1.5. Les modes de transmission.....	9
1.6. La vulnérabilité du Covid-19.....	9
1.7. Le traitement de Covid-19.....	10
1.8. Le confinement sanitaire .....	11

#### **Chapitre II: Pollution atmosphérique**

1. La pollution atmosphérique .....	13
2. Les principaux polluants atmosphériques.....	13
2.1. Les polluants primaires .....	14
2.2. Les polluants secondaires .....	16
3. Les sources de pollution atmosphérique.....	19
3.1. Les sources naturelles .....	19
3.2. Les sources anthropiques.....	20
4. Les impacts de la pollution atmosphérique.....	21
4.1. Sur la santé .....	21
4.2. Impact sur l'environnement.....	22
5. La pollution atmosphérique en Algérie .....	23

## **Deuxième partie : Présentation de la zone d'étude & Matériels et Méthodes**

1. Présentation de la zone d'étude.....	25
1.1. Géographie de l'Algérie .....	26
1.2. Climat .....	26
1.3. Démographie .....	27
1.4. Etat de la santé en Algérie .....	27
2. Matériels et méthodes.....	28
2.1. Matériels .....	28
2.2. Méthodologie.....	30
2.2.1. Traitements des données satellitaires.....	30
2.2.2. Estimation de l'anomalie .....	30

## **Troisième partie: Résultats et discussions**

1. Résultats.....	32
1.1. Chronologie de la pandémie de Covid-19 en Algérie.....	32
1.2. Cartographie de la qualité de l'air .....	33
1.2.1. Le méthane (CH <sub>4</sub> ).....	33
1.2.2. Le monoxyde de carbone (CO) .....	35
1.2.3. Le Sulfate (SO <sub>4</sub> ) .....	36
1.2.4. L'ozone (O <sub>3</sub> ).....	38
1.2.5. Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) .....	40
1.2.6. Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ).....	40
1.2.7. Les particules en suspension (PM <sub>2.5</sub> ) .....	43
<b>Conclusion</b> .....	47
<b>Références bibliographiques</b>	

# **INTRODUCTION**

## **Introduction**

Le monde entier fait face à une crise sanitaire sans précédent due à la pandémie du COVID-19. Cette dernière est une maladie infectieuse causée par un virus nouvellement découvert appelé coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère (SARS-CoV-2). Les premiers cas humains de COVID-19 ont été identifiés en Chine, dans la ville de Wuhan, en décembre 2019 (WHO, 2020).

L'Algérie, comme les autres pays du monde, n'a pas échappé à cette pandémie. Le ministère algérien de la santé a signalé, le premier cas de COVID-19, le 25 Février 2020. Les autorités sanitaires rapportent que des tests indiquent qu'un adulte italien, arrivé dans le pays le 17 février 2020, a été testé positif au Coronavirus. Cette pandémie a apporté des éclairages sur les faiblesses de notre système de santé ; les inégalités d'accès aux soins entre les régions, la dévalorisation du personnel soignant, le manque de matériel, d'équipements et de médicaments dans les hôpitaux (Snoussi, 2020).

A la suite de cette flambée épidémique, plusieurs actions ont été entamées par les autorités responsables des différents secteurs afin d'éviter les dégâts ou de limiter les risques et accroître ainsi la résilience. Des mesures de confinement ont été imposées à certaines villes algériennes qui ont enregistré un nombre très élevé de cas contaminés. Il est évident que cette pandémie a chamboulé tous les paramètres de la vie sociale, économique et même politique, avec tous les maux qu'elle a provoqués (Snoussi, 2020).

D'autre part, la pollution de l'air constitue un enjeu important de santé publique. En effet, l'exposition aux polluants de l'air favorise les maladies chroniques graves et accroît le risque de décès. De nombreux travaux ont montré que la pollution atmosphérique constituait un facteur de fragilisation du poumon et d'altération du système immunitaire favorisant de ce fait les infections respiratoires (Belhout *et al.*, 2018; Safar and Tabti-Talamali, 2009). Depuis le début de la pandémie de COVID-19, l'idée que les particules atmosphériques pourraient servir de vecteur au virus est reprise dans de nombreux médias, des scientifiques ayant relevé que des foyers épidémiques importants s'étaient déclarés dans des régions très polluées. Dans ce contexte, la présente étude vise à analyser la qualité de l'air en Algérie et étudier son évolution durant la crise sanitaire de Coronavirus.

Cette étude s'organise en trois parties :

La première présente une analyse bibliographique sur la pandémie du coronavirus et la pollution atmosphérique. La deuxième partie est consacrée à la description de la zone d'étude et de la méthodologie suivie pour réaliser ce travail. Dans la troisième partie nous tenterons de présenter et discuter les résultats obtenus. Enfin, nous terminerons notre étude par une conclusion.

# **Première partie**

## **Étude bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Pandémie du Coronavirus**

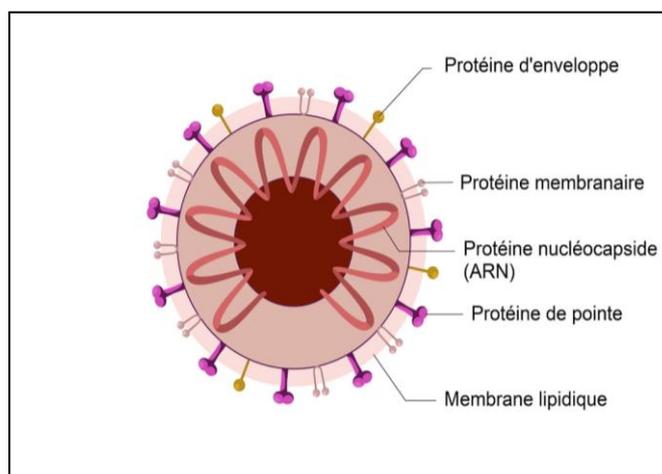
### **(Covid-19)**

## 1. Pandémie de coronavirus

Le COVID-19 est une maladie infectieuse causée par le dernier coronavirus découvert (SARS-COV-2). L'épidémie de coronavirus est devenue une pandémie le 11 Mars 2020 comme annoncé par l'OMS ce même jour, dépassant la barre des 100 pays infectés dans toutes les zones du globe. La grande majorité de la population n'étant pas immunisée contre ce nouveau virus, son impact et sa gravité sont potentiellement plus élevés que dans le cas d'un virus déjà connu (WHO, 2020).

### 1.1. Familles de Coronavirus

Les coronavirus forment une famille de virus variés (Coronaviridae) qui peuvent infecter aussi bien l'homme que l'animal. Leur nom signifie "virus en couronne" et vient du fait qu'ils possèdent tous un aspect en forme de couronne lorsqu'ils sont observés au microscope. Les coronavirus ont été identifiés pour la première fois chez l'humain dans les années 1960. Il s'agit de virus causant des maladies émergentes, c'est-à-dire des infections nouvelles dues à des modifications ou à des mutations du virus. Les coronavirus humains causent principalement des infections respiratoires, allant du rhume sans gravité à des pneumopathies sévères parfois létales. Ils peuvent aussi s'accompagner de troubles digestifs tels que des gastro-entérites.



**Figure 1 : Structure du coronavirus (JDF, 2020)**

### 1.2. Origine de Coronavirus

L'intensification des controverses sur l'origine de SARS-CoV-2 pousse à réexaminer les évidences à ce sujet. Si la localité (Wuhan) à l'origine de la pandémie

n'est pas en cause, le lieu exact et le mécanisme conduisant à la transmission interhumaine restent incertains : adaptation d'un virus de chauve-souris dans des mammifères en contact étroits avec l'être humain dans des marchés d'animaux sauvages, ou directement chez l'être humain, ou encore échappement d'un virus confiné dans un laboratoire après des manipulations génétiques (Meylan, 2020).

Actuellement, l'hypothèse d'une zoonose (maladie transmise par les animaux) est retenue. L'animal à l'origine de la transmission à l'homme n'a pas encore été déterminé avec certitude. Toute laisse pensée que la chauve-souris est l'espèce-réservoir du virus. En Chine, des chercheurs ont isolé chez elle un virus qui partage 96 % de son matériel génétique avec le SARS-Cov-2. Cette espèce est responsable des épidémies précédentes à coronavirus (SRAS et MERS), de diverses fièvres hémorragiques (Ébola, Marbourg, fièvre de Lassa) ainsi que d'autres pathologies (la rage, par exemple) (Evelyne,2020).

### **1.3. Les types de coronavirus**

Il y a quatre sous-groupes principaux de coronavirus, appelés alpha, bêta, gamma et delta et sept formes différentes dont quatre communes (moins graves que les autres) :

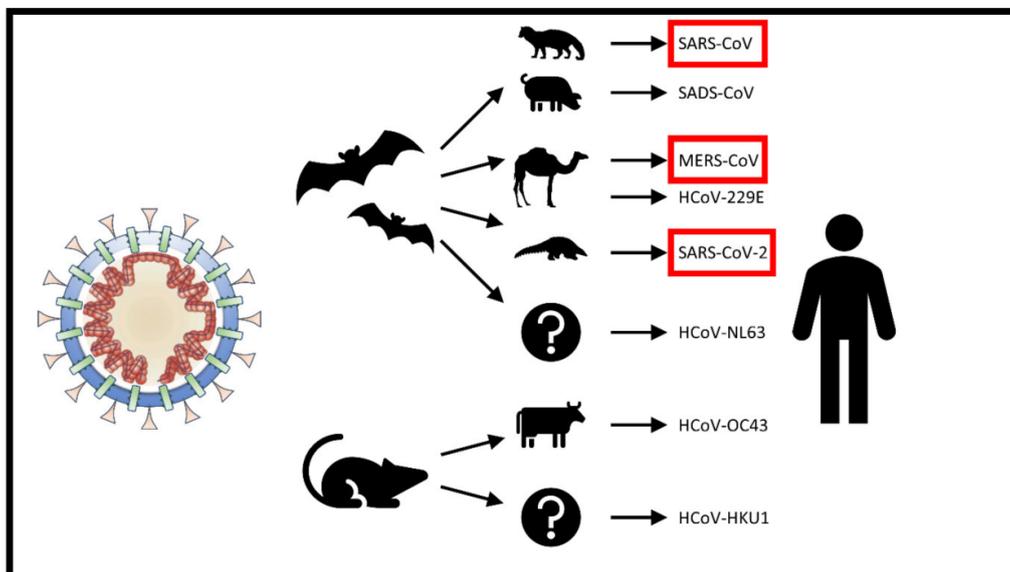
- **229E** (alpha coronavirus)
- **NL63** (alpha coronavirus)
- **OC43** (bêta-coronavirus)
- **HKU1** (bêta-coronavirus)

Et trois plus graves :

- **SRAS-CoV** (le bêta-coronavirus qui cause le syndrome respiratoire aigu sévère, ou SRAS, identifié en Chine en 2002).
- **MERS-CoV** (le coronavirus bêta qui provoque le syndrome respiratoire du Moyen-Orient, ou MERS découvert en 2012 en Arabie Saoudite).

**Sars-CoV-2 ou Covid-19** est pour la première fois identifié en Chine (Wuhan) en décembre 2019. Ce coronavirus a beaucoup de similitudes avec celui du SRAS (origine animale, identique génétiquement à 80%, responsable d'infections pulmonaires) mais aussi des différences notables pour les scientifiques au niveau de

sa contagion. Il est contagieux dès le début des symptômes voire parfois en l'absence de symptômes alors que le Sras l'était quelques jours après les premiers symptômes. Il existe aussi des formes bénignes et asymptomatiques du Covid-19 alors que le Sras n'entraînait que des formes sévères (Brenda, 2020).



**Figure 2 : L'origine animale des coronavirus et les différentes familles [1]**

#### 1.4. Les Symptômes de Coronavirus

Les signes courants d'infection sont : la fièvre qui a été observée dans 87,9 % des cas de contamination, la toux sèche dans 67,7 % des cas, la fatigue dans 38,1 % des cas, la toux grasse chez 33,4 % des patients et le souffle court pour 18,6 % d'entre eux.

Les douleurs musculaires ou articulaires ne sont apparues que chez 14,8 % des personnes infectées, et les maux de gorge dans 13,9 % des cas, les frissons dans 11,4 % des cas, la nausée et/ou des vomissements chez 5 % des patients.

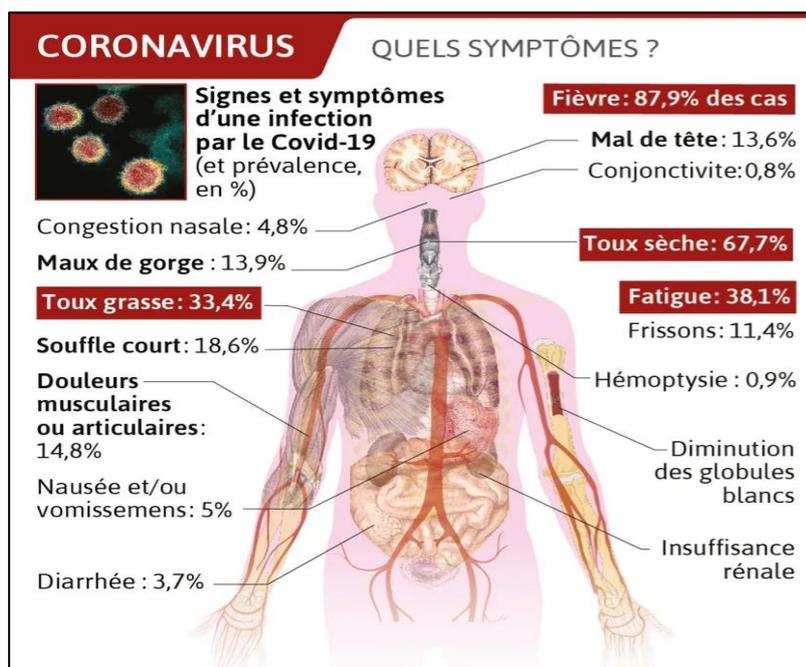
La congestion nasale (4,8 %), la diarrhée (3,7 %), l'hémoptysie (0,8 %), et dans une moindre mesure, une conjonctivite (0,8 % des cas) sont les symptômes rencontrés les moins fréquents. À noter enfin qu'une diminution des globules blancs et une insuffisance rénale ont été observées chez certaines personnes infectées. Environ une personne sur six contractants la maladie présente des symptômes plus graves, notamment une dyspnée (difficulté à respirer). Les personnes âgées et celles qui ont

d'autres problèmes de santé (hypertension artérielle, problèmes cardiaques ou diabète) ont plus de risques de présenter des symptômes graves (OMS, 2020).

Contrairement à la grippe, ces signes cliniques apparaissent progressivement sur plusieurs jours. Ils sont généralement bénins et la majorité des personnes guérissent sans intervention médicale (Evelyne, 2020).

