

N° Réf :

Centre Universitaire Abdelhafid 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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Thème

Etude moléculaire et épidémiologique du COVID-19

(Algérie).

Présenté par :

- BENTOUNSI Manal
- SAHNOUN Aya

Devant le jury composé de :

Présidente :	(BOUCHEKRIT Moufida)	Centre universitaire de Mila.
Examineur :	(BOUTELAA Saber)	Centre universitaire de Mila.
Promoteur :	(BOUBENDIR Abdelhafid)	Centre universitaire de Mila.

Année Universitaire : 2020/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Small signature or mark at the bottom center of the calligraphy.



Remerciement

Avant tout, nous remercions ALLAH, le maitre des cieux et de la terre qui nous a donné de volonté, la puissance, et de la santé afin de réaliser et d'accomplir ce modeste travail.

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au sein de laboratoire de : Biochimie appliquée au Centre Universitaire de Mila.

*Nous adressons nos sincères remerciements à notre promotrice Mr. **BOUBENDIR Abdelhafid** Pr. au Centre Universitaire de Mila, d'avoir accepté de nous encadrer et qui nous a proposé et diriger ce travail avec volonté et patience. Veuillez accepter chère promotrice nos sincère sentiments de reconnaissance.*

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres de jury, chacun de son nom, d'avoir accepté de juger et d'examiner notre travail.

Président :

L'examinatrice :

Nos vifs remerciements vont aussi aux ingénieurs de laboratoire.

Un grand respect et un grand remerciement à toutes ces personnes qui ont participé par leur disponibilité, leur gentillesse, leur aide chaque jour.

Merci à tous





Dédicace

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes que :

*Mes très chers parents : ma mère et mon père à qui je dois le mérite
d'être arrivée là, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde
gratitude et mon affection.*

Mes frères et mes sœurs

Mes chères tantes

Mes amies et mes collègues

Manal & Aya



Table des matières

Liste des Abréviations.....	I
Liste des tableaux.....	IV
Liste des figures.....	V
Introduction	1
Partie I : Recherche bibliographique.	
Chapitre 1 : Généralités sur le SARS-CoV-2	
1.Historique	4
2.Définition.....	4
3.La propagation de la maladie.....	5
4.Taxonomie	5
5.Origine du virus SARS-CoV-2.....	5
6.Structure et organisation génomique du SARS-COV-2.....	7
6.1. Structure	7
6.2.Organisation génomique	8
7.Modes de transmission	10
7.1.Transmission par contact et gouttelettes	10
7.2.Transmission aérienne	10
7.3.Transmission fomites	11
8.Physiopathologie.....	12
Chapitre 2 : Etude épidémiologique	
1.Symptomatologies fréquentes.....	17
1.1.Manifestations respiratoires	17
1.2.Autres manifestations possibles	17
1.2.1.Manifestations cardiovasculaires	17
1.2.2.Manifestations neurologiques	18
1.2.3.Manifestations digestives.....	18
2.Diagnostique	18
3.Traitement.....	19
4.Facteurs de risques	21
5.Prévention.....	22
6.Définition de l'épidémiologie.....	22
7.Les caractéristiques épidémiologiques de COVID-19.....	23
7.1.Contagiosité.....	23

7.2.La période d'incubation	23
8.Les indicateurs épidémiologiques.....	23
8.1.Cas possible et cas confirmé	23
8.2.Mortalité.....	24
8.3.Age et sexe	24
9.Facteurs influence la propagation de COVID-19 dans le monde	24
9.1.Tourisme	25
9.2.Mode alimentaire	25
9.3.Facteurs génétique	25
9.4.Système de santé.....	26
9.5.Climat.....	26
Partie II : Recherche expérimentale	
1.Matériel et méthodes.....	29
1.1. Présentation des bases de donnée.....	29
1.1.1.Présentation de JHU	29
1.1.2.Présentation de l'OMS.....	29
1.2.Collecte des données à partir des bases de données	29
2.Résultats et discussion.....	30
2.1.Comparaison des données d'Algérie avec les autres pays	30
Conclusion.....	66
Références	68
Résumé	

Liste des Abréviations

ACE2	: Enzyme de conversion de l'angiotensine 2
ARN	: Acide ribonucléique
Bat-CoVRaTG13	: <i>Bat</i> coronavirus RaTG13
CDC	: Centres pour le contrôle et la prévention des maladies
CLIA	: Essais immunologiques par chimiluminescence
COVID-19	: Maladie à coronavirus 2019
CQ	: Chloroquine
CRT	: Complexe de réplication-transcription
ELISA	: Enzyme- linked immunosorbent assays ittéralement « dosage d'immunoabsorption par enzyme liée »
EPI	: Équipements de protection individuelle
ERO	: Espèces réactives oxygénés
HCQ	: Hydroxychloroquine
HLA	: Antigènes des leucocytes humains
HTA	: Hypertension artérielle
IgG	: Immunoglobuline G
IgM	: Immunoglobuline M
ISPP	: Santé publique de portée internationale
JHU	: Université Johns-Hopkins
Kb	: kilo base
kDa	: kilodalton
LFIA	: Test immunologique à flux latéral

MERS	: Syndrome respiratoire du Moyen-Orient
MERS-CoV	: Le <i>coronavirus</i> du syndrome respiratoire du Moyen-Orient
NSPs	: Protéines non structurales
NCBI	: Centre national pour les informations biotechnologiques
OMS	: Organisation mondiale de la santé
ORF	: Cadres de lecture ouverts
ORL	: Oto-rhino-laryngologie
PCR	: Réaction de polymérisation en chaîne
PGE2	: Prostaglandines E2
PLpro	: La protéase de type papaine
Pp1a	: La polyprotéine 1a
Pp1ab	: La polyprotéine 1ab
R0	: Le taux de reproduction
RBD	: Domaine de liaison aux récepteurs
RdRp	: ARN polymérase ARN-dépendante
RT-PCR	: Transcription inverse-amplification en chaîne par polymérase
SARS	: Syndrome respiratoire aigu sévère
SARS-CoV	: Coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère
SARS-CoV-1	: Coronavirus 1 du syndrome respiratoire aigu sévère
SARS-CoV-2	: Coronavirus 2 du syndrome respiratoire aigu sévère
SARSr-CoV	: Coronavirus liés au syndrome respiratoire aigu sévère
SDRA	: Le syndrome de détresse respiratoire aiguë
TMPRSS2	: Protéase transmembranaire à sérine 2

UTR : Régions non traduites

VII : Virus de l'immunodéficience humaine

3CLpro : La protéase de type 3C

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification taxonomique du SARS-CoV-2.....	5
Tableau 2. Cas confirmés et cas décès du COVID-19 en Algérie.....	31
Tableau 3. Répartition des cas confirmés en Algérie et Maroc.....	33
Tableau 4. Répartition des cas décès en Algérie et Maroc.....	34
Tableau 5. Répartition des cas confirmés en Algérie et Tunisie.	36
Tableau 6. Répartition des cas décès en Algérie et Tunisie.	37
Tableau 7. Répartition des cas confirmés en Algérie et Russie	39
Tableau 8. Répartition des cas décès en Algérie et Russie.	40
Tableau 9. Répartition des cas confirmés en Algérie et États-Unis.	42
Tableau 10. Répartition des cas décès en Algérie et États-Unis.	43
Tableau 11. Répartition des cas confirmés en Algérie et Israël.	45
Tableau 12. Répartition des cas décès en Algérie et Israël	46
Tableau 13. Répartition des cas confirmés en Algérie et Royaume-Uni.	48
Tableau 14. Répartition des cas décès en Algérie et Royaume-Uni.....	49
Tableau 15. Répartition des cas confirmés en Algérie et Brésil.....	51
Tableau 16. Répartition des cas décès en Algérie et Brésil.	52
Tableau 17. Répartition des cas confirmés en Algérie et Corée du sud.....	54
Tableau 18. Répartition des cas décès en Algérie et Corée du Sud.....	55
Tableau 19. Répartition des cas confirmés en Algérie et Chine.....	57
Tableau 20. Répartition des cas décès en Algérie et Chine.	58
Tableau 21. Répartition des cas confirmés en Algérie et France.	60
Tableau 22. Répartition des cas décès en Algérie et France.	61