Selon les évaluations actuelles, un patient symptomatique sur cinq ou sur six présente une affection sévère. Les données provenant de Chine montrent qu'une semaine s'écoule en moyenne entre l'apparition des premiers symptômes et l'admission à l'hôpital. 5% des patients nécessitent des soins en service de réanimation. Dans les cas les plus graves, le décès survient une à deux semaines après l'entrée aux soins intensifs (Evelyne, 2020).

Chez la grande majorité des enfants, l'infection est asymptomatique ou pauci symptomatique (symptômes bénins). Les enfants souffrant d'une autre pathologie ou immunodéprimés sont plus à risque de développer une forme sévère de l'infection (Evelyne, 2020).



**Figure 3: Les Symptômes de coronavirus (OMS, 2020)**

### **1.5. Les modes de transmission**

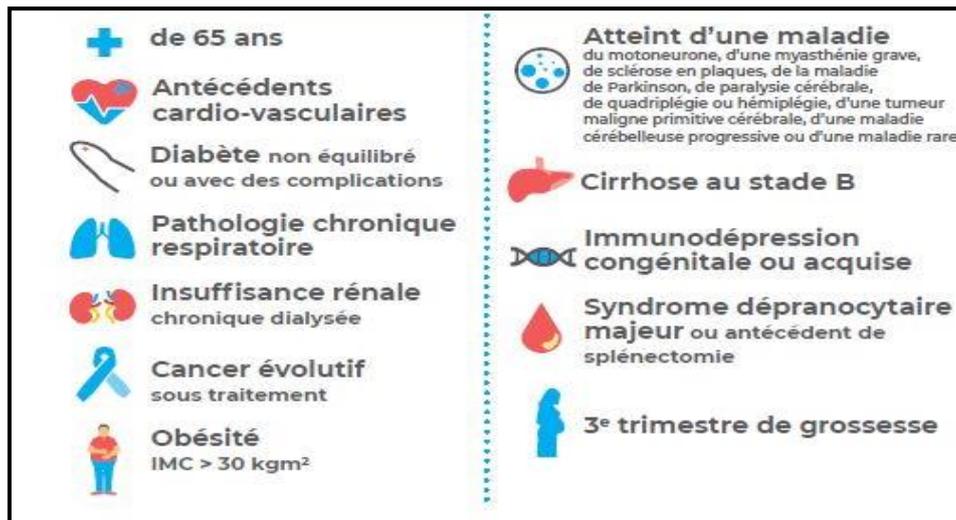
Le COVID-19 est transmis par des gouttelettes respiratoires qui passent d'une personne malade à une autre en :

- Éternuements et toux ;
- Toucher physique tel que des salutations comme se serrer la main ;
- Toucher des surfaces ou des objets contaminés par les germes puis toucher vos yeux, votre nez ou votre bouche avant de vous laver les mains.

Parmi les voies de transmission peu courantes du SRAS-CoV-2, on peut citer la transmission par la membrane conjonctive ou par matières contaminées ainsi que la transmission verticale, fécale-orale et zoonotique. Ce sont des voies de transmission possibles ; cependant, on connaît mal leur importance dans l'épidémiologie de la COVID-19. S'il est théoriquement possible que le virus se transmette par le sperme, le lait maternel et l'urine, la probabilité en est extrêmement faible (OMS, 2020).

### **1.6. La vulnérabilité du Covid-19**

Les personnes âgées de plus de 70 ans sont particulièrement à risque de développer une forme grave de la COVID-19. C'est également le cas de celles souffrant de pathologies antérieures telles que l'hypertension artérielle, une maladie pulmonaire, le diabète, une cirrhose, une cardiopathie ou dont l'immunité est déprimée. Elles sont plus souvent gravement atteintes que leurs pairs de la même catégorie d'âge. Le tabagisme accroît également le risque de présenter une forme sévère de la maladie (21% des patients fumeurs contre 14% des non-fumeurs). Dans les épidémies à coronavirus précédentes, les femmes enceintes avaient un risque plus élevé de développer une forme grave de la maladie. Ceci ne semble pas être le cas pour la COVID-19 et à ce jour, elles ne sont pas considérées comme un groupe à risque (Evelyne, 2020).



**Figure 4 :Schéma illustratif des différents groupes vulnérables à la pandémie (Présanse, 2020)**

### 1.7. Le traitement de Covid-19

Plus de 150 médicaments différents font l’objet de recherche dans le monde entier. La plupart sont des médicaments existants qui sont testés contre le virus. L’organisation mondiale de la santé a lancé l’essai solidarité, qui vise à évaluer les traitements les plus prometteurs, et de nombreux centres de recherches dans le monde tentent d’utiliser le sang des survivants comme traitement [2].

Il n’existe actuellement aucun vaccin ni remède pour traiter le Covid-19 ; des recherches sont en cours pour déterminer si certains médicaments sont efficaces, pour arrêter le virus.

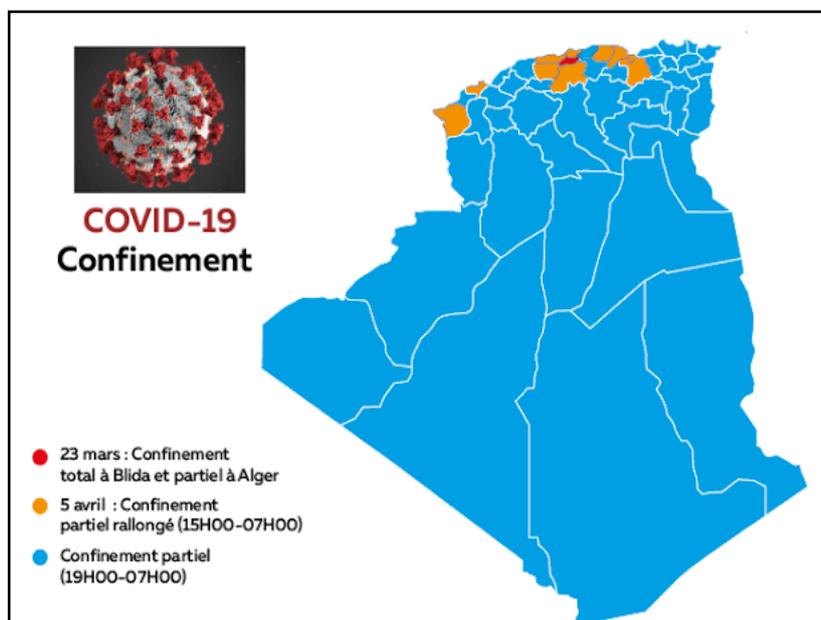
**Tableau 01 : Traitement des symptômes selon l’état de santé (Ichou, 2021)**

<b>Etat de santé</b>	<b>Traitement des symptômes</b>
Symptômes légers (fièvre, nez qui coule, toux)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Médicament anti -douleur / fièvre</li> <li>- Médicament contre le rhume/ la grippe</li> <li>- Augmentation de l’apport hydrique, auto-quarantaine à domicile pendant 14 jours.</li> </ul>
Symptômes graves (difficulté à respirer, essoufflement)	Des antibiotiques pour lutter contre les infections bactériennes.

## 1.8. Le confinement sanitaire

Le confinement est l'action de confiner quelqu'un, de l'enfermer dans un lieu, restreint. On appelle confinement « une procédure de sécurité ayant pour objectif de protéger des personnes, ou une population en les isolant dans des espaces clos pour éviter tout contact, avec un gaz toxique ou radioactif, ou empêche la propagation d'une maladie infectieuse (Abidi *et al.*, 2020).

En Algérie, le gouvernement a dès le début de la pandémie, imposé des mesures de confinement strictes aux particuliers et aux entreprises. Elles comprenaient notamment l'annulation des vols et l'imposition de quarantaines aux Algériens rapatriés, ainsi que la fermeture des restaurants et des magasins.



**Figure 5 : Carte de confinement en Algérie (APS, 2020)**

L'État algérien a également ordonné l'annulation de tous les événements publics et privés, y compris les manifestations et les activités religieuses. En outre, la moitié des fonctionnaires et des travailleurs du secteur public économique ont été mis en congé obligatoire avec maintien de leur rémunération (Abidi *et al.*, 2020).

# **Chapitre II**

## **Pollution atmosphérique**

## 1. La pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique découle des modifications de la composition chimique de l'air, sous l'effet des activités humaines. Elle peut se manifester depuis l'échelle urbaine et locale jusqu'à l'échelle planétaire et les risques liés à ces changements ne sont pas de même nature selon l'échelle spatio-temporelle concernée. Les changements de la composition chimique de l'air à l'échelle mondiale se manifestent notamment par un accroissement des teneurs en gaz à effet de serre tels que le gaz carbonique ou le méthane, et génèrent principalement un risque de modification majeure du climat de la planète. En revanche, les pollutions locales, en milieu industriel ou urbain par exemple, présentent surtout des risques pour la santé humaine du fait des teneurs en polluants tels que les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, les particules, qu'on peut alors rencontrer (Belhadj, 2015).



**Figure 6 : La pollution de l'air [3]**

## 2. Les principaux polluants atmosphériques

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 provenant des processus de combustion et présent dans les gaz d'échappement des voitures, le dioxyde de soufre provenant de l'industrie...etc. 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. Un exemple majeur de polluant

secondaire est l'ozone troposphérique, un des nombreux polluants secondaires qui forment le smog photochimique, mais on peut citer aussi les NPA (Nitrates de Peroxy-Acétyle) ou encore les COV (Composé Organiques Volatiles) dits «COV secondaires» (Al Barakeh, 2012).

Le tableau 3 renseigne sur l'ordre de grandeur de la durée de vie dans l'atmosphère de quelques polluants :

**Tableau 02 :Durée de vie indicative de certaines substances polluantes dans l'atmosphère (Lacour, 2001)**

Substances	Durée de vie des polluants dans l'air
CH <sub>4</sub>	Année
CO	Mois
SO <sub>2</sub>	Jours à mois
O <sub>3</sub>	Quelque jour
COV	Heurs à jours
Aérosols 1-10µm	Minutes à jours
Aérosols 1µm	Jours à semaines

## 2.1. Les polluants primaires

### ➤ Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) est fréquemment associé au monoxyde d'azote (NO). Ils ont longtemps été mesurés ensemble par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air car la mesure séparée était difficile. La somme de ces deux polluants est désignée par les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>). Ils sont principalement émis sous la forme du monoxyde d'azote NO par les combustions fossiles à haute température (moteur thermique des transports, production d'énergie thermique et d'électricité, etc.). Dans l'atmosphère, au contact de l'oxygène, le NO s'oxyde en NO<sub>2</sub> (Duché, 2013) :



➤ **Le méthane (CH<sub>4</sub>)**

Ce gaz n'est pas réglementé en tant que polluant dans l'atmosphère par les Directives Européennes. Il est considéré comme l'un des principaux gaz à effet de serre et a un rôle important dans le réchauffement climatique. On le trouve à l'état naturel produit par des organismes vivants. Il constitue également l'essentiel du gaz naturel qui est exploité comme combustible fossile.

Depuis l'ère industrielle, la concentration de méthane n'a cessé d'augmenter dans l'atmosphère. Elle est passée de 700ppbv au début du 19<sup>ème</sup> siècle à 1750 ppbv aujourd'hui en raison de l'augmentation des activités humaines liées à l'industrialisation et à l'urbanisation (Al Barakeh, 2012).

➤ **Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**

Le dioxyde de soufre a pour origine principale la combustion des énergies fossiles (fioul, charbon) qui libère du soufre. Les principales sources de SO<sub>2</sub> sont donc les installations de chauffage industriel, les raffineries de pétrole ainsi que certains procédés de fabrication. Le SO<sub>2</sub> est un gaz irritant pour l'appareil respiratoire et sous l'action du rayonnement solaire, il peut s'oxyder puis, en présence d'eau se transformer en acide sulfurique (phénomène des pluies acides) (Allag, 2016).

➤ **Les Composés Organiques Volatils (COV)**

Les COV sont des produits chimiques organiques qui se vaporisent facilement à la température ambiante. Ils s'appellent organiques parce qu'ils contiennent l'élément carbone dans leurs structures moléculaires. Les COV n'ont aucune couleur, odeur, ou goût. Ils incluent un éventail très large de différentes substances, telles que les hydrocarbures (par exemple benzène et toluène) et des halocarbures. La famille des composés organiques volatils regroupe plusieurs milliers de composés (hydrocarbures, solvants, ...) aux caractéristiques très variables. Ils interviennent dans le processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère et participent donc au réchauffement de la planète. Ils sont émis lors de la combustion de combustibles (notamment dans les gaz d'échappement), ou par évaporation lors de leur fabrication, de leur stockage ou de leur utilisation. Ils ont un impact direct sur la santé (certains sont toxiques ou cancérigènes) (Boudjella, 2017).

### ➤ **Le monoxyde de carbone (CO)**

C'est un gaz combustible, détonnant à faible concentration, particulièrement sournois, toxique et très dangereux par ses effets irréversibles (il détruit les cellules nerveuses de façon irrémédiable pouvant être mortel suivant la concentration et l'activité soutenue durant le temps d'inhalation (Boudjella, 2017).

### ➤ **Les particules en suspension**

Ces particules (notées « PM » en anglais pour « Particulate Matter ») sont les fines particules solides ou liquides en suspension dans l'air. Ces particules proviennent de sources naturelles comme les éruptions volcaniques, la végétation (pollens), les incendies de forêts ou de sources anthropiques comme les émissions industrielles, la combustion des fossiles combustibles.

On distingue 4 types de particules :

- **PM10** particules en suspension dans l'air, d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10µm ;
- **PM2.5** « particules fines » dont le diamètre est inférieur à 2,5µm;
- **PM1** « particules très fines » dont le diamètre est inférieur à 1,0µm;
- **PM0.1** « particules ultrafines ou nanoparticules » dont le diamètre est inférieur à 0,1µm.

Selon Al Barakeh (2012), 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.

## **2.2. Les polluants secondaires**

### ➤ **L'ozone O<sub>3</sub>**

L'ozone troposphérique est un polluant secondaire, principal polluant photochimique. Aux échelles locales, régionales et globales, l'ozone se forme par oxydation photochimique à partir des oxydes d'azote NO<sub>x</sub>, des composés organiques

volatiles COV et des radicaux HO<sub>x</sub>. Dans une moindre mesure, le monoxyde de carbone CO et le méthane CH<sub>4</sub> peuvent aussi être à la source de l'O<sub>3</sub>. La formation principale de l'ozone se fait toujours en présence de NO<sub>x</sub> mais une complexité de réactions chimiques peut intervenir dans la formation de l'ozone (Duché, 2013).

➤ **Les aérosols acides**

Qui se forment par interaction entre des molécules d'eau et les oxydes de soufre et d'azote produisant ainsi des particules liquides en suspension (acide sulfurique, nitrique ou sels d'ammonium). Ils surviennent surtout en hiver par temps de brouillard (CNMR, 2005).