Liste des figures

Figure 1. L'origine des coronavirus.....	6
Figure 2. Structure du SARS-CoV-2.	8
Figure 3. Organisation génomique du SARS-CoV-2.....	10
Figure 4. Modes de transmission de COVID-19.	12
Figure 5. Le cycle de vie du coronavirus 2 (SARS-CoV-2) du syndrome respiratoire aigu sévère.....	14
Figure 6. Mécanisme de l'infection par le SARS-CoV-2.	15
Figure 7. Evolution du COVID-19 par les cas confirmés et cas décès en Algérie pendant la période d'étude.	31
Figure 8. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Maroc d'avril 2020 à avril 2021.	33
Figure 9. Comparaison des décès entre Algérie et Maroc d'avril 2020 à avril 2021	34
Figure 10. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Tunisie d'avril 2020 à avril 2021.	36
Figure 11. Comparaison des décès entre Algérie et Tunisie d'avril 2020 à avril 2021.	37
Figure 12. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Russie d'avril 2020 à avril 2021.	39
Figure 13. Comparaison des décès entre Algérie et Russie d'avril 2020 à avril 2021.	40
Figure 14. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et l'Etats Unis d'avril 2020 à avril 2021.....	42
Figure 15. Comparaison des décès entre Algérie et Etats-Unis d'avril 2020 à avril 2021 .	43
Figure 16. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Israël d'avril 2020 à avril 2021.	45
Figure 17. Comparaison des décès entre Algérie et Israël d'avril 2020 à avril 2021.	46
Figure 18. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Royaume-Uni d'avril 2020 à avril 2021.....	48
Figure 19. Comparaison des décès entre Algérie et Royaume-Uni d'avril 2020 à avril 2021.	49
Figure 20. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Brésil d'avril 2020 à avril 2021.	51
Figure 21. Comparaison des décès entre Algérie et Brésil d'avril 2020 à avril 2021.	52
Figure 22. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Corée du Sud d'avril 2020 à avril 2021.....	54

Figure 23. Comparaison des décès entre Algérie et Corée du Sud d’avril 2020 à avril2021.	55
Figure 24. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Chine d’avril 2020 à avril 2021	57
Figure 25. Comparaison des décès entre Algérie et Chine d’avril 2020 à avril2021.	58
Figure 26. Comparaison des cas confirmés entre Algérie et France d’avril 2020 à avril 2021.	60
Figure 27. Comparaison des décès entre Algérie et France d’avril 2020 à avril 2021.	61
Figure 28. Comparaison globale des cas confirmés.....	62
Figure 29. Comparaison globale des cas décès.	62

Introduction

Introduction

L'épidémie de coronavirus-2 du syndrome respiratoire aigu sévère (SARS-CoV-2), à l'origine de la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19), présente une menace importante et urgente pour la santé mondiale. Elle a entraîné l'infection de millions de patients et des milliers de morts dans le monde (Benkirane et al., 2021). Le 11 mars 2020, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a déclaré qu'une pandémie de coronavirus 2019 (COVID-19) sévissait à l'échelle mondiale (Lemieux et al., 2021).

En décembre 2019, les premiers cas de COVID-19 ont émergé dans la région de Wuhan, en Chine (Zhang et al., 2020). En janvier 2020, le virus s'est répandu à travers l'Asie, l'Europe et les Amériques (Lapierre et al., 2020).

En Algérie, le premier cas de COVID-19 a été déclaré le 25 février 2020, il s'agit d'un ressortissant italien, travaillant dans un champ pétrolier à Ouargla (région sud), venant de la Lombardie, une des régions d'Italie les plus touchées par la pandémie (Hannouna et al., 2020).

Le SARS-CoV-2 a une transmissibilité élevée et peut avoir une longue période d'incubation avant de manifester des symptômes tels que fièvre, toux, essoufflement et diarrhée. L'infection par le SARS-CoV-2 peut être asymptomatique chez certains patients (Wang et al., 2020). Des rapports ont montré que les adultes et les personnes âgées sont les plus infectés par le SARS-CoV-2, avec une légère prédominance chez les hommes ; seule une faible proportion d'enfants a contracté l'infection. De plus, la présence de comorbidités telles que le diabète ou des troubles cardiovasculaires ou respiratoires affecte grandement les résultats (Abduljalil et Abduljalil, 2020).

Dans ce contexte l'objectif de notre travail est :

- Comparaison de l'évolution de l'épidémie de COVID-19 en Algérie et dans le monde.
- Explication des modèles d'évolution de la maladie COVID-19 dans le monde.

Cette étude est subdivisée en deux parties essentielles, la première partie présente une recherche bibliographique dans laquelle nous apportons un premier chapitre qui est consacré aux généralités sur SARS-CoV-2, et un deuxième chapitre qui expose l'étude épidémiologique, ensuite vient la partie expérimentale.

Partie I :
Recherche bibliographique

Chapitre 1 :
Généralités sur le SARS-CoV-2

1. Historique

Le 29 décembre 2019, les quatre premiers cas d'un syndrome respiratoire aigu d'étiologie inconnue ont été signalés dans la ville de Wuhan, province du Hubei, en Chine ; tous avaient fréquentés un marché local exotique. Bien rapidement, une source secondaire d'infection s'est avérée être la transmission interhumaine par contact étroit. Il y avait une augmentation des personnes infectées sans antécédents d'exposition à la faune ou de visite à Wuhan, et plusieurs cas d'infection parmi les professionnels de la santé ont été détectés (Kashongwe et al., 2020).

Le 7 janvier 2020, un nouveau coronavirus a été identifié dans l'échantillon de prélèvement de gorge d'un patient par le Centre chinois de contrôle et de prévention des maladies (CDC), et a ensuite été nommé 2019-nCoV par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Alors que la situation empirait, l'OMS a déclaré l'épidémie d'urgence de santé publique de portée internationale (ISPP) (Ge et al., 2020).

Le 11 février 2020, le Comité international de taxonomie des virus a renommé le virus en coronavirus-2 du syndrome respiratoire aigu sévère (SARS-CoV-2). Et l'OMS a annoncé la maladie épidémique causée par le SARS-CoV-2 en tant que maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) (Ciotti et al., 2019).

Le 11 mars 2020, l'organisation mondiale de la santé (OMS) a déclaré le COVID-19 une pandémie (Charfi, 2020).

En Algérie, le premier cas a été identifié le 25 février 2020 ; il s'agissait d'un ressortissant italien, depuis l'épidémie s'est propagée à travers tous le territoire national (Elketroussi et Makhlouf, 2021).

2. Définition

Les coronavirus (CoV) sont une grande famille de virus, dont plusieurs provoquent des maladies respiratoires chez l'homme, du simple rhume à des maladies plus rares et graves telles que le syndrome respiratoire aigu sévère (SARS) et le syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS) (OMS, 2020a).

Le coronavirus-2 du syndrome respiratoire aigu sévère (SARS-CoV-2) est une souche virale appartenant à l'espèce "coronavirus liés au syndrome respiratoire aigu sévère, SARSr-CoV" (Gorbalenya et al., 2020). C'est un virus enveloppé à ARN monocaténaire

positivement polarisé (Bonny et al., 2020), qui provoque la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) (Ahmed et al., 2020).

3. La propagation de la maladie

A partir de la province du Hubei, le virus s'est propagé rapidement sur tout le territoire chinois et progressivement l'épidémie s'est étendue en Asie touchant surtout la Corée du Sud et l'Iran. Très rapidement l'Europe devient l'épicentre de l'épidémie et l'OMS, hésitante au début, finit par déclarer le COVID-19 une pandémie le 11 mars 2020. La pandémie a continué sa propagation vers l'ouest touchant la Grande Bretagne puis les États-Unis devenus l'épicentre de la pandémie le 11 avril 2020. L'Afrique du Nord, préservée initialement, a commencé à avoir ses premiers cas de COVID-19 le 25 février 2020 en Algérie, le 2 mars 2020 au Maroc et le 3 mars 2020 en Tunisie (Charfi, 2020).

4. Taxonomie

Le SARS-CoV-2 est un membre de la famille des Coronaviridae (Tableau 1).

Tableau 1. Classification taxonomique du SARS-CoV-2 (Gorbalenya et al., 2020 ; Harapana et al., 2020 ; Rabi et al., 2020).

Domaine	Riboviria
Ordre	Nidovirales
Sous-ordre	Cornidovirineae
Famille	Coronaviridae
Sous-famille	Orthocoronavirinae
Genre	Betacoronavirus
Sous-genre	Sarbecovirus
Espèce	Coronavirus liés au syndrome respiratoire aigu sévère (SARSr-CoV)
Souche	Coronavirus 2 du syndrome respiratoire aigu sévère (SARS-CoV-2)

5. Origine du virus SARS-CoV-2

Les coronavirus, découverts pour la première fois dans les années 1960, se retrouvent chez les oiseaux et les mammifères, en particulier chez les chauves-souris, les chats, les chameaux et les rats (Nadeem et al., 2020).

Les premiers cas de maladie à coronavirus COVID-19 étaient directement liés à un marché animalier à Wuhan, en Chine. Tôt les enquêtes suggèrent que l'origine du SARS-CoV-2 peut être des chauves-souris (Bulut et Kato., 2020).

L'agent causal du COVID-19 (SARS-CoV-2) appartient au genre β -Coronavirus, à la famille des Coronaviridae et à l'ordre des Nidovirales. Un coronavirus humain similaire s'est avéré responsable du SARS en 2002 et 2003. Le virus responsable du COVID-19 a un génome qui a 74% à 99% d'identité avec celui du coronavirus du pangolin (*Manis javanica*) et de la chauve-souris rousse chinoise en fer à cheval (*Rhinolophus sinicus*) (Bat-CoVRaTG13), respectivement. Les chauves-souris ont été signalées comme étant la riche source de coronavirus, bien que seuls quelques-uns de ces coronavirus puissent infecter les humains. Selon la littérature, les virus du SARS et du MERS ont une transmission zoonotique, provenant de chauves-souris utilisant respectivement des civettes de palmier et des chameaux comme hôtes intermédiaires. Les rapports récents ont suggéré que le SARS-CoV-2 est un coronavirus modifié d'origine chauve-souris, qui est venu aux humains à la suite d'une transmission zoonotique (Nadeem et al., 2020).








Virus (Disease)	Origin Virus	Intermediate host	Host
SARS-CoV-1 (SARS 2002)	 SARS-like Bat-CoV	 Civet Cat	 Humans
MERS-CoV (MERS 2012)	 SARS-like Bat-CoV	 Camel	
SARS-CoV-2 (COVID 2019)	 BaT-CoV RaTG13	 Pangolin (could be origin as well [Pangolin-CoV])	

Figure 1. L'origine des coronavirus (Kakodkar et al., 2020).

6. Structure et organisation génomique du SARS-COV-2

6.1. Structure

La structure du SARS-CoV-2 est similaire à celle du SARS-CoV avec une taille de virion allant de 70 à 90 nm (Kumar et al., 2020).

Structurellement, le SARS-CoV-2 possède quatre protéines principales ; la protéine de spicule ou protéine Spike (S), la protéine de nucléocapside (N), la protéine de membrane (M) et la protéine d'enveloppe (E) (Figure2) (Astuti et Ysrafil., 2020).

La protéine S est une protéine transmembranaire avec un poids moléculaire de 180 à 200 kDa, très fortement glycosylée (Juckel et al., 2020). Qui se trouve dans la partie externe du virus. La protéine S est la protéine qui lie le récepteur cellulaire du SARS-CoV-2 (ACE2) et permet l'entrée dans la cellule. Elle est formée de deux sous-unités : S1 qui contient le domaine de liaison au récepteur cellulaire, et S2 qui est essentiel pour la fusion du virus à la membrane cellulaire (Bonny et al., 2020).

La protéine de nucléocapside (N), une phosphoprotéine de 43-50 kDa associée à l'ARN génomique pour former la nucléocapside hélicoïdale (Bonny et al., 2020 ; Juckel et al., 2020).

Un autre composant important de ce virus est la protéine M, elle est la plus abondante des protéines constituant l'enveloppe virale. Protéine de 25 à 35 kDa (Juckel et al., 2020). Elle est la protéine la plus structurée et joue un rôle dans la détermination de la forme de l'enveloppe du virus. Cette protéine peut se lier à toutes les autres protéines de structure. La liaison avec la protéine M aide à stabiliser les protéines N et favorise l'achèvement de l'assemblage viral en stabilisant la complexe protéine N-ARN à l'intérieur du virion interne (Astuti et Ysrafil., 2020).

Le dernier composant est la protéine E, elle est la plus petite protéine de la structure du SARS-CoV-2 de 8 à 12 kDa, elle est la moins abondante des protéines de l'enveloppe virale, mais elle n'est pourtant pas la moins importante (Juckel et al., 2020). Elle joue un rôle dans la production et la maturation de ce virus (Bianchi et al., 2020).