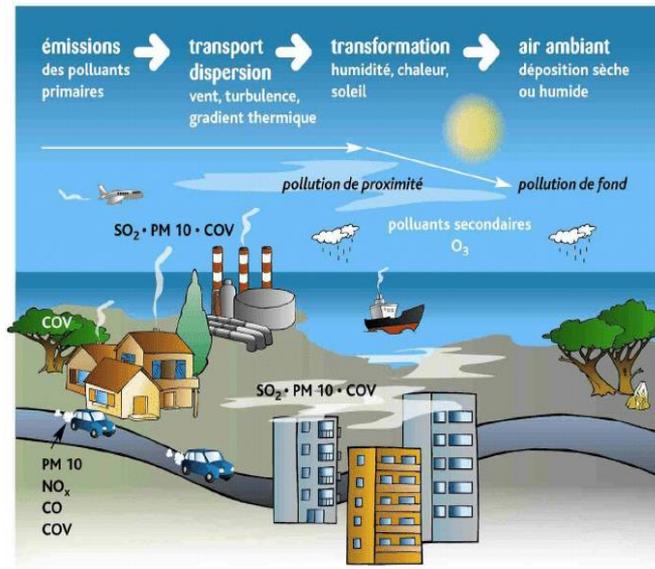
➤ **L'acide chlorhydrique HCl**

Provient notamment de l'incinération des ordures ménagères (contenant entre autres des plastiques et papiers riches en chlore), de la combustion du charbon (qui présente naturellement des teneurs variables en chlore) et de certaines activités industrielles. Dans le cas de l'incinération des ordures ménagères, les principales sources sont les plastiques, auxquels sont imputables jusqu'à 50 % des rejets, mais également les papiers et cartons ainsi que les caoutchoucs...etc. Ce polluant contribue à l'acidification de l'air (Boussouara, 2012).

➤ **Les Produits Organiques Persistants (POP)**

Il existe douze composés organiques toxiques à basse concentration. Ce sont des résidus industriels souvent toxiques, mutagènes et cancérigènes, qui interfèrent avec notre système hormonal et sexuel. La liste la plus communément admise est la suivante : Trichloréthylène (TRI), Trichloroéthane (TCE), Tetrachloroéthylène (PER), Dioxines et furanes (Diox), Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), Polychlorobiphényles (PCB) et Hexa chlorobenzène (HCB).

Ils sont semi-volatiles et circulent plus ou moins bien dans l'air, en fonction de la température de celui-ci. Dans les régions froides, leur volatilité est réduite et ils se concentrent donc dans les régions tempérées et polaires. Ils sont lipophiles (faible solubilité dans l'eau mais forte dans les graisses), avec une attirance forte pour les tissus adipeux où ils se concentrent généralement (forte bioaccumulation). Ils ont également une durée de vie très longue (persistance dans le milieu) (CEREA, 2004).



**Figure 7 : Le cycle de la pollution atmosphérique [4]**

Le tableau ci-dessous illustre les valeurs guides pour quelques polluants atmosphériques. Ces valeurs ont été définies comme des concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population.

**Tableau 03 : Valeurs guides pour les polluants atmosphériques (OMS, 2015)**

Polluant	Valeur guide ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Durée d'exposition
SO <sub>2</sub>	500	10 mn
	20	24 heures
	50	1 an
NO <sub>2</sub>	200	1 heure
	40	1 an
O <sub>3</sub>	160	1 heure
	240	1 heure
	100	8 heures
PM <sub>2.5</sub>	25	24 heures
	10	1 an
CO	60.000	30 mn
	30.000	1 heure
	10.000	8 heures

### **3. Les sources de pollution atmosphérique**

Les sources de la pollution atmosphérique peuvent être naturelles (feu de forêt, éruption volcanique) ou/et anthropiques (Mayer, 1999). Dans ce dernier cas, la pollution est souvent le résultat direct des progrès industriels de ces derniers siècles, comme par exemple l'émission continue et parfois sans précaution des polluants associés aux processus de combustion (véhicules automobiles, installations industrielles, production d'énergie par combustion...) (Al Barakeh, 2012).

#### **3.1. Les sources naturelles**

- **Les éruptions volcaniques**

L'activité volcanique est responsable du rejet dans l'atmosphère de quantités importantes de cendres, d'oxydes de carbone (CO, CO<sub>2</sub>) ou de soufre (H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>). Ainsi, chaque année, 30 millions de tonnes de poussières et d'aérosols sont émises dans l'atmosphère par les volcans. Ces aérosols, dont les gouttelettes mesurent typiquement entre 0,3 et 0,5 µm, se forment généralement par réaction du SO<sub>2</sub> avec l'eau contenue dans l'atmosphère. Ils peuvent alors catalyser des réactions hétérogènes qui affectent la couche d'ozone stratosphérique (conversion de réserves stables de chlore comme HCl et ClONO<sub>2</sub>, en espèces chlorées photo-chimiquement actives comme Cl<sub>2</sub> ou ClNO<sub>2</sub>) (Boussouara, 2010).

- **La combustion de la biomasse**

La combustion de la biomasse sur des grands espaces dans le monde se manifeste par les feux des forêts et des savanes. La différence entre les aérosols naturels et anthropiques produits dans ces conditions est difficile à établir dans la mesure où certains incendies proviennent de catastrophes naturelles alors que d'autres sont causés soit volontairement, soit involontairement par l'homme. La composition de la fumée provenant des feux des forêts varie énormément et est constituée des particules primaires sous forme des cendres et des suies auxquelles s'ajoutent des gaz. Ces gaz ainsi obtenus peuvent conduire à la formation des particules secondaires par conversion gaz-particules. La quantité des particules produites et leur composition dépendent des caractéristiques des bois et végétaux brûlés (Belarbi, 2019).

- **La foudre**

La foudre est la principale source d'émission d'oxydes d'azote dans la partie supérieure de la troposphère. Elle est responsable de plus d'un quart de la production Mondiale de NO<sub>x</sub>. Les hautes pressions et les hautes températures qui règnent le long du canal provoquent la dissociation des molécules d'azote et d'oxygène dont les fragments se recombinent pour former des oxydes d'azote. Généralement, plus la décharge n'est violente, plus la production de NO<sub>x</sub> est importante. Comme l'apparition de la foudre est souvent associée à la pluie, le NO<sub>2</sub> Produit peut réagir avec l'eau pour former l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) (Boussouara, 2010).

- **Les poussières crustales**

Cette catégorie de poussières résulte de l'action du vent sur les sols dépourvus de végétation ainsi que de l'abrasion des roches, généralement dans les déserts et les régions arides et il est très important dans la mesure où ces zones couvrent environ le tiers de la surface des continents. La composition chimique des aérosols atmosphériques provenant de l'érosion des sols indique qu'ils sont dans l'ensemble, constitués d'éléments caractéristiques de la croûte terrestre, à savoir Al, Si, Fe, Ti, Ca, Na, Mg et K (Belarbi, 2019).

### **3.2. Les sources anthropiques**

Tous les secteurs d'activité humaine sont susceptibles d'émettre des polluants atmosphériques (Belarbi, 2019).

- **Les émissions industrielles**

L'industrie est à l'origine des émissions spécifiques dues aux processus de traitement ou de fabrication employés. Les émissions industrielles de polluants ont une forte influence sur la qualité de l'air. Les polluants primaires, dont le monoxyde et de dioxyde de carbone, de dioxyde de soufre, d'oxyde d'azote, de poussières, de composés organiques volatils (COV) sont directement émis dans l'atmosphère en des concentrations très élevées.

Les secteurs qui rejettent les quantités les plus importantes sont la production d'énergie (centrales thermiques), les industries chimique, pétrolière et métallurgique, les incinérateurs d'ordures ménagères (Florian, 2011).

- **Les émissions domestiques**

Au niveau individuel, la combustion de carburants fossiles (charbon, fioul lourd, etc.) produit d'importantes émissions polluantes. Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), produit inévitable de la combustion de matières organiques et dont la concentration croissante dans l'atmosphère contribue à l'effet de serre, le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les oxydes d'azotes (NO<sub>x</sub>), les poussières, les métaux lourds..., etc. sont concernés (Allag, 2016).

- **Les émissions dues aux transports et automobile**

Aujourd'hui, on sait que les transports, essentiellement routiers et en particulier l'automobile, sont une source de pollution importante. Les moteurs à explosion sont ainsi de très loin la première cause d'émission d'oxydes d'azote et de divers hydrocarbures. Les moteurs diesels, moins polluants pour ce qui concerne ce dernier type d'émissions, sont en revanche à l'origine de particules et de dioxyde de soufre (Rebouh, 2012).

- **Les émissions d'origine agricole**

Le développement de l'agriculture intensive contribue à la pollution atmosphérique. Les émissions telles que l'ammoniac, le méthane, le protoxyde d'azote, le monoxyde de carbone et les pesticides sont liées à la décomposition des matières organiques, aux animaux d'élevage et à l'utilisation massive d'engrais et de pesticides (Allag, 2016).

- **Les émissions dues aux traitements des déchets**

Les déchets sont considérés comme l'une des plus grandes sources de pollution. Qu'ils soient abandonnés dans une décharge ou incinérés, par leur décomposition ils sont producteurs de plusieurs polluants, tels que le méthane, l'acide chlorhydrique, les métaux lourds, les dioxines et les furanes (Rebouh, 2012).

#### **4. Les impacts de la pollution atmosphérique**

##### **4.1. Sur la santé**

Le tableau ci-dessous résume les principaux effets des polluants atmosphériques sur la santé.

**Tableau04 : Effets des principaux polluants sur la santé (Boussouara, 2010)**

Les polluants	Les effets
SO <sub>2</sub>	C'est un gaz irritant. Il provoque une altération de la fonction pulmonaire chez les enfants et une exacerbation des symptômes respiratoires aigus chez l'adulte.
NO, NO <sub>2</sub>	C'est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires, entraînant une hyperréactivité bronchique chez les patients asthmatiques et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.
PM <sub>10</sub>	Les plus grosses particules sont retenues par les voies respiratoires supérieures. Elles sont donc moins nocives pour la santé que les particules plus fines qui pénètrent plus profondément dans l'organisme ; elles irritent alors les voies respiratoires inférieures et altèrent la fonction respiratoire dans l'ensemble. Certaines, selon leur nature, ont également des propriétés mutagènes et cancérigènes.
CO	Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. Le système nerveux central et les organes sensoriels sont les premiers affectés, provoquant des céphalées, vertiges, asthénies ou troubles sensoriels. En cas d'exposition très élevée et prolongée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles.
COV	Ces molécules ont des effets très divers selon leur famille. De la simple gêne olfactive (odeurs), certains provoquent une irritation (aldéhydes), une diminution de la capacité respiratoire. D'autres, comme le benzène, provoquent des effets mutagènes et cancérigènes. Diminution de la fonction respiratoire.
Métaux (Pb, As, Ni, Hg, Cd...)	Ces éléments s'accumulent dans l'organisme, ce qui entraîne un risque de toxicité à long terme impliquant d'éventuelles propriétés cancérigènes. Toxicité par bioaccumulation dans le système nerveux, les poumons...etc.
O <sub>3</sub>	Ce gaz, très oxydant, pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque de la toux et une altération pulmonaire, surtout chez les enfants et les asthmatiques, ainsi que des irritations oculaires. Irritation des muqueuses (gorge, nez, yeux).

#### **4.2. Impact sur l'environnement**

Les végétaux subissent les agressions de la pollution atmosphérique de manière continue. Les atteintes peuvent être perceptibles et se traduisent par des nécroses sur les feuilles, des chloroses (dégradation de la chlorophylle provoquant un

jaunissement des feuilles ou des aiguilles qui se détachent par la suite), une réduction du nombre de fleurs ou même par un décollement de l'épiderme foliaire.



**Figure 8 : Feuille de tabac nécrosée [5]**

Les polluants atmosphériques peuvent aussi se manifester de façon plus diffuse en exerçant sur la végétation un ralentissement de la photosynthèse et de la croissance, entraînant au niveau des cultures une perte de rendement. Les végétaux sont aussi attaqués par les dépôts acides au sol qui fragilisent les racines. L'acidification des sols facilite le lessivage d'éléments minéraux qui ne sont plus disponibles pour les plantes. Elle modifie le recyclage de la matière organique en perturbant les microorganismes du sol. Ces microorganismes participant à la formation d'humus sont détruits et la litière non dégradée s'accumule, diminuant ainsi la vitesse de recyclage des éléments nutritifs minéraux. La végétation s'en retrouve affaiblie et se développe mal. Les végétaux étant les maillons importants des écosystèmes en tant que producteurs de matière organique, une atteinte de la végétation a des conséquences sur l'ensemble du fonctionnement de l'écosystème, y compris sur les communautés animales. Bien entendu, les polluants peuvent avoir des effets directs sur les animaux comme par exemple des pesticides sur les oiseaux (Belhadj, 2015).

## **5. La pollution atmosphérique en Algérie**

D'après l'OMS, l'Algérie est parmi les pays africains les plus pollués. Outre les sources d'émission, les facteurs météorologiques et la topographie influencent largement les niveaux de pollution atmosphérique (Saihia et Dahech, 2019).

Dans la plupart des villes algériennes, les principales sources de pollution atmosphérique sont directement liées à la densité du trafic automobile, en croissance

constante avec des véhicules utilisant le plus souvent des carburants non conformes aux règles édictées en matière de protection de l'environnement. Cette pollution affecte la plupart des grandes agglomérations (Alger, Oran, Constantine et Annaba) (Maatoug et *al.*, 2011).

En effet, le développement industriel a contribué largement à la dégradation de la qualité de l'air, notamment aux environs des grandes concentrations industrielles telles que : Skikda, Annaba, Alger, Tlemcen et Arzew (Maatoug et *al.*, 2011).

Il est également prouvé que le taux de mortalité dû à la dégradation de l'air est de l'ordre de 0,93 %. Malgré l'existence d'un début de dispositif antipollution, les autorités algériennes mettent en garde contre l'intensification du trafic routier, car l'inexistence d'une réglementation stricte pour le contrôle fait craindre des émissions de volumes croissants de rejets de polluants gazeux. Cela au moment où dans d'autres pays ces mêmes polluants connaissent une réduction certaine (Maatoug et *al.*, 2011).

**Deuxième partie**  
**Présentation de la zone d'étude**  
**&**  
**Matériels et Méthodes**

## 1. Présentation de la zone d'étude

### 1.1. Géographie de l'Algérie

L'Algérie est située au Nord-Ouest de l'Afrique sur la côte Méditerranéenne. Elle possède une superficie de 2381741 km<sup>2</sup>, ce qui en fait le pays le plus étendu du continent. C'est un pays de montagnes d'une altitude moyenne de 800 m environ, avec les massifs de l'Atlas Tellien et Saharien au Nord et l'Hoggar au Sud. Le Sahara occupe plus de 2 millions de km<sup>2</sup>, soit 87% de la superficie totale du pays (FAO, 2015).