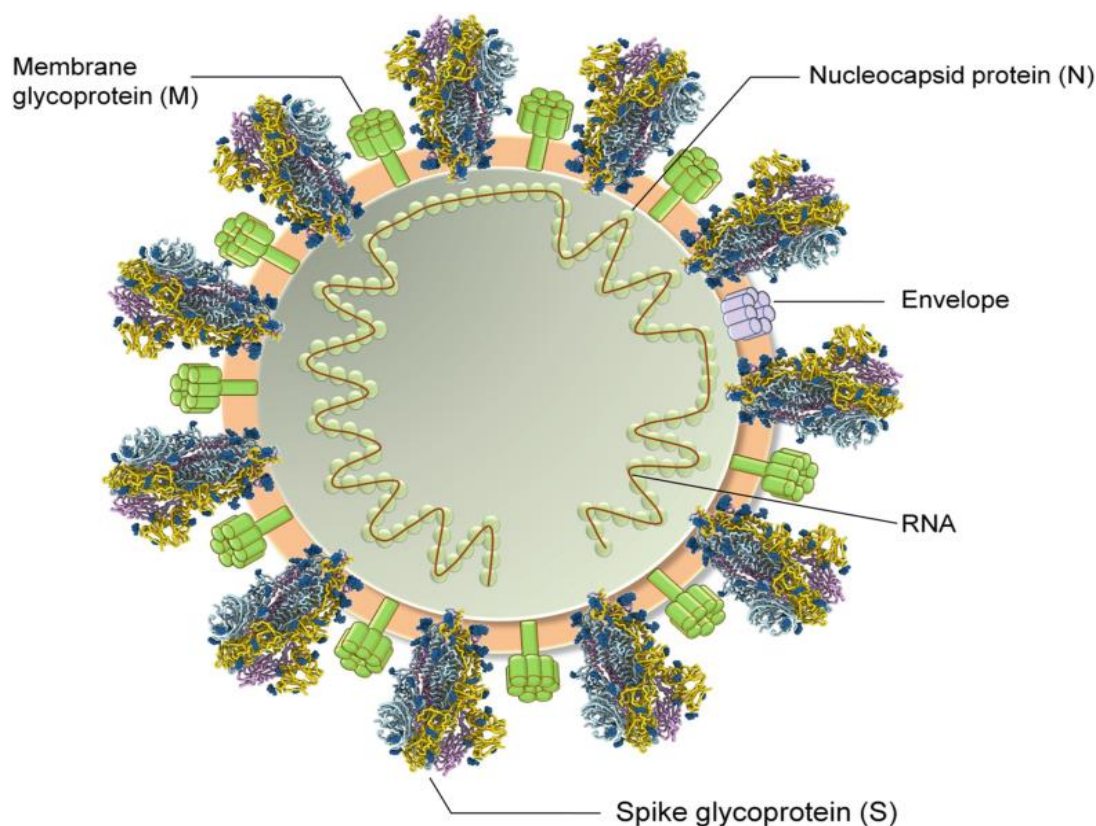


Figure 2. Structure du SARS-CoV-2 (Kumar et al., 2020).

6.2. Organisation génomique

Le génome du SARS-CoV-2 est composé d'un ARN simple brin de sens positif (Bonny et al., 2020 ; Lefeuvre et al., 2020 ; Naqvi et al., 2020), c'est-à-dire qu'il code directement pour les protéines virales lorsque le virion a réussi à pénétrer dans la cellule (Rousseau et al., 2020). Le génome nouvellement séquencé du SARS-CoV-2 a été soumis dans la base de données du génome NCBI (NC_045512.2) ~29,9 Kb en taille. La constitution génétique du SARS-CoV-2 est composée de 13 à 15 (12 fonctionnels) cadres de lecture ouverts (ORF) contenant environ 30 000 nucléotides et codant pour 29 protéines. L'ARN viral contient une coiffe de type 1 à l'extrémité 5' et un groupe poly-adylylique à l'autre extrémité 3' (Konkolova et al., 2020). L'arrangement génétique des ORF ressemble fortement au SARS-CoV et au MERS-CoV (Naqvi et al., 2020).

Le génome est organisé dans l'ordre d'un 5'-région non traduite (UTR) (Wang et al., 2020), deux grandes régions chevauchantes, Open Reading Frame ORF1a et ORF1b (codant le complexe de réplication-transcription (CRT), dont le gène ARN-polymérase ARN-dépendante (RdRp) qui code l'ARN polymérase ARN-dépendante), suivis par la région qui

code les protéines structurales (Spike (S), Enveloppe(E), Membrane (M), Nucléocapside (N)) (Lefevre et al., 2020; Phan., 2020). À l'extrémité 3', les gènes accessoires (3a, 3b, p6, 7a, 7b, 8b, 9b et ORF14) qui codes les protéines accessoires sont situés avec les ORF flanquants (Abduljalil et Abduljalil., 2020), et 3'-UTR (Wang et al., 2020).

Les produits de ces gènes jouent un rôle important dans l'entrée virale, la fusion et la survie dans les cellules hôtes (Naqvi et al., 2020), à l'exception les protéines accessoires qui ne sont pas nécessaires pour la réplication du virus ou d'autres fonctions connues (Abduljalil et Abduljalil., 2020).

L'organisation génomique du SARS-CoV-2 se présente sous la forme d'une topologie linéaire, partageant environ 89 % d'identité de séquence avec d'autres CoV. L'ensemble du génome du SARS-CoV-2 code pour environ 7096 résidus de polyprotéine longue qui se compose de nombreuses protéines structurales et non structurales (NSPs1-16). Le contenu en nucléotides du génome viral est détenu principalement par deux protéines non structurales ORF1a et ORF1ab suivies par des protéines structurales (Naqvi et al., 2020). Les polyprotéines pp1a (4405 acides aminés) et pp1ab (7096 acides aminés) (Osipiuk et al., 2021), sont codées par les ORF 1a et 1b, où la polyprotéine pp1ab est codée par le mécanisme de décalage du cadre ribosomique du gène 1b. Ces polyprotéines sont ensuite traitées par des protéinases virales et produisent 16 protéines non structurales (NSps) indispensables à la réplication virale (Bonny et al., 2020), qui sont bien conservées dans tous les CoV appartenant à la même famille (Naqvi et al., 2020).

Les protéines non structurales NSp7, NSp8 et NSp12 forment ensemble le complexe ARN-polymérase dépendante de l'ARN, NSp10, NSp13, NSp14 et NSp16 complexes appelés machines de coiffage d'ARN (Khan et al., 2021).

Le SARS-CoV-2 a deux protéases à cystéine, la protéase de type papaïne (PLpro) ou NSp3 et la protéase de type 3C (3CLpro) ou NSp5, qui sont codées par l'ORF1a. La PLpro clive les trois premiers sites à 181-182, 818-819 et 2763-2764 à l'extrémité N-terminale et la 3CLpro coupe aux 11 sites restants à l'extrémité C-terminale (Jo et al., 2020).



Figure 3. Organisation génomique du SARS-CoV-2 (Naqvi et al., 2020).

7. Modes de transmission

Cette section décrit brièvement les modes possibles de transmission du SARS-CoV-2, y compris la transmission par contact, par gouttelettes, par voie aérienne, par voie fomites (OMS, 2020b ; Plaçais et Richier., 2020).

7.1. Transmission par contact et gouttelettes

La transmission du SARS-CoV-2 peut se produire par contact direct, indirect ou étroit avec des personnes infectées par le biais de sécrétions infectées comme la salive et les sécrétions respiratoires ou leurs gouttelettes respiratoires, qui sont expulsées lorsqu'une personne infectée tousse, éternue, parle ou chante (Borak, 2020 ; OMS, 2020b). Les gouttelettes respiratoires ont un diamètre $> 5-10 \mu\text{m}$, tandis que les gouttelettes $< 5 \mu\text{m}$ de diamètre sont appelées gouttelettes noyaux ou aérosols (OMS, 2020b).

Les gouttelettes respiratoires sont le principal mode de transmission du COVID-19 d'un humain à un autre (Bonny et al., 2020 ; Santanu, 2020). Qui peut se produire lorsqu'une personne est en contact étroit (à moins d'un mètre) avec une personne infectée. Personne qui présente des symptômes respiratoires (par exemple, toux ou éternuements) ou qui parle ou chante ; dans ces circonstances, les gouttelettes respiratoires contenant le virus peuvent atteindre la bouche, le nez ou les yeux d'une personne sensible et peuvent entraîner une infection (OMS, 2020b).