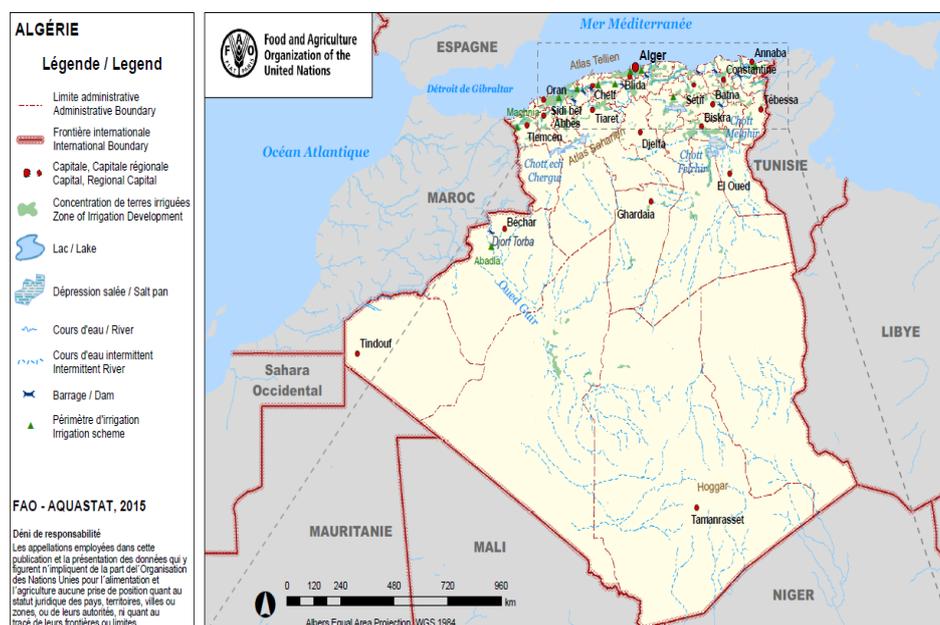


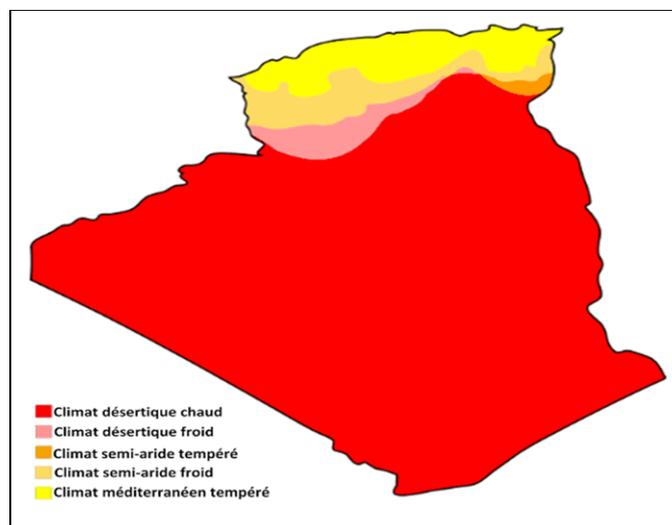
Figure 09 : Carte de l'Algérie (FAO, 2015)

### 1.2. Climat

Par sa position géographique, l'Algérie est soumise à des climats très variés :

1. Dans le littoral Nord, il règne un climat typiquement méditerranéen avec des étés secs et chauds et des hivers tempérés et humides. Les précipitations tombent généralement en hiver et au printemps et les températures sont très élevées en été (Adjim, 2018).
2. L'Est et le centre du pays sont beaucoup plus arrosés que l'Ouest à cause des effets écrans produits par les chaînes montagneuses du Maroc et de l'Espagne et qui limitent les effets des vents océaniques. Dans cette région, il règne un climat semi-aride avec une variabilité très marquée des précipitations (Adjim, 2018).

3. Le Sud du pays appartient à la zone climatique chaude, où les températures sont très élevées en été, beaucoup plus fraîches en hiver et avec une quasi-absence des précipitations. Des vents de sables sont régulièrement observés particulièrement vers la fin du printemps (Adjim, 2018).



**Figure 10 : Climat en Algérie (Adjim, 2018)**

### 1.3. Démographie

Le nombre d'habitants de l'Algérie est passé à 43,9 millions le 1<sup>er</sup> janvier 2020, contre 43,4 millions le 1<sup>er</sup> janvier 2019. C'est dans l'étroite bande littorale qui borde la Méditerranée que se concentre près de 40% de la population algérienne (245 habitant/km<sup>2</sup>) et que se trouvent les terres agricoles les plus riches, les ressources en eau les plus abondantes et le potentiel forestier. Cette zone est la mieux dotée en infrastructures de transport et de communication (routes, voies ferrées, ports, aéroports) ainsi que de toutes les commodités (eau, électricité, téléphone) nécessaires à l'activité industrielle (Kateb, 2003).

### 1.4. Etat de la santé en Algérie

L'Algérie occupe le 45<sup>ème</sup> rang en termes de niveau de santé, parmi les 191 états membres du classement. Elle est classée au 81<sup>ème</sup> rang en matière de performance globale du système de santé (Samba, 2005).

L'Algérie est dans une phase de "transition épidémiologique", caractérisée par une diminution des maladies transmissibles endémiques, des maladies contrôlables

par la vaccination et des anthrozooses. Depuis plus de 30 ans, seuls quelques cas de paludisme sont observés annuellement dans le sud du pays (Samba, 2005).

En 1990, l'Enquête nationale de santé révélait que les maladies de l'appareil respiratoire (35,7 %) et de l'appareil digestif (10,8 %) venaient au premier rang de la morbidité ressentie. Les 5 premières causes de décès à Alger sont les pathologies de l'appareil circulatoire (25 %), les traumatismes et empoisonnements (12 %), les pathologies tumorales (11 %), les pathologies respiratoires (7 %) et les pathologies infectieuses (3 %). On peut estimer à 21 % les décès dus à l'athérosclérose, ce qui la placerait au premier rang des causes de mortalité en Algérie (Samba, 2005).

## **2. Matériels et méthodes**

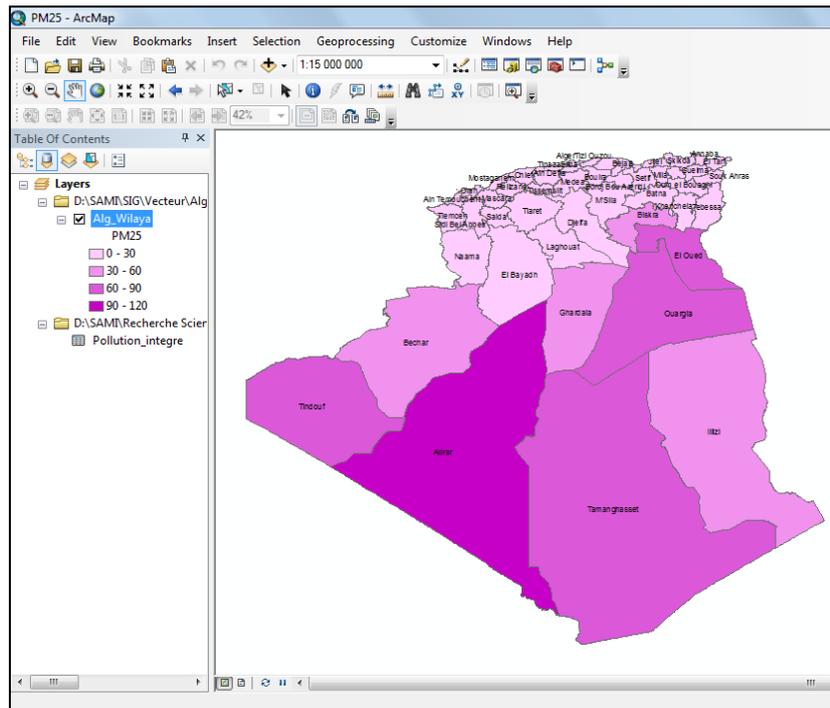
### **2.1. Matériels**

Pour réaliser cette étude, nous avons utilisé :

- **Un PC** caractérisé par :
  - un processeur : Intel (R) Core (TM) i5-6200U CPU @ 2 .30GHz.
  - une RAM de 8 GO.
  - un disque dur de 900 GO
- **Logiciel ArcGIS 10.8**

C'est un ensemble de logiciels d'information géographique (ou logiciels SIG) développé par la société américaine Esri (Environmental Systems Research Institute) (Esri, 2009). Il nous a permis de traiter les données raster et vectorielles de la zone d'étude.

Ce logiciel comprend une suite d'applications intégrées :ArcMap, ArcCatalog et ArcToolbox. A l'aide de ces trois applications, nous avons effectué toutes les tâches SIG.



**Figure 11 :Interface d'ArcMap**

- **Les données de la qualité de l'air**

Les données de pollution atmosphérique ont été obtenues à partir du portail de données GIOVANNI (GES-DISC Interactive Online Visualization and Analysis Infrastructure) de l'Administration Nationale de l'Aéronautique et de l'Espace NASA (National Aeronautics and Space Administration) (<http://giovanni.gsfc.nasa.gov>). Cette plateforme a été créée dans le cadre d'un programme de surveillance mondiale de la pollution atmosphérique.

Les différents polluants atmosphériques étudiés dans notre étude sont :

- Le monoxyde de carbone (CO)
- Le méthane (CH<sub>4</sub>)
- L'ozone (O<sub>3</sub>)
- Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)
- Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)
- Les particules en suspension (PM2.5).

- **Les données de Covid-19**

Les données de Covid-19 proviennent du site web officiel du ministère de la Santé algérienne qui publie quotidiennement un bulletin de la situation épidémiologique du Coronavirus en Algérie (<https://www.sante.gov.dz/>).

Ce bulletin a été élaboré à partir des différents établissements hospitaliers prenant en charge les malades de coronavirus. Le bilan de la situation épidémiologique comprend l'évolution globale de la situation en termes de morbidité, de mortalité, des données d'hospitalisation et une distribution spatiale des cas.

## **2.2. Méthodologie**

### **2.2.1. Traitements des données satellitaires**

Pour chaque image satellitaire, nous avons appliqué des fonctions de conversion qui transforme la donnée brute en image GEOTIFF projetée dans le SIG.

Ainsi, nous avons moyenné les valeurs de concentration de chaque polluant pour chaque période étudiée : avant le confinement (avant le 04 Avril 2020) et durant le confinement (entre le 04 Avril 2020 et le 13 Juin 2020).

### **2.2.2. Estimation de l'anomalie**

L'anomalie est la déviation par rapport à un état moyen. L'estimation de ce paramètre est calculée par la comparaison des concentrations des polluants atmosphériques avant le confinement [X<sub>A</sub>] avec celles calculées pour la période de confinement [X<sub>C</sub>], exprimée en pourcentage. Le calcul de l'anomalie nous permettra de déterminer l'évolution (progressive ou régressive) de la concentration des polluants atmosphériques en Algérie.

$$\text{Anomalie du polluant X} = [X_C] - [X_A] * 100 / [X_A]$$

Tous les traitements statistiques ont été effectués par le biais du logiciel XLSTAT version 2015.5.01, alors que la création des cartes a été réalisée au moyen du logiciel ArcGIS 10.8.

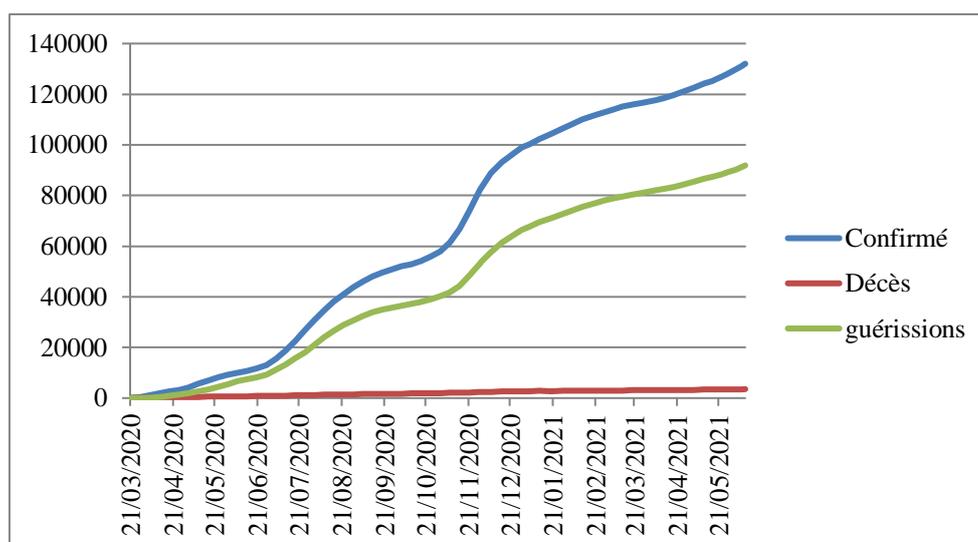
# **Troisième partie**

## **Résultats et discussions**

## 1. Résultats

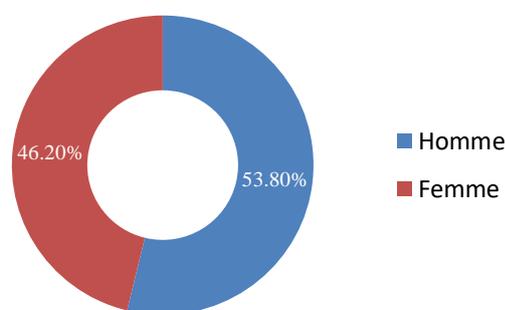
### 1.1. Chronologie de la pandémie de Covid-19 en Algérie

La figure 12 montre l'évolution positive des cas confirmés, décès et guérissons de Covid-19 en Algérie. Après trois mois de l'apparition de cette pandémie, on compte 8113 cas confirmés, ce qui représente 1848 cas pour 100000 habitants (soit 0.018% de la population algérienne). Après 15 mois, plus de 132034 de cas confirmés et 3541 de décès ont été enregistrés dans notre pays.



**Figure 12 : Evolution des cas de Covid-19 en Algérie**

La figure 13 illustre la distribution, par sexe, de cas confirmés par le Covid-19 en Algérie. Elle montre que cette pandémie touche plus les hommes que les femmes, cela s'explique par plusieurs facteurs liés au mode de vie et d'ordre biologique. Ainsi, sur un total de 132034 cas répertoriés en Algérie, 71035 étaient des hommes (soit 53.8 %) et 60999 des femmes (soit 46.2 %).