7.2. Transmission aérienne

La transmission aérienne est définie comme la propagation d'un agent infectieux causée par la dissémination de noyaux de gouttelettes (aérosols) qui restent infectieux lorsqu'ils sont suspendus dans l'air sur de longues distances et dans le temps (OMS, 2020b).

Les infections respiratoires se produisent par la transmission d'aérosols ($\leq 5 \mu\text{m}$) exhalés par des personnes infectées lors de la respiration, de la parole, de la toux et des éternuements. Cependant, une grande partie de la propagation de la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) semble se produire par la transmission par voie aérienne d'aérosols produits par des individus asymptomatiques pendant la respiration et la parole. Les aérosols peuvent s'accumuler, rester infectieux dans l'air intérieur pendant des heures et être facilement inhalés profondément dans les poumons (Prather et al., 2020).

7.3. Transmission fomites

Les sécrétions respiratoires ou les gouttelettes expulsées par les personnes infectées peuvent contaminer les surfaces et les objets, créant des fomites (surfaces contaminées). Le virus et / ou l'ARN du SARS-CoV-2 viables détectés par RT-PCR peuvent être trouvés sur ces surfaces pendant des périodes allant de quelques heures à plusieurs jours, selon l'environnement ambiant (y compris la température et l'humidité) et le type de surface, en particulier à concentration élevée dans les établissements de soins de santé où les patients COVID-19 étaient traités (OMS, 2020b).

Par conséquent, la transmission peut également se produire indirectement par contact avec des surfaces dans l'environnement immédiat ou des objets contaminés par le virus d'une personne infectée (par exemple, un stéthoscope ou un thermomètre), puis en touchant la bouche, le nez ou les yeux (OMS, 2020b ; Plaçais et Richier., 2020).

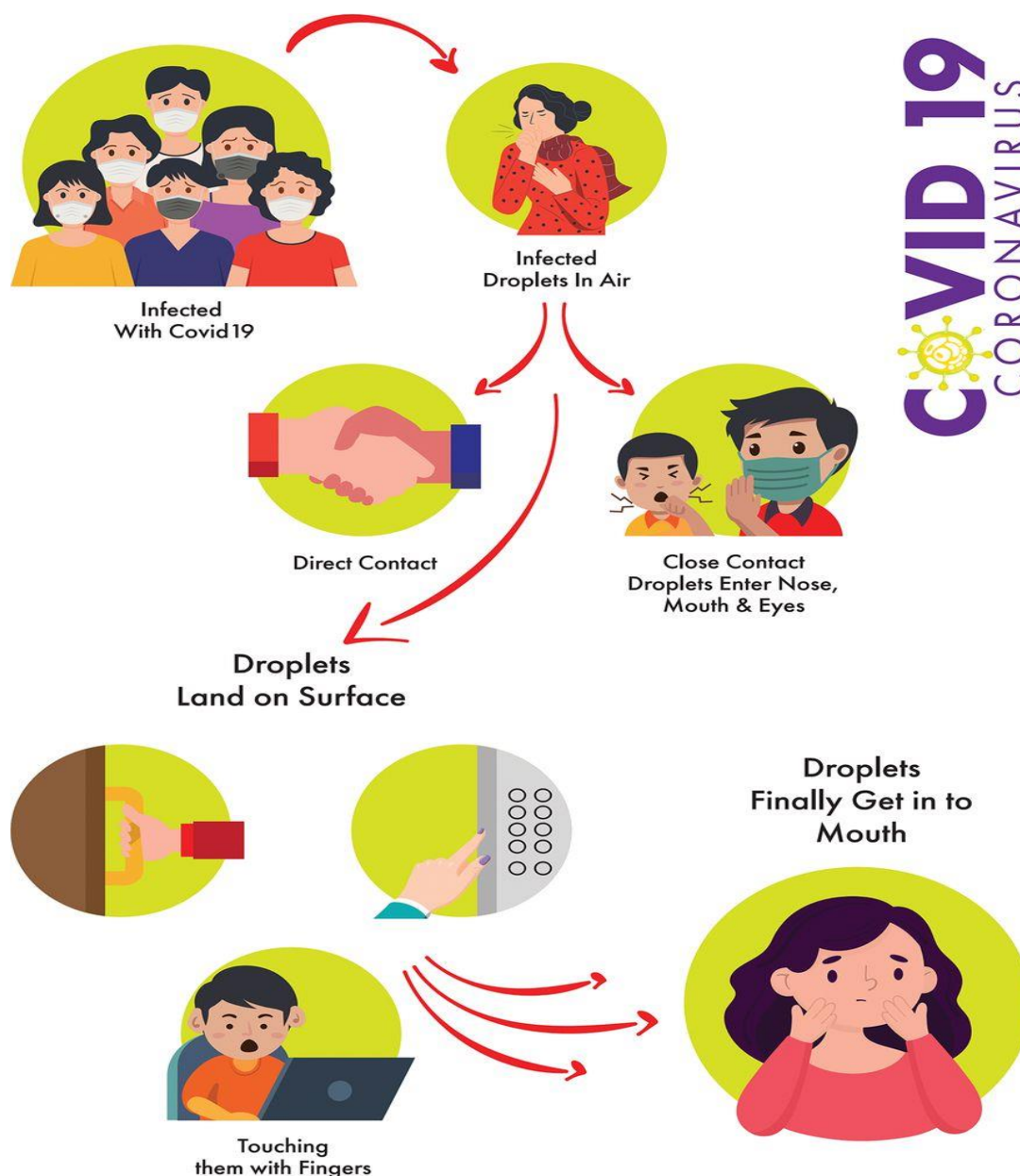


Figure 4. Modes de transmission de COVID-19 (Umakanthan et al., 2020).

8. Physiopathologie

La physiopathologie et les mécanismes de virulences du SARS-CoV-2 liés à la fonction des protéines structurales et non structurales (NSps) (Casella et al., 2021). Le virus peut traverser les muqueuses, en particulier les muqueuses nasales et du larynx, puis pénétrer dans les poumons par les voies respiratoires (Lin et al., 2020).

Une fois que les SARS-CoV pénètrent dans l'hôte via les voies respiratoires, les voies aériennes et les cellules épithéliales alvéolaires, les cellules endothéliales vasculaires et les macrophages alvéolaires sont parmi leurs premières cibles d'entrée virale. Les cils des voies

respiratoires inférieures facilitent la fixation du virus sur son récepteur présent à la surface des cellules épithéliales alvéolaires (Harrison et al., 2020)

Ainsi, la protéine S facilite l'entrée du virus dans les cellules cibles. L'entrée dépend de la liaison de l'unité de surface, S1, de la protéine S en particulier le domaine de liaison aux récepteurs (RBD) à un récepteur cellulaire (ACE2), qui facilite la fixation du virus à la surface des cellules cibles (Wang et al., 2020). En outre, l'entrée nécessite l'amorçage de la protéine S par les sérines-protéases cellulaires (protéase transmembranaire à sérine 2, TMPRSS2) exprimés à la membrane de la cellule, ce qui entraîne le clivage de la protéine S au niveau du site S1/S2 et permet la fusion des membranes virales et cellulaires qui sera réalisée directement à la surface de la cellule, c'est un processus piloté par la sous-unité S2 (Figure 5) (Cascella et al., 2020 ; Hoffmann et al., 2020). En l'absence de telles protéases, le virus sera internalisé dans le cytoplasme par endocytose. L'activation de la fusion entre le virus et l'endosome (la vésicule d'endocytose) qui le contient fera alors intervenir les protéases endosomales, comme les cathepsines ou la furine (Juckel et al., 2020).

Une fois fusionnées, le virus pénètre dans la cellule, puis l'enveloppe est décollée, ce qui permet à l'ARN génomique d'être présent dans le cytoplasme (Shereen et al., 2020). Cet ARN servira de matrice, utilisant la machinerie de traduction de la cellule, pour synthétiser les deux polyprotéines pp1a et pp1ab qui formeront le complexe réplicase-transcriptase après leur maturation. Ces deux polyprotéines sont clivées grâce aux activités protéasiques de deux protéines différentes, NSP3 (PLpro) et NSP5 (3CLpro), produites par autoclivage. NSP3 clive les jonctions NSP1-2, NSP2-3 et NSP3-4, tandis que NSP5 clive toutes les jonctions des protéines suivantes (Juckel et al., 2020). pour former un total de 16 protéines non structurales (Shereen et al., 2020). Le complexe réplicase-transcriptase (ARN polymérase virale + protéines réplicase supplémentaire non structurales) initie ensuite les étapes de réplication successives de l'ARN génomique (Juckel et al., 2020). Par la suite, l'ARN génomique négatif (-) est synthétisé et utilisé comme modèle pour former les ARN sous-génomiques positif (+) codés pour des protéines structurales (S, E, M et N) ou bien l'ARN génomique positif (+) (Figure 5) (Jiang et al., 2020).

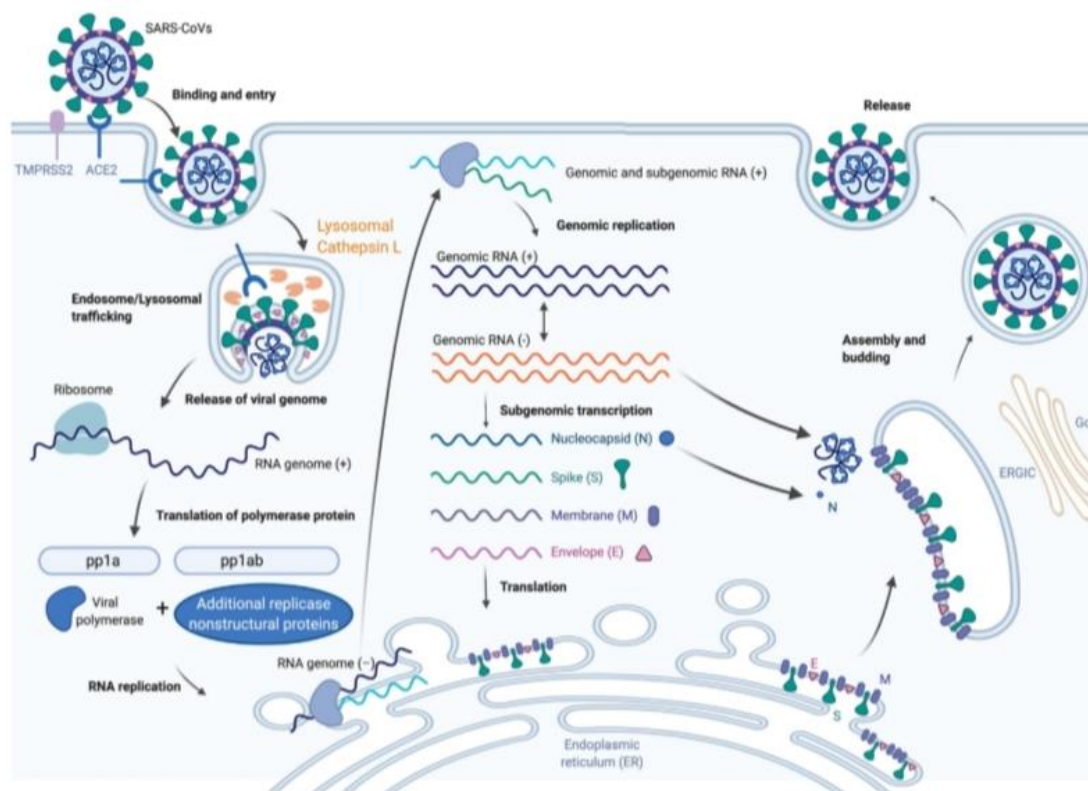


Figure 5. Le cycle de vie du coronavirus 2 (SARS-CoV-2) du syndrome respiratoire aigu sévère (Harrison et al., 2020).

La production excessive du SARS-CoV-2 provoque des dommages cellulaires alvéolaires en initiant les cascades inflammatoires comprenant les interleukines et les neutrophiles. La libération excessive des médiateurs inflammatoires est à l'origine d'un choc cytokinique (Mahammed et al., 2019), qui agit sur l'hypothalamus dans le cerveau, provoquant la libération de prostaglandines E2 (PGE2) responsable de la fièvre, et sur les capillaires alvéolaires en augmentant leur perméabilité ce qui entraîne un œdème alvéolaire. Par conséquent, l'hypoxémie se produit avec des difficultés respiratoires. Par la suite, la pression partielle de l'oxygène diminue, ce qui augmente le rythme cardiaque et la fréquence respiratoire (Figure 6) (Kaushik et al., 2020).

Lorsque l'infection devient grave, une nouvelle inflammation affecte gravement le système cardio-vasculaire, ce qui influence l'apport sanguin aux reins et au foie, perturbant leur fonctionnement. Cette inflammation amène également les neutrophiles à produire une grande quantité d'espèces réactives oxygénés (ERO), qui affecte gravement la cavité gastrique (Figure 6). Collectivement, l'infection par le SARS-CoV-2 entraîne une défaillance de plusieurs organes qui peut même conduire à la mort (Kaushik et al., 2020).