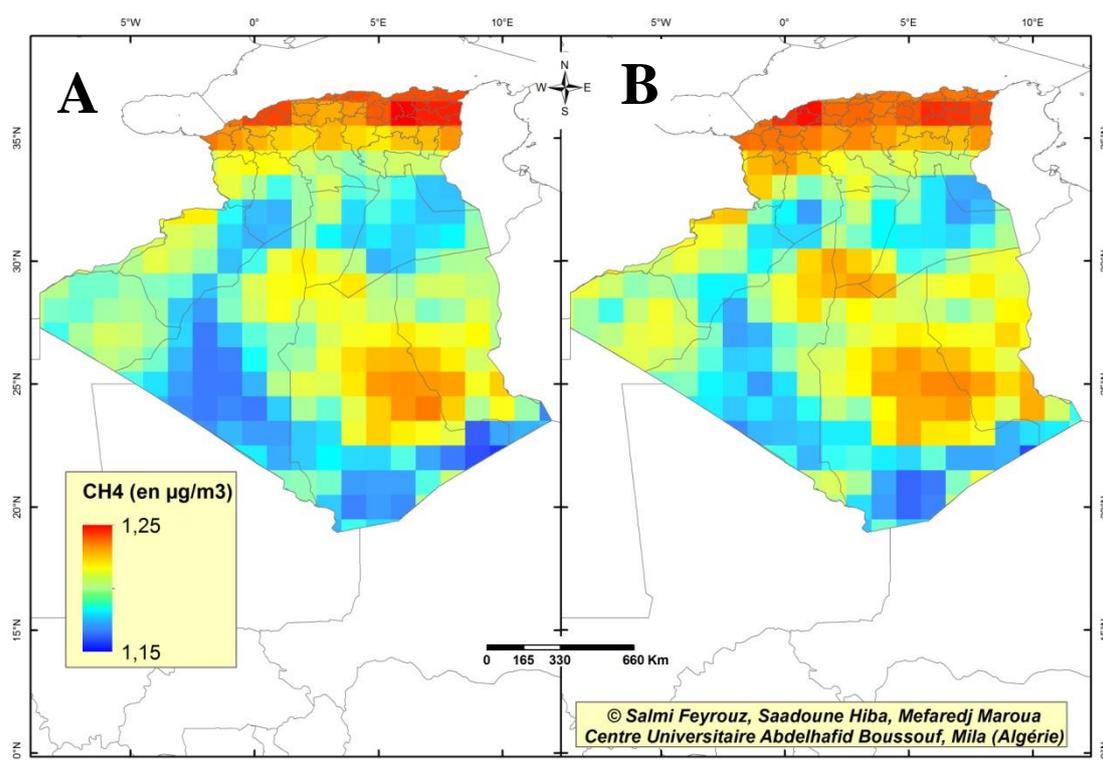
10/06/2021

**Figure 13 : Distribution par sexe de cas confirmés par le Covid-19 en Algérie**

## 1.2. Cartographie de la qualité de l'air

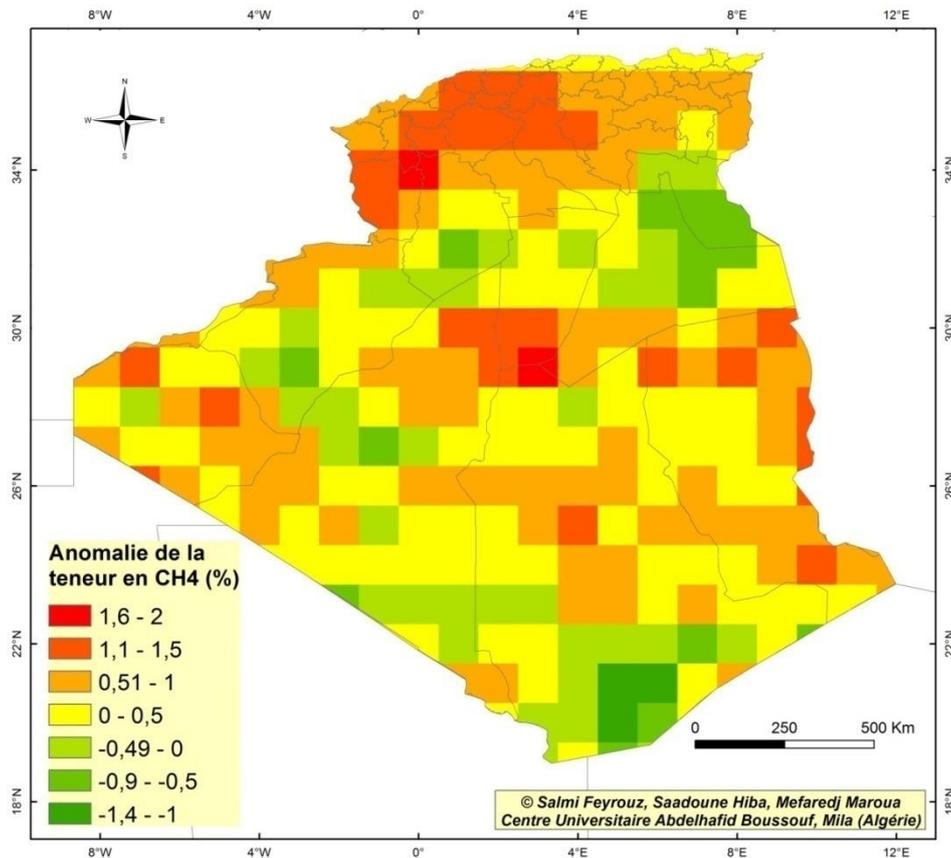
### 1.2.1. Le méthane (CH<sub>4</sub>)

La figure ci-dessous présente la teneur de l'atmosphère algérienne en méthane avant et après le confinement sanitaire. Les nuances de rouge et jaune illustrent les concentrations les plus fortes du méthane dans l'atmosphère, tandis que les nuances de bleu indiquent les concentrations les plus faibles. La figure montre que le confinement de la population algérienne lié à la Pandémie de Covid-19 a un effet non négligeable sur la qualité de l'air.



**Figure 14 : Concentration atmosphérique du CH<sub>4</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)**

Les analyses spatiales montrent que la concentration atmosphérique du méthane varie entre 1.15 µg/m<sup>3</sup> et 1.25 µg/m<sup>3</sup>. Les fortes valeurs de ce polluant ont été enregistrées dans le Nord algérien et particulièrement dans la wilaya de Mila, l'Est de la wilaya de Sétif, et le Nord de la wilaya de Batna, alors que les faibles valeurs sont concentrées dans le Sud.



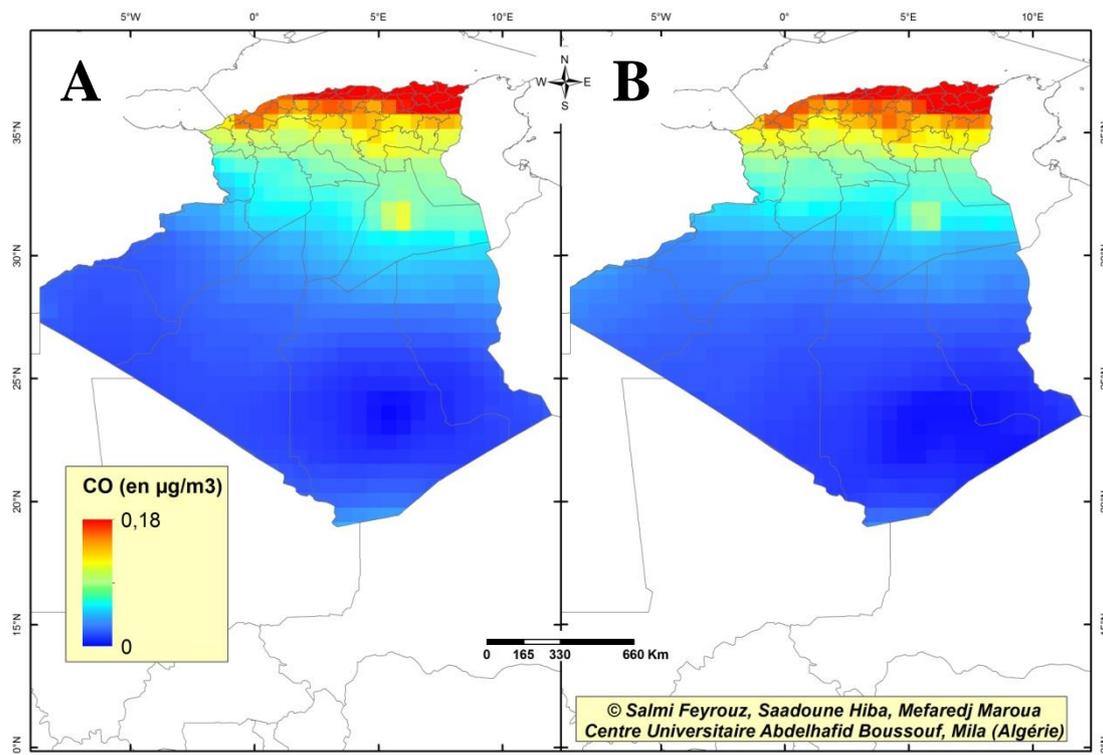
**Figure 15 : Anomalie de la concentration atmosphérique du CH<sub>4</sub> (en %)**

Entre le 04 Avril et le 13 Juin 2020, le méthane, polluant essentielle contribue fortement à l'effet de serre, a augmenté jusqu'à 1.6%. La spatialisation des données montre que le Nord Algérien a connu une légère augmentation de ce polluant durant la période de confinement (Figure 15).

L'examen de la figure 15 révèle également que le confinement sanitaire a provoqué une baisse du niveau de pollution de l'air dans quelques wilayas du Sud algérien. Les réductions de la concentration du méthane ont été observées dans la wilaya d'El-Oued et quelques régions de la wilaya d'El-Bayadh, Bechar et Tamanghasset. Au niveau de ces régions, la diminution de la concentration du méthane a atteint plus de 1% de la concentration enregistré avant le confinement sanitaire.

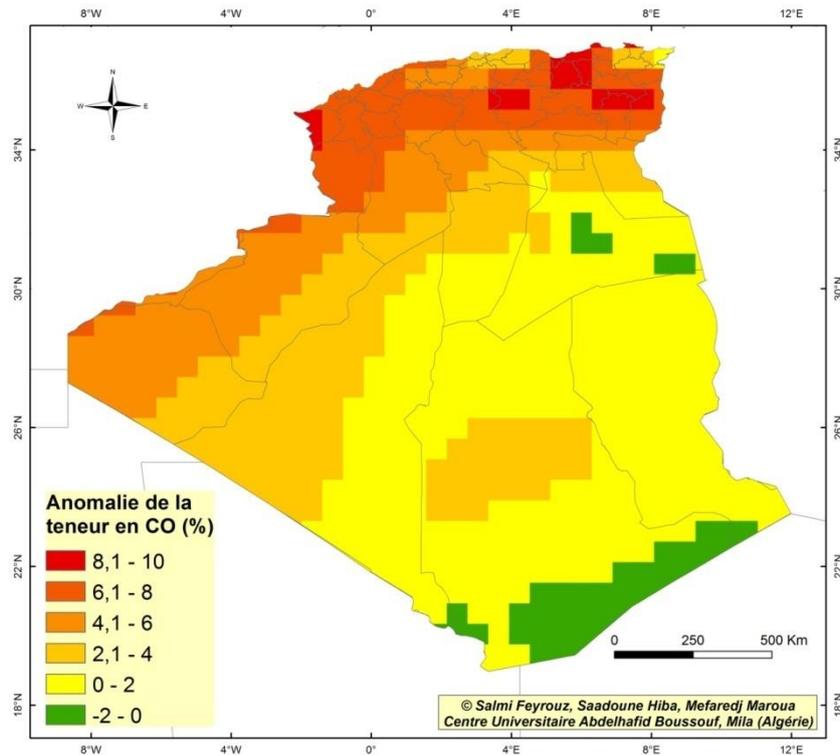
### 1.2.2. Le monoxyde de carbone (CO)

La figure 16 illustre la concentration de monoxyde de carbone en Algérie enregistré avant et après le confinement sanitaire. Elle montre que le confinement de la population algérienne lié à la Pandémie de Covid-19 a eu un faible effet sur la qualité de l'air.



**Figure 16: Concentration atmosphérique du CO (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)**

Selon les analyses spatiales, la concentration atmosphérique du monoxyde de carbone varie entre  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les fortes valeurs de ce polluant ont été enregistrées dans les wilayas côtières (El-Tarf, Tipaza, Jijel), alors que les faibles valeurs ont été enregistrées dans le Sud.



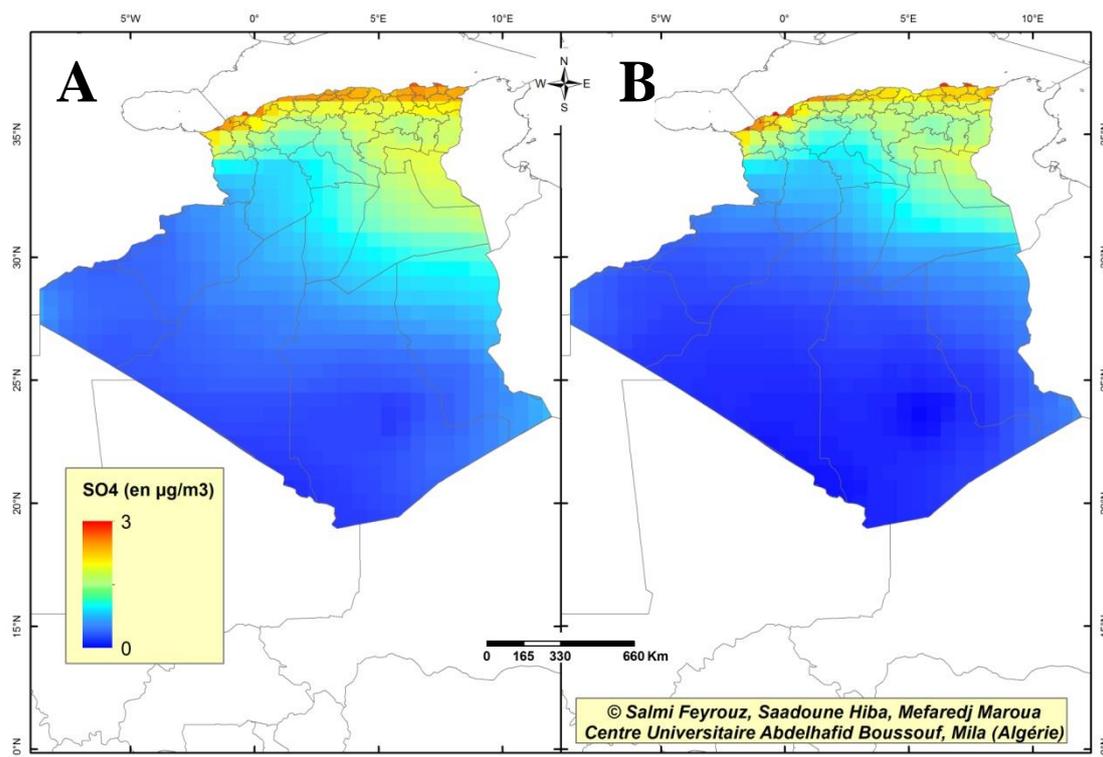
**Figure 17 : Anomalie de la concentration atmosphérique du CO (en %)**

L'examen de la figure 17 montre que le monoxyde de carbone a augmenté durant le confinement de plus de 8% par rapport à sa teneur enregistrée avant le confinement. La spatialisation des données montre que l'Ouest et le Nord Algérien ont connu une forte augmentation de ce polluant durant la période de confinement.

L'examen de la figure 17 révèle également que le confinement sanitaire a provoqué une baisse du niveau de pollution de l'air dans quelques wilayas du Sud algérien. Le déclin de la concentration du monoxyde de carbone a été observé dans la wilaya d'Ouargla, le Sud de Ghardaïa et d'Illizi et l'extrême Sud de notre pays. Au niveau de ces régions, la diminution de la concentration de monoxyde de carbone a atteint plus de 2 % de la concentration enregistré avant le confinement sanitaire.

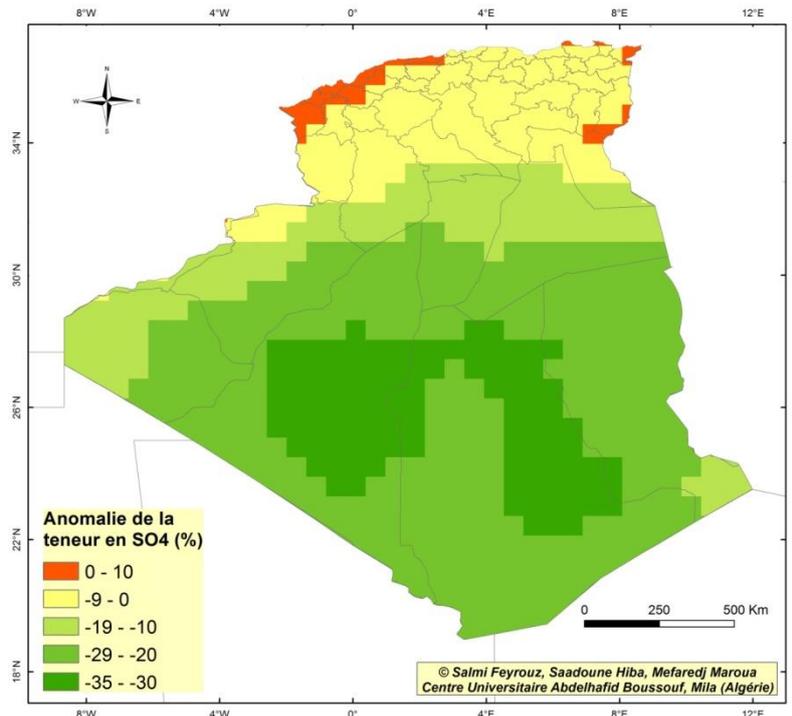
### 1.2.3. Le Sulfate (SO<sub>4</sub>)

Le sulfate est l'un des principaux polluants atmosphériques étroitement corrélé à la combustion de charbon, de pétrole et des combustibles chimiques. La figure ci-dessous révèle que la concentration atmosphérique de sulfate (enregistrée avant et durant le confinement) varie entre 0 µg/m<sup>3</sup> et 3 µg/m<sup>3</sup>. Elle indique que le confinement de la population algérienne lié à la Pandémie de Covid-19 a eu un effet sur la qualité de l'air et particulièrement sur la teneur de l'atmosphère en sulfate.



**Figure 18: Concentration atmosphérique de  $\text{SO}_4$  (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)**

Les fortes valeurs de ce polluant ont été enregistrées dans le Nord d'Annaba, Skikda (et particulièrement les communes de Ben Azzouz, Collo, Zitouna, et OuledAttia), le Nord de la wilaya de Chlef, l'Ouest de Mostaganem (Arzew) et le Nord de la wilaya d'Oran, Ain Timouchent (les communes de Oulhaca El Gheraba) et en Tlemcen (commune de Honaine).

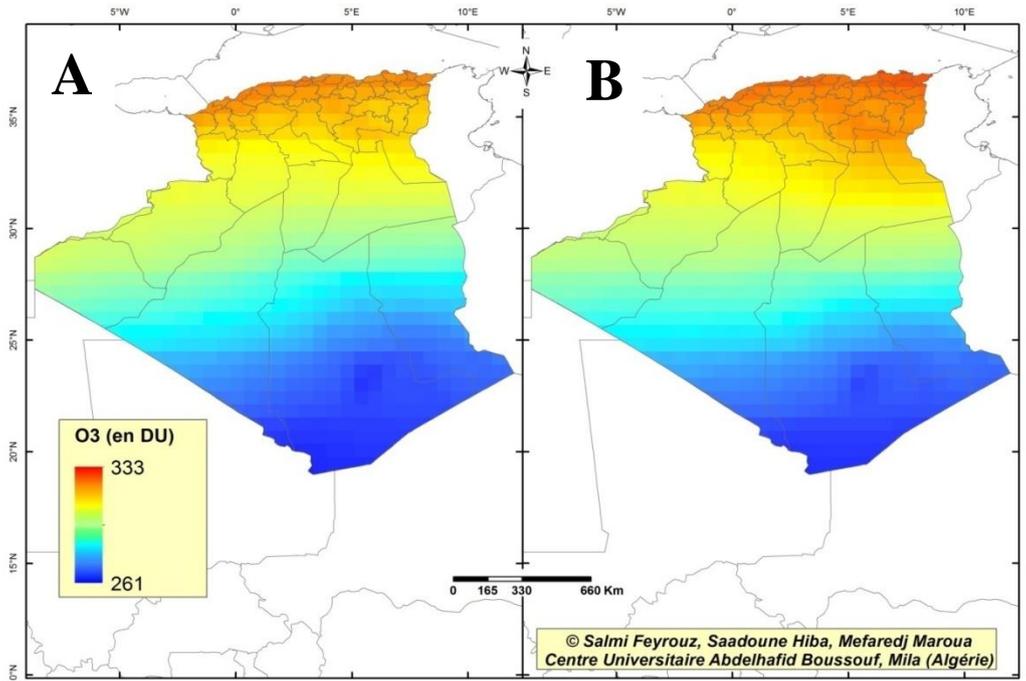


**Figure 19 :Anomalie de la concentration atmosphérique deSO<sub>4</sub> (en %)**

L'examen de la figure 19 révèle que le confinement sanitaire a provoqué une réduction importante de la concentration du SO<sub>4</sub> dans la majorité des wilayas du Sud algérien et particulièrement dans la wilaya d'Ilizi, Tamanrasset et Adrar. Au niveau de ces régions, la diminution de la concentration du Sulfate a atteint plus de 18 % de la concentration enregistré avant le confinement sanitaire.

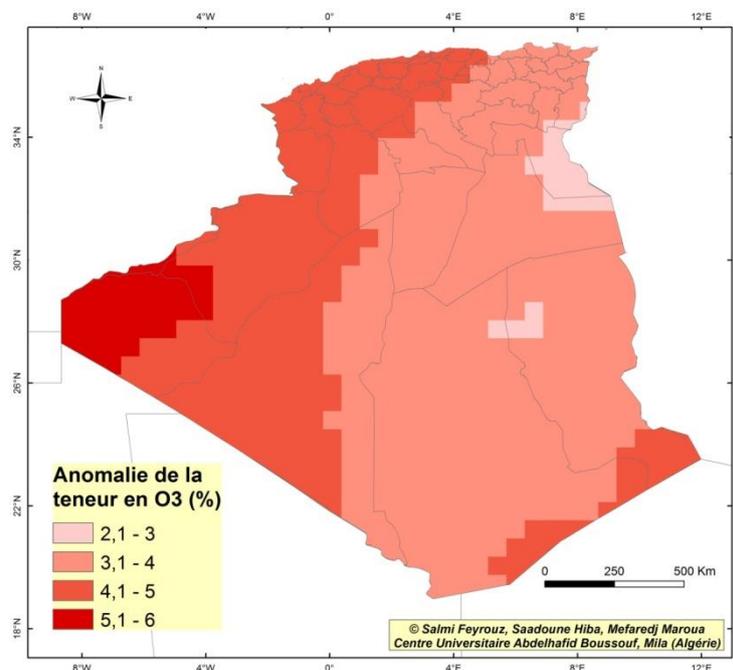
#### 1.2.4. L'ozone (O<sub>3</sub>)

La figure ci-dessous présente la teneur de l'atmosphère algérienne en ozone avant (Fig. 20A) et après le confinement sanitaire (Fig. 20B). Les résultats montrent que la concentration atmosphérique de ce polluant secondaire varie entre 261 DU et 333 DU. Les fortes valeurs ont été enregistrées dans Nord algérien et en particulier dans la wilaya de Guelma, Sétif, Msila et le Nord de la wilaya d'el-Ouad (le Nord d'El M'ghair, Reguiba et Taleb Larbi), alors que les faibles valeurs ont été affichées dans le Sud.



**Figure 20 : Concentration atmosphérique d'O<sub>3</sub>(en DU) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)**

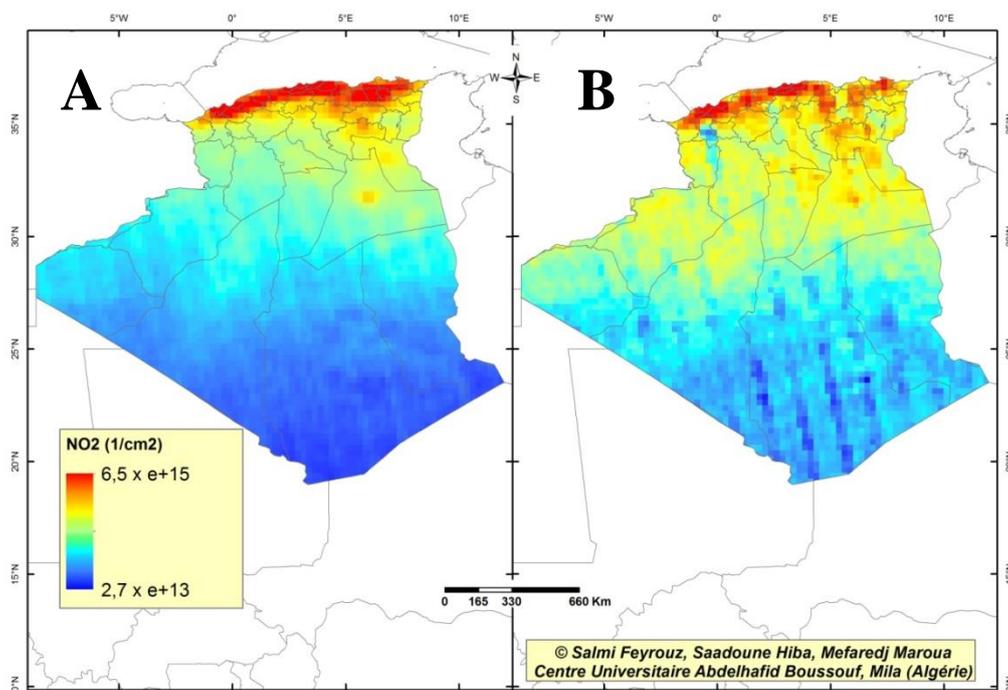
Le calcul de l'anomalie montre une accumulation de la concentration de l'ozone durant la période de confinement dans toutes les wilayas algériennes et particulièrement dans la wilaya de Tindouf où nous avons noté une augmentation de plus de 5 % de la concentration de l'ozone.



**Figure 21: Anomalie de la teneur atmosphérique en O<sub>3</sub> (en %)**

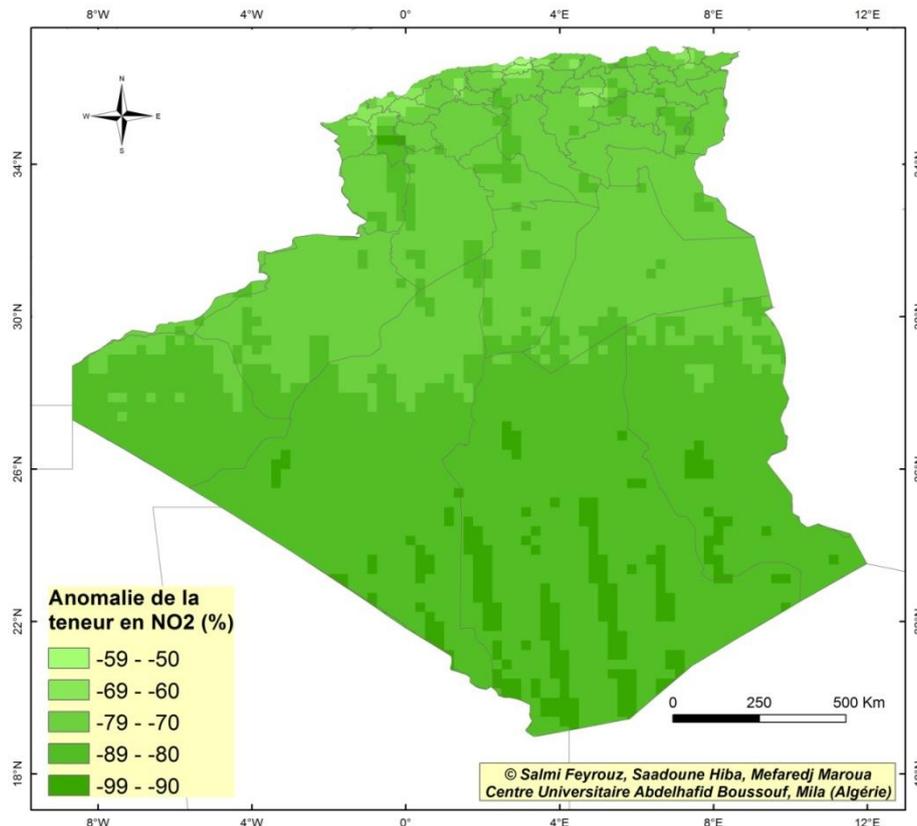
### 1.2.5. Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

La lecture de la figure 22 montre que le confinement sanitaire de la population algérienne a provoqué un changement de la qualité de l'air et une modification de la concentration de dioxyde d'azote dans notre pays. La teneur atmosphérique de ce gaz varie entre  $2,7 \times 10^{13}$  (1/cm<sup>2</sup>) et  $6,5 \times 10^{15}$  (1/cm<sup>2</sup>).