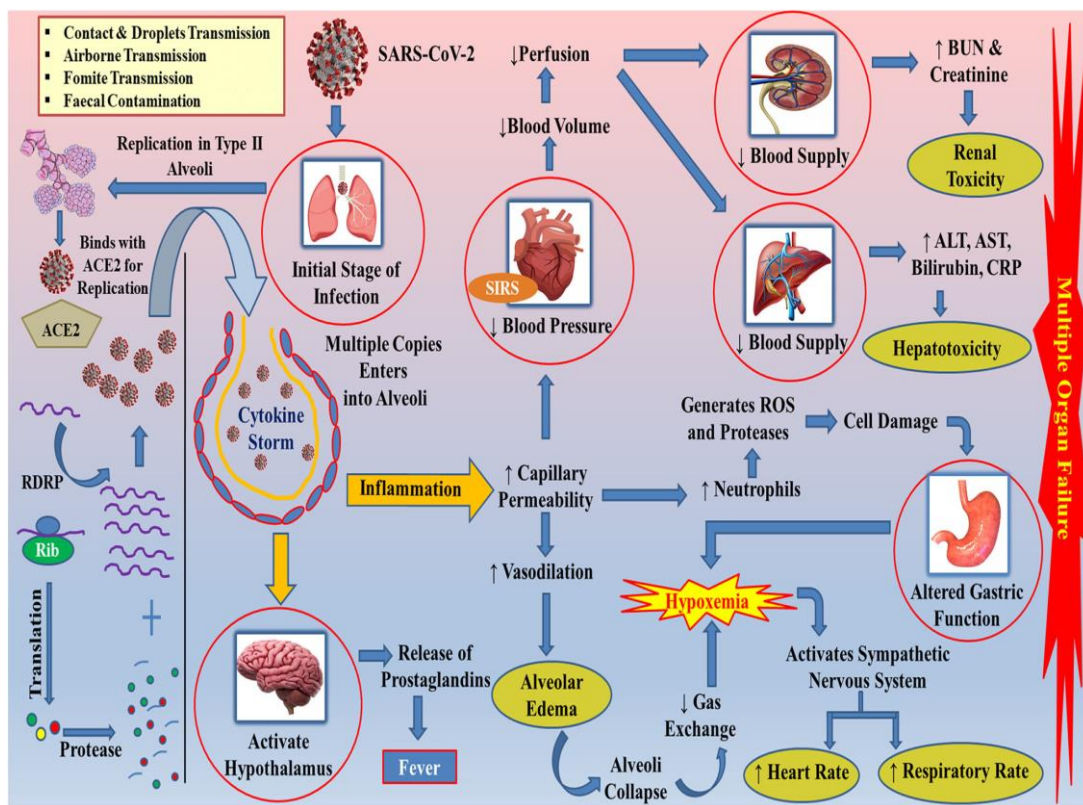


Figure 6. Mécanisme de l'infection par le SARS-CoV-2 (Kaushik et al., 2020).

Chapitre 2 :
Etude épidémiologique

1. Symptomatologies fréquentes

La plupart des patients infectés par COVID-19 avaient un antécédent de contact avec une surface contenue par un virus ou patients infectés ou porteurs du virus (Baloch et al., 2020).

1.1. Manifestations respiratoires

L'infection par le SARS-CoV-2 semble évoluer en trois phases suivantes : La phase d'incubation est suivie d'une phase symptomatique qui apparaît dans un délai moyen de 5 jours après la contagion. Une phase d'aggravation des symptômes respiratoires est possible avec une évolution vers un syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA) dans un délai médian de 8 jours (cela s'expliquerait par la tempête cytokinique due à l'hyper-inflammation) (Kashongwe et al., 2020).

Les manifestations cliniques de l'infection au COVID-19 présentent des similitudes avec le SARS-CoV où les symptômes les plus courants incluent la fièvre, toux sèche, dyspnée, douleur thoracique, fatigue et myalgie (douleurs musculaires), hémoptysie, mal de crâne, production d'expectorations, l'asthénie et SDRA aigu. Les symptômes moins courants comprennent les maux de tête, les étourdissements, mal de gorge, frissons, nausées ou vomissements, diarrhée, agueusie et congestion conjonctivale (Harapana et al., 2020 ; Umakanthan et al., 2020 ; Wu et al., 2020).

Les signes de la sphère ORL et pulmonaire étaient les plus fréquents et qui sont les céphalées et l'obstruction nasale ; la perte du goût (agueusie) et de l'odorat (anosmie) (Kashongwe et al., 2020).

1.2. Autres manifestations possibles

1.2.1. Manifestations cardiovasculaires

L'atteinte cardiovasculaire au cours du COVID-19 est prouvée dans de nombreux papiers récemment publiés, elle est occasionnée par différents mécanismes directs et indirects. Les principales manifestations cardiovasculaires du COVID-19 sont : Lésion myocardique aiguë, Myocardite, Syndrome coronarien aigu, Arythmie cardiaque et arrêt cardiaque, Cardiomyopathie et insuffisance cardiaque (El Boussadani et al., 2020).

1.2.2. Manifestations neurologiques

Les manifestations neurologiques peuvent être inaugurales ou évolutives durant la COVID-19. Et peuvent être centrale ou périphérique (Kashongwe et al., 2020).

Les manifestations neurologiques centrales : Instabilité posturale, céphalées, Anosmie, Troubles de la conscience, encéphalites et encéphalopathies. Les manifestations neurologiques périphériques : Atteinte du système nerveux périphérique qui est très largement dominée par le syndrome de Guillain-Barré (Sellal et al., 2020).

1.2.3. Manifestations digestives

Les plus fréquents signes digestifs liés à COVID-19 sont : diarrhée, nausées vomissements et douleurs abdominales (Aroniadis et al., 2020).

L'infection par le SARS-CoV-2 peut être asymptomatique chez certains patients (Wang et al., 2020).

2. Diagnostique

Le test COVID-19 consiste à analyser des échantillons pour évaluer la présence actuelle ou passée du SARS-CoV-2. Il existe principalement deux types de tests disponibles pour le COVID-19 : les tests viraux et les tests d'anticorps (La Marca et al., 2020).

Les tests viraux : sont des tests directs du SARS- CoV-2 identifient l'ARN viral (Patel et al., 2020). Il existe deux types de tests viraux :

Les tests de diagnostic moléculaire précis sont nécessaires pour confirmer un diagnostic de maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) (Hanson et al., 2021). Le fonctionnement et l'application de ces tests moléculaires sont conformes à ceux des tests précédemment développés qui détectent les agents infectieux. en temps réel par transcriptase inverse (RT-PCR) (Vandenberg et al., 2020).et les tests d'antigènes qui détectent rapide ont également été développés pour détecter une infection active, bien qu'un nombre limité de ces tests soient disponibles. Cependant, en comparaison avec le RT-PCR, les tests de détection rapide d'antigène manquent de sensibilité et, en raison du risque accru de résultats faussement négatifs, ils sont considérés comme un complément aux tests RT-PCR (Vandenberg et al., 2020).

Les tests d'anticorps : sont des tests indirects, car ils ne détectent pas le virus, mais détectent la présence d'anticorps générés contre le SARS-CoV-2. Les trois tests les plus importantes sont la chimiluminescence automatisée (CLIA), ELISA manuel et à flux latéral rapide (LFIA), qui détectent l'immunoglobuline M (IgM) et l'immunoglobuline G (IgG) produites chez les personnes en réponse à l'infection par le SARS-CoV-2, Les IgM et IgG n'ont pu être détectées que chez les suspects environ deux semaines après le début de l'infection (Vashist, 2020).

3. Traitement

À l'heure actuelle, il n'existe aucun traitement antiviral dont l'efficacité a été confirmée contre SARS-CoV-2. Les travaux issus des précédentes épidémies du SARS, du MERS et d'autres virus grippaux fournissent un repère inestimable pour les options thérapeutiques chez les patients atteints de COVID-19. Ces options thérapeutiques sont essentiellement des médicaments antiviraux. Bien que ces médicaments antiviraux soient prometteurs dans le traitement de COVID-19, une surveillance de leur tolérance et de leur résistance est nécessaire. En effet, ces médicaments peuvent être à l'origine d'effets indésirables potentiellement graves pour le malade, et une mutation potentielle du coronavirus peut conduire à la résistance aux médicaments (Traore et al., 2020).

Parmi les médicaments utilisés pour traiter les patients atteints de COVID-19 :

- **Chloroquine (CQ)** : L'une des options thérapeutiques la plus largement utilisée contre le SARS-CoV-2 est sans doute la chloroquine (Traore et al., 2020).