**Figure 22 : Concentration atmosphérique de NO<sub>2</sub> (1/cm<sup>2</sup>) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)**

Les fortes valeurs de ce polluant ont été enregistrées dans le Nord algérien et quelques wilayas intérieures, alors que les faibles valeurs ont été affichées dans les wilayas du Sud.

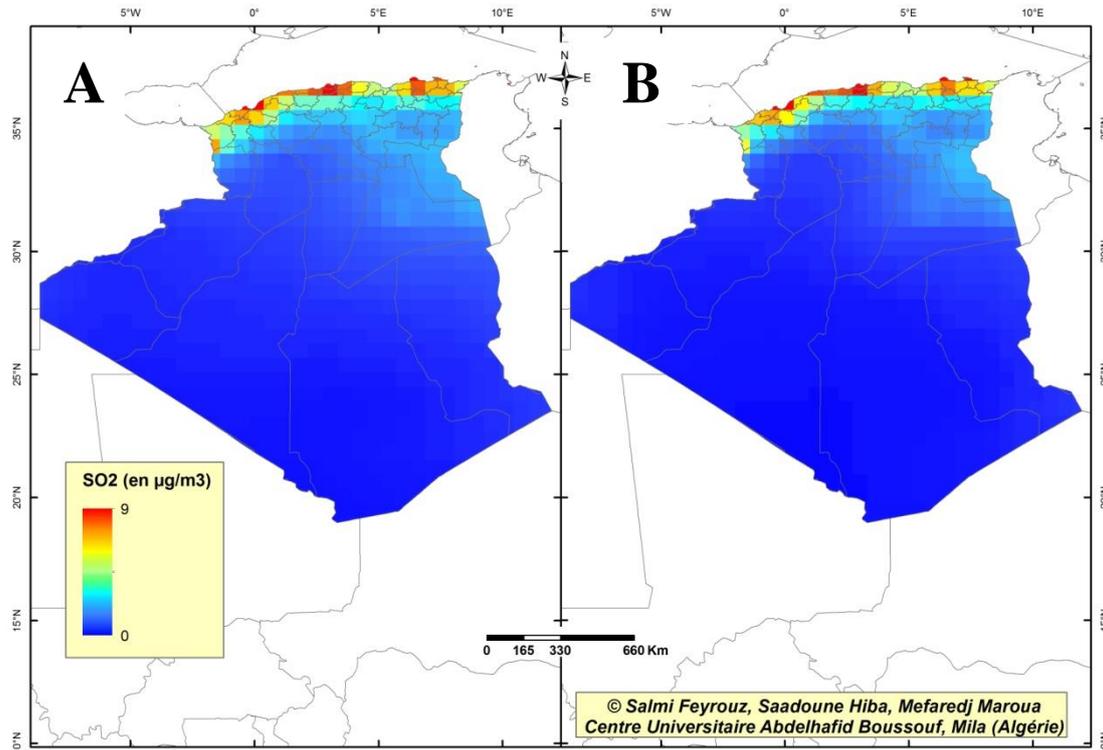


**Figure 23 : Anomalie de la concentration atmosphérique de NO<sub>2</sub> (en %)**

L'examen de la figure 23 révèle que le confinement sanitaire a provoqué une réduction importante de la teneur de l'air en dioxyde d'azote et cela pour toutes les wilayas étudiées. La réduction de ce gaz peut atteindre 99 % dans quelques sites.

### 1.2.6. Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

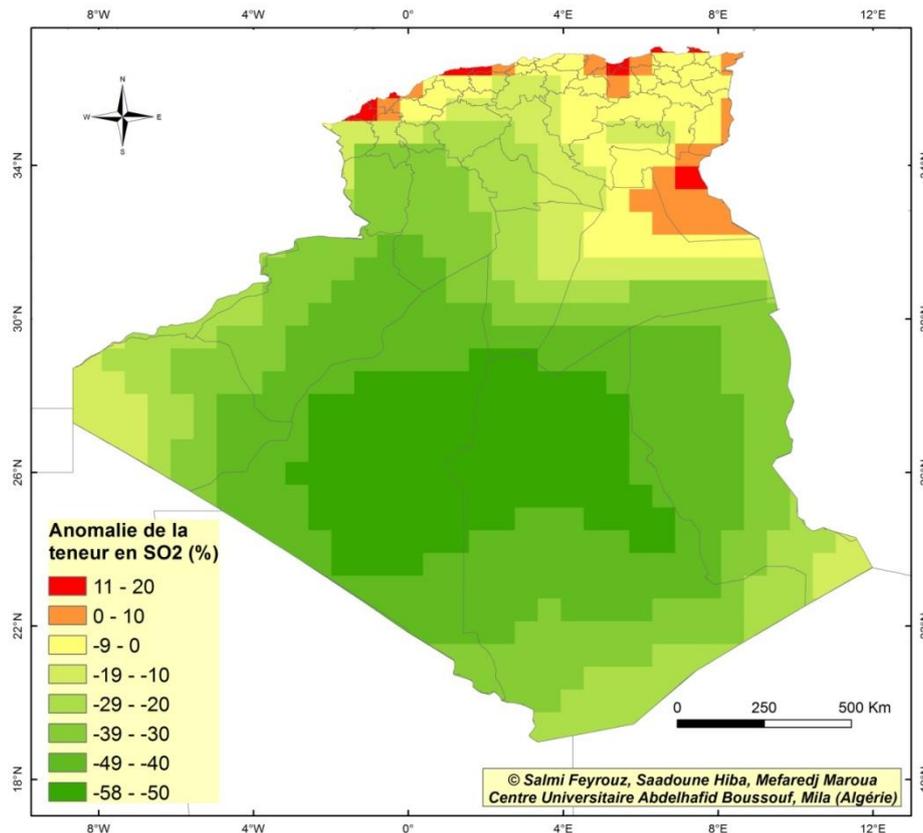
Concernant le dioxyde de soufre, les résultats montrent que la concentration atmosphérique de ce polluant peut atteindre 9 µg/m<sup>3</sup> pour les deux périodes étudiées (avant et après le confinement sanitaire). Les fortes valeurs de ce gaz ont été enregistrées dans le Nord de la wilaya d'Annaba, Oran, Constantine et Mila, l'Ouest de Skikda et Mostaganem et l'Est de Jijel.



**Figure 24 : Concentration atmosphérique duSO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)**

Entre le 04 Avril et le 13 Juin 2020, le dioxyde de soufre, polluant atmosphérique participe à l'acidification de l'air, a augmenté jusqu'à 11 %. La spatialisation des données montre que le Nord Algérien a connu une forte augmentation de ce polluant durant la période de confinement (Figure 24).

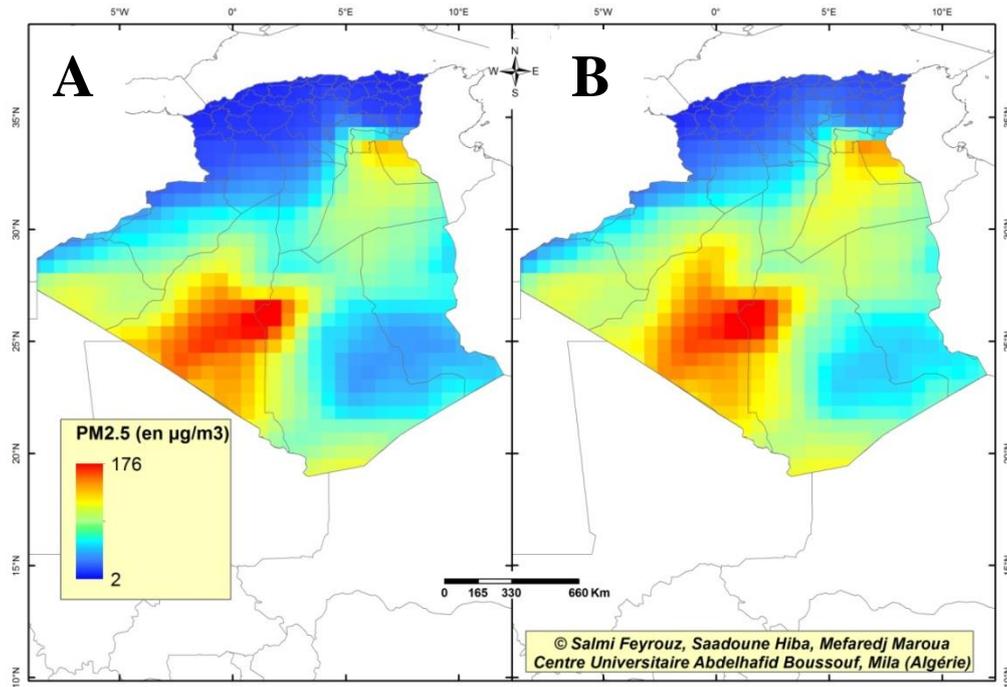
On peut remarquer, d'après la figure 24, des réductions de la concentration du dioxyde de soufre pour plus de 80% de la superficie totale algérienne. Les fortes réductions des concentrations ont été observées dans l'Ouest d'Illizi, la wilaya de Tamanghasset, Adrar et le Sud-est de la wilaya de Bechar. Au niveau de ces régions, la diminution de la concentration du dioxyde de soufre a atteint plus de 37 % de la concentration enregistré avant le confinement sanitaire.



**Figure 25 : Anomalie de la concentration atmosphérique du SO<sub>2</sub> (en %)**

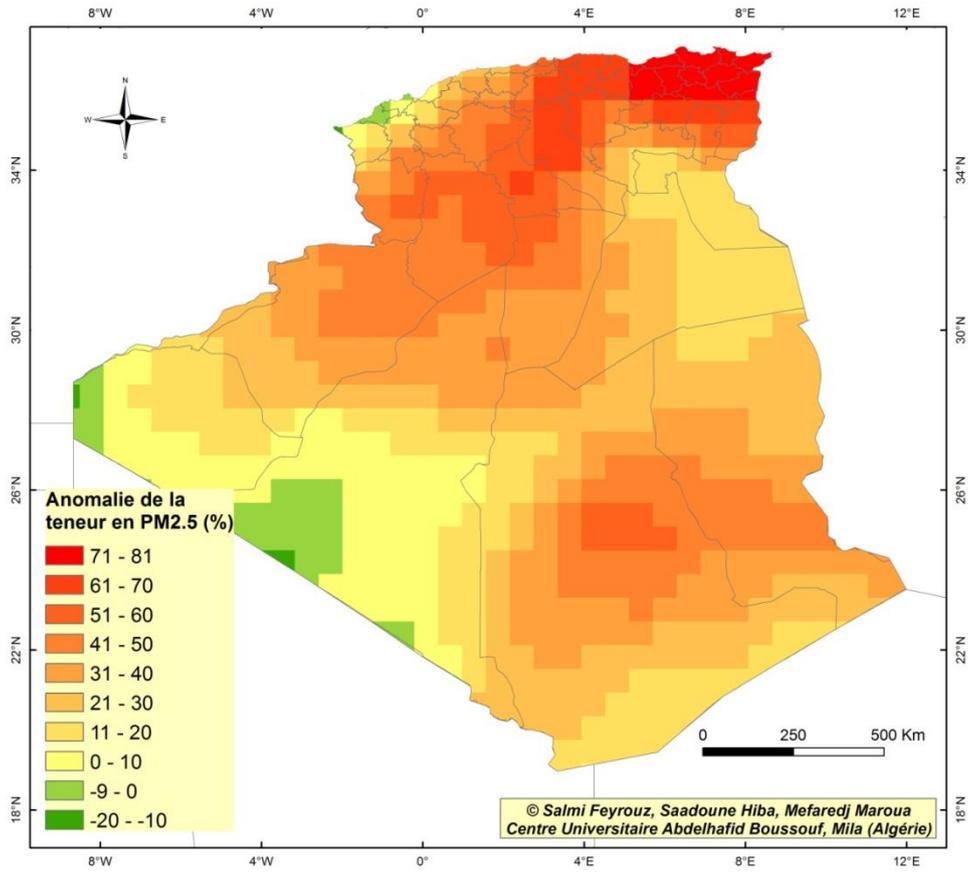
### 1.2.7. Les particules en suspension (PM<sub>2.5</sub>)

La figure 26 montre que la concentration des particules en suspension dans l'atmosphère algérienne varie entre 2  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$  et 176  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ . Les fortes valeurs de ce polluant ont été enregistrées dans le Sud-ouest Algérien et particulièrement dans la wilaya d'Adrar, l'Ouest de Tamanrasset et le centre d'El Oued, alors que les faibles valeurs sont affichées dans le Nord du pays.



**Figure 26 : Concentration atmosphérique duPM2.5 (en  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ ) avant (A) et après le confinement sanitaire (B)**

Durant le confinement sanitaire, on constate une accumulation importante des particules en suspension dans l'atmosphère de la majorité des wilayas étudiées. Alors que l'amélioration de la qualité de l'air a été détectée seulement au niveau de quelques sites localisés dans l'extrême Ouest de notre pays (l'Ouest de Tindouf, de Reggane et Bordj Badji Mokhtar, le Nord-Ouest d'Oran, d'Ain Témouchent et le Marsa Ben Mhidi en Tlemcen). Au niveau de ces régions la diminution de la concentration des particules en suspension a atteint plus de 13 % de la concentration enregistré avant le confinement sanitaire.



**Figure 27 :Anomalie de la concentration atmosphérique des PM2.5 (en %)**

# CONCLUSION

## Conclusion

Les années 2020 et 2021 ont été marquées par une pandémie virale (Covid-19) conduisant à une vie ralentie tant sur le plan économique que sur le plan social dans le monde entier. En Algérie, l'évolution des règles imposées par les autorités gouvernementales et l'obligation du confinement sanitaire afin de limiter la propagation du virus ont conduit à un changement du comportement habituel des citoyens et des modifications de la teneur atmosphérique en polluants.

La base de données géographique créée dans cette étude nous a permis de cartographier la qualité de l'air en Algérie durant la crise de Covid-19. L'analyse des données recueillies montre que le confinement sanitaire a des effets positifs sur la qualité de l'air du Sud algérien, région moins exposée aux émissions directes du trafic routier. L'amélioration de la qualité de l'air au niveau de cette vaste région se traduit par une réduction de la concentration de quelques polluants atmosphériques étudiés tels que le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> et le SO<sub>4</sub>.

Concernant le Nord algérien, fortement exposés aux émissions du trafic routier et des activités industrielles, le confinement sanitaire lié au Covid-19 n'a pas un effet significatif sur la qualité de l'air, sauf quelques sites très circonscrits et ceci grâce à la diminution de certaines sources de pollution.

Au terme de cette étude, on peut dire que l'amélioration de la qualité de l'air dans quelques régions étudiées ne pourrait être que temporaire. Les efforts de réduction de la pollution de l'air ambiant doivent par conséquent être poursuivis durablement pour toutes les sources de pollution dans tout le territoire algérien. La problématique de la qualité de l'air doit rester une préoccupation permanente pour le gouvernement algérien.

Si l'on peut retenir au moins une leçon du confinement sanitaire, lié au Covid-19, c'est que les responsables doivent identifier le plus vite possible les solutions les plus efficaces pour réduire durablement les niveaux de pollution de l'air et les impacts sur la santé (limitation de la circulation routière en zone urbaine et des émissions industrielles, développement du télétravail et de bonnes pratiques agricoles, amélioration des usages du chauffage au bois...).

Enfin, la propagation de la pandémie de Covid-19 en Algérie a mis le système de santé national devant une épreuve difficile. Cette pandémie a clairement dévoilé la vulnérabilité de notre système de santé et nous rappelle donc le caractère important et urgent de sa reconstruction pour son renforcement.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- **ABDELHAFID KARIM F. (2014)** - *Changement climatique ou variabilité climatique dans l'Est algérien*. Mémoire Magistère en Ecologie et Environnement. Université Constantine, 127 p.
- **ABDERRAHMANI B. (2015)** - *Les risques climatiques et leurs impacts sur l'environnement*. Doctorat en sciences. Université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. p10.
- **ABIDI,BOUET, KALAE, LEBORGNE, (2020)** - Covid-19 et confinement, comment L'IDEC peut-il préserver la qualité de vie et la sécurité des résidents en EHPAD. Université Paris Descartes. 22 p.
- **ADJIM H. (2018)** – *Contribution à l'Etude des Phénomènes Hydrologiques – Cas de La Sécheresse, Application au Bassin Barrage Hammam Boughrara*. Thèse de Doctorat es Sciences En Hydraulique. Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen. 159p.
- **AI BARAKEH Z. (2012)** - *Suivi de pollution atmosphérique par système multi-capteurs – méthode mixte de classification et de détermination d'un indice de pollution*. Thèse doctorat en Génie Des Procédés. L'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne. 228 p.
- **ALLAG F. (2016)** - *Contribution à l'étude de la dispersion des polluants*. Thèse doctorat en science. Université Ferhat Abbas Sétif-1. 126p.
- **BELARBI N. (2019)** - *Etude de la pollution atmosphérique par les particules et les métaux lourds (Cr, Zn, Cd.....) au niveau de la ville d'Alger*. Thèse de doctorat en science. Université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen, 8, 9p
- **BELHADJ H. (2016)** - *Détection de la pollution atmosphérique à l'aide du lichen *Xanthoria parietina* (L) bio-accumulateur d'éléments traces métalliques dans le centre urbain de la ville de Sidi Bel Abbes (Algérie occidentale)*. Thèse doctorat en science. L'université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes. 130 p.
- **BELHOUT, D., KERBACHI, R., RELVAS, H. et al., (2018)** - Air quality assessment in Algiers city. *Air Qual Atmos Health*, 11, 897–906. <https://doi.org/10.1007/s11869-018-0589-x>.
- **BENLATRECHE T. (2006)** - *Effets thermo-radiatifs et caractérisation microclimatique des cours intérieures dans les édifices publics*. Diplôme de magistère en architecture. Université Mentouri Constantine. p14.
- **BERGAMASCHI P, DANILA A, WEISS R. F, CIAIS P, THOMPSON R. L, BRUNNER, et AL. (2018)** - Atmospheric monitoring and inverse modelling for verification of greenhouse gas inventories. EUR 29276 EN, Publications Office of the European Union.109p.
- **BOUDJELLA A. (2017)** - *Etude de la Dispersion des Polluants Gazeux sur l'Ouest de la*

*Méditerranée*. Thèse doctorat en science. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf .103 p.

- **BOUSSOUARA K. (2010)** - *Etude des émissions polluantes et des moyens de pollution dans les moteurs à combustion interne*. Thèse Doctorat en science. Université de Constantine. 227p.
- **BRENDA L.(2020)** - *Coronavirus et syndrome respiratoire aigu sévère (COVID-19, MERS et SRAS)*. Rapport 2020, Faculté de Médecine et de Médecine dentaire de l'Université de Rochester(New York), 21p.
- **CEREA. (2004)** - *Cours de pollution atmosphérique. Inventaires d'émissions*. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Centre d'Enseignement et de Recherche sur l'Environnement Atmosphérique. 43P.
- **CNMR. (2005)** - *La pollution de l'air, un risque de notre temps*. Comité National contre les Maladies Respiratoires, Rapport 2005, 5p.
- **CHARLES JEAN, ERUNST EVRARD. (2020)** - *Evaluation de l'impact du confinement imposé par la pandémie de SARS-COV-2 sur la pratique de l'activité physique et sportive, l'alimentation, le sommeil et l'anxiété chez des patients présentant une pathologie cardiovasculaire chronique et des sujets sains sportifs*. Doctorat en médecine. Université de Strasbourg. 59 P.
- **DAHECH S, SAIHIA A. (2019)** - *Pollution atmosphérique et brise de mer à Annaba (nord-est de l'Algérie) : cas de l'ozone et du dioxyde de soufre*. Article in Climatologie, Vol 16. P 1-22.
- **DUCHE S. (2013)** - *La pollution de l'air en région parisienne : exposition et perception sur les sites touristiques*. Thèse doctorat en Géographie. Université Paris Diderot. 259 p.
- **EMERIC H. (2014)** - *Apport de la bande de Chappuis pour la mesure de l'ozone depuis un satellite géostationnaire pour la surveillance de la qualité de l'air*. Thèse Doctorat. Université de Toulouse. 41p.
- **EVELYNE J. (2020)** – « Le coronavirus pour les nuls » RESILIENCE- PSY, 8p.
- **FAO. (2015)**- *Profil de Pays (Algérie)*. Rapport 2015, 21p.
- **FLORIAN V. (2011)** - *Modélisation de la dispersion atmosphérique en présence d'obstacles complexes : application à l'étude de sites industriels*. Thèse de doctorat en mécanique. Université de Lyon.p27.28.
- **JAN-CLAUD A, BERNARD T. (2013)** - *Le méthane d'où vient-il et quel est son impact sur le climat*. Rapport voté par l'Académie des Technologies, p4, 5,11.
- **JDF (2020)** – "C'est quoi un coronavirus : origine, nom, mutation, symptômes". Journal des femmes-santé. Article mis à jour le 08/09/2020.

- **KADDOUR I. (2020)** - Rôle de l'IDEC dans la gestion de la crise sanitaire de COVID-19 en Ehpad. Mémoire de DU Infirmier(e) Référent(e) et Coordinateur (trice) en EHPAD et en SSIAD, IRCO. Université Paris Descartes. 11p.
- **KATEB K. (2003)** – Population et Organisation de l'Espace en Algérie. Article in Belin Éditeur "Maison d'Édition Française". p 315-316.
- **LACOUR S. (2001)** - Cours de pollution atmosphérique. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Centre d'Enseignement et de Recherche sur l'Environnement Atmosphérique France, 43 p.
- **LAURE S. (1996)** - La pollution atmosphérique. Rapport national, France, 21 p.
- **MAATOUG M, AIT HAMMOU M, SARMOUM M. (2011)** - Intérêt de la biosurveillance végétale de la pollution atmosphérique pour les pays en émergence. Exemple de l'Algérie. Université Ibn Khaldoun, Tiaret – Algérie. 6p.
- **Meylan P (2020)**. Origine de SARS-CoV-2 : le probable et le possible. Revue médicale suisse. Vol 6, 91p.
- **OMS (2015)**- Directives de la qualité de l'air de l'organisation mondiale de la santé. Bruxelles environnement-ibge, collection fiches documentées, thématique air. p 1,8.
- **OMS (2020)**- Maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) : comment se transmet la COVID-19 ?
- **RAR« Renouveau Agricole et Rural ». (2012)** - Etat actuel des ressources génétiques forestières en Algérie.
- **PRESANSE. (2020)** – Je suis salarié vulnérable à la COVID-19 et je peux être placé en activité partielle. Article en Presanse.
- **REBOUH S. (2012)** - *Impact de la pollution de l'air provoqué par la cimenterie Tahar Djouad sur la santé publique et le cadre BATI –CAS de Hamma Bouziane*. Diplôme de magister. Université Mentouri Constantine. 181p.
- **SAFAR ZITOUN, M., TABTI-TALAMALI, A., (2009)** - La mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives. International Bank for Reconstruction and Development/TheWorld Bank. Disponible sur le site:[http://planbleu.org/sites/default/files/publications/mob\\_urb\\_alger\\_rapport\\_2009\\_1.pdf](http://planbleu.org/sites/default/files/publications/mob_urb_alger_rapport_2009_1.pdf).
- **SAMBA E. (2005)** -Stratégie OMS de coopération avec les pays "République Algérienne Démocratique et Populaire". Article de l'OMS. 48p.
- **SNOUSSI Z (2020)** - Le système de santé algérien face à la crise sanitaire du covid-19 : quels enseignementssur ses défaillances ?Les Cahiers du CREAD, Vol. 36, n° 03, 24p.

- **WHO (2020)** - Coronavirus disease 2019 (COVID-19) situation report.51. (World Health Organization) Disponible sur le site: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situationreports>.

### **Webreference**

- [1] [www.mdpi.com](http://www.mdpi.com).
- [2] <https://www.bbc.com>.
- [3] [www.notre-planete.info](http://www.notre-planete.info).
- [4] [www.pearltrees.com](http://www.pearltrees.com).
- [5] [www.fr.wikipedia.Org.net](http://www.fr.wikipedia.Org.net).

**Résumé :**

L'objectif de cette étude était de déterminer l'effet du confinement sanitaire lié à la pandémie de Covid-19 sur la teneur de l'air en quelques polluants atmosphériques et de cartographier l'anomalie de la concentration de ces polluants au niveau de chaque wilaya Algérienne. Pour réaliser cette étude, nous avons utilisé les données de pollution atmosphérique qui ont été obtenues à partir du portail de données GIOVANNI et les données de COVID-19 disponible sur le site web officiel du ministère de la Santé algérien. Le bilan de la situation épidémiologique comprend l'évolution globale de la situation en termes de morbidité, de mortalité, des données d'hospitalisation et une distribution spatiale des cas. Pour chaque image satellitaire, nous avons appliqué des fonctions de décodages et de conversion qui transforme la donnée brute en image Geotiff projetée dans le SIG. Nous avons moyenné également les valeurs de concentration de chaque polluant pour les deux périodes (avant et durant le confinement). Les résultats obtenus montrent que la limitation des activités pendant le confinement a entraîné une réduction importante de l'exposition de la population algérienne, localisée dans le Sud, aux quelques polluants atmosphériques tels que le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> et le SO<sub>4</sub>. Le calcul de l'anomalie montre que le confinement de la population algérienne lié à la pandémie de Covid-19 a eu un faible effet sur la qualité de l'air du Nord Algérien. Les efforts de réduction de la pollution de l'air ambiant doivent par conséquent être poursuivis durablement pour toutes les sources de pollution dans tout le territoire algérien.

**Mots-clés :** Pollution, Air, Covid-19, Algérie, Confinement.

## المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد تأثير الحجر الصحي المرتبط بجائحة كوفيد-19 على محتوى الهواء لبعض ملوثات الغلاف الجوي ورسم شذوذ تركيز هذه الملوثات على مستوى كل ولاية جزائرية. لإجراء هذه الدراسة، استخدمنا بيانات تلوث الهواء التي تم الحصول عليها من بوابة بيانات GIOVANNI وبيانات COVID-19 المتاحة على الموقع الرسمي لوزارة الصحة الجزائرية. يشمل تقييم الوضع الوبائي التطور العام للوضع من حيث الوضعية الوبائية والوفيات وبيانات الاستشفاء والتوزيع المكاني للحالات. لكل صورة قمر صناعي، قمنا بتطبيق وظائف فك التشفير والتحويل التي تحول البيانات الخام إلى صورة Geotiff معروضة في GIS. قمنا أيضًا بحساب متوسط قيم تركيز كل ملوث للفترتين (قبل وأثناء الحجر الصحي). تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن الحد من الأنشطة أثناء الحجر أدى إلى انخفاض كبير في تعرض السكان الجزائريين الموجودين في الجنوب لبعض ملوثات الهواء مثل أكسيد النيتروجين وثنائي أكسيد الكبريت. يُظهر حساب الشذوذ أن الحجر الصحي للسكان الجزائريين المرتبط بوباء كوفيد-19 كان له تأثير ضعيف على جودة الهواء في شمال الجزائر. لذلك يجب متابعة الجهود المبذولة للحد من تلوث الهواء المحيط بشكل مستدام لجميع مصادر التلوث في جميع أنحاء الجزائر.

الكلمات المفتاحية: تلوث، الهواء ، كوفيد-19 ، الجزائر ، الحجر الصحي.

## **Abstract**

The objective of this study was to determine the effect of sanitary confinement linked to the Covid-19 pandemic on the air content of some atmospheric pollutants and to map the anomaly of the concentration of these pollutants at the level of each Algerian wilaya. To carry out this study, we used the air pollution data that was obtained from the GIOVANNI data portal and the COVID-19 data available on the official website of the Algerian Ministry of Health. The assessment of the epidemiological situation includes the overall evolution of the situation in terms of morbidity, mortality, hospitalization data and a spatial distribution of cases. For each satellite image, we applied decoding and conversion functions which transform the raw data into a Geotiff image projected in the GIS. We also averaged the concentration values of each pollutant for the two periods (before and during containment). The results obtained show that the limitation of activities during confinement led to a significant reduction in the exposure of the Algerian population, located in the South, to a few air pollutants such as NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> and SO<sub>4</sub>. The calculation of the anomaly shows that the confinement of the Algerian population linked to the Covid-19 pandemic had a weak effect on the air quality of North Algeria. The efforts to reduce ambient air pollution must therefore be pursued sustainably for all sources of pollution throughout Algeria.

**Keywords:** Pollution, Air, Covid-19, Algeria, Lockdown.



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf- Mila  
Institut de Sciences et Technologie  
Département de Sciences de la Nature et de la Vie  
Laboratoire : Sciences de la Nature et des Matériaux (LSNM)



### Attestation de Participation par Visioconférence

Au 1<sup>er</sup> Séminaire National sur les Ressources Naturelles face aux Contraintes  
d'Usage et du Changement Climatique (SENACUC, 2021), le 04 Juillet 2021

La présidente du Séminaire Atteste que Mr/Mme : **Salmi Fayrouz** a présenté une Communication Orale  
**Sous le titre : Impacts de la pandémie du coronavirus (Covid-19) sur la qualité de l'air en Algérie.**  
**Co-auteurs: Saadoune Hiba, Mefaredj Maroua, Laala Ahmed**

Directeur de l'Institut



Présidente du Séminaire (SENACUC, 2021)

Dr.KHERIEF NACEREDDINE  
Saliha