C'est une aminoquinoléine utilisée dans le traitement du Malaria. Des études ont été démontrées que la chloroquine confère ses effets antiviraux à large spectre considérables en interférant avec le processus de fusion des virus avec les cellules de l'hôte en diminuant le pH. De plus, la chloroquine modifie la glycosylation des récepteurs cellulaires des coronavirus (Sahraei et al., 2020). la chloroquine peut inhiber la fusion de l'ACE2 et du virus aux stades d'entrée et de post-entrée, En effet, en raison de son effet inhibiteur sur l'ACE2, il semble être un puissant inhibiteur de l'infection par le SARS-CoV-2 (Traore et al., 2020).

- **Hydroxychloroquine (HCQ)** : c'est un médicament antipaludiques (Schrezenmeier et al., 2020) et un immunomodulateur, elle est utilisée depuis de nombreuses années pour traiter un certain nombre de maladies, y compris les maladies auto-immunes comme le lupus et la

polyarthrite rhumatoïde ainsi que pour la prévention et le traitement du paludisme (Meyerowitz et al., 2020). elle a présenté une action inhibitrice supérieure à celle de la chloroquine contre le SARS-CoV-2 (Traore et al., 2020).

Des études antérieures ont montré que la CQ et la HCQ exercent des effets antiviraux par le biais de plusieurs mécanismes. Les deux composés sont solubles dans l'eau et sont faiblement alcalins. Après être entrés dans la cellule, ils induisent une augmentation du pH des organites acides (y compris les endosomes, les lysosomes et les vésicules de Golgi), ainsi, les détruisant. De plus, il a été démontré qu'un pH intracellulaire accru bloque les infections virales. Le faible pH peut déclencher l'invasion du virus dans la cellule, soit par fusion, pénétration ou décapage. D'autre part, une augmentation du pH intracellulaire empêchera le processus d'infection virale (Zou et al., 2020).

- **Remdesivir** : également nommé GS-5734, est un analogue de l'adénosine doté d'une activité antivirale à large spectre contre les virus à ARN (Lin et al., 2021). un inhibiteur de l'ARN polymérase virale dépendante de l'ARN (Beigel et al., 2020). Il provoque un retard dans la terminaison de la chaîne, arrêtant la synthèse d'ARN et la réplication virale (Lin et al., 2021). avec une activité inhibitrice in vitro contre le SARS-CoV-1 et le syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS-CoV), il a été identifié tôt comme une solution prometteuse candidat thérapeutique pour COVID-19 en raison de sa capacité à inhiber le SARS-CoV-2 in vitro. Pour les patients atteints de COVID-19 léger ou modérément sévère et n'ayant pas besoin d'assistance respiratoire, le remdesivir n'offre pas d'avantage significatif au jour 28 et son utilisation n'est pas recommandée. Pour les personnes à haut risque d'hyperinflammation diagnostiquées tôt au cours de la maladie (≤ 10 jours) et nécessitant un supplément d'oxygène, le remdesivir raccourcit le temps de récupération et réduit le risque de progression. (Beigel et al., 2020).

- **Lopinavir / ritonavir** : deux inhibiteurs de la protéase administrés aux patients atteints du VIH récemment également proposés dans la littérature scientifique comme médicaments potentiels pour le traitement du COVID-19. la différence dans la structure de 3CLpro du SARS-COV-2 et du VIH protéase affecterait l'efficacité d'inhibition du lopinavir/ritonavir et justifie un certain scepticisme sur la validité réelle de ce traitement pour COVID-19 (Costanzo et al., 2020).

- **Umifenovir** : est une petite molécule dérivée de l'indole qui peut simultanément bloquer l'entrée du virus dans les cellules cibles, inhiber la synthèse de l'ARN viral et stimuler le

système immunitaire via l'induction d'interféron sérique et l'activation des phagocytes. il a également des effets antiviraux directs et supérieurs au stade précoce de la réplication virale in vitro pour le SARS (Huang et al., 2020).

- **Favipiravir** : médicament antigrippal (Pilkington et al., 2020). Il inhibe sélectivement l'ARN polymérase ARN-dépendant (RdRP), une enzyme nécessaire à la réplication de l'ARN viral dans les cellules humaines (Seneviratne et al., 2020). Le favipiravir est avéré efficace dans le traitement de la grippe et Ebola virus. Très récemment, il a été montré que le favipiravir était efficace pour réduire l'infection par le SARS-CoV-2 in vitro. En mars 2020, le favipiravir a été approuvé par l'Administration nationale des produits médicaux de Chine en tant que premier médicament anti-COVID-19 en Chine, car l'essai clinique avait démontré son efficacité avec des effets secondaires minimes (Yanai, 2020).

- **Azithromycine** : est un antibiotique qui appartient au macrolide famille utilisée dans une grande variété de maladies bactériennes. Au-delà son activité antibactérienne, ce macrolide a montré des propriétés antivirales et activités immunomodulatrices qui pourraient être intéressantes dans le domaine d'infections viral, y compris COVID-19 (Echeverría-Esnal et al., 2020).

- **Le zinc** : est un micronutriment essentiel. Avec des concentrations systémiques et intracellulaires strictement réglementées, et il a développé une activité antivirale efficace (Traore et al., 2020). De multiples effets antiviraux du Zn ont été démontrés dans une variété d'espèces virales, dont plusieurs nidovirus, pour lesquelles Le SARS-CoV-2 appartient. Cela suggère que la supplémentation en Zn peut être de bénéfice pour la prophylaxie et le traitement du COVID-19 (Kumar et al., 2020).

4. Facteurs de risques

L'incidence de l'infection par le SARS-CoV-2 est observée le plus souvent chez les patients adultes de sexe masculin dont l'âge médian des patients était entre 34 et 59 ans. SARS-CoV-2 est également plus susceptibles d'infecter les personnes souffrant de comorbidités chroniques telles que les maladies cardio-vasculaires, cérébrovasculaires et le diabète. Le plus haut la proportion de cas graves survient chez les adultes ≥ 60 ans, et chez les personnes souffrant de certaines conditions sous-jacentes, telles que les maladies cérébrovasculaires, l'hypertension artérielle (HTA) et le diabète. Les manifestations sévères

peuvent également être associées à des co-infections de bactéries et champignons (Plaçais et Richier., 2020).

Moins de cas de COVID-19 ont été signalés chez les enfants moins de 15 ans. Les caractéristiques cliniques des patients pédiatriques infectés varient, mais la plupart ont des symptômes sans fièvre ni pneumonie et ayant un bon pronostic et même si un enfant avait des problèmes radiologiques opacités pulmonaires en verre dépoli, le patient était asymptomatique. En résumé, les enfants peuvent être moins susceptibles d'être infectés ou, s'ils sont infectés, présentent des manifestations plus légères que les adultes ; donc, il est possible que leurs parents ne chercheront pas de traitement conduisant à des sous-estimations de l'incidence du COVID-19 dans ce groupe d'âge (Harapana et al., 2020).

5. Prévention

En raison de la pandémie de la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19), les gouvernements partout au monde ont dû adopter de strictes mesures d'éloignement physique pour réduire la propagation du virus afin de protéger la santé publique et de préserver la capacité du système de santé (Shaw et al., 2021).

- Se laver les mains avec du savon régulièrement et après tout geste ou situation à risque (Cocherreau et Lamirel., 2021).
- Nettoyer et désinfecter fréquemment les surfaces touchées (Zhang et al., 2020) .
- L'éloignement physique à distance d'au moins 1 mètre (Toughza et al., 2020) .
- Port de masques pour la protection lorsque vous êtes dans un lieu public (Giami, 2021).
- La plupart des événements politiques, culturels, religieux et sportifs ont été annulés ou reportés, l'interdiction des grands rassemblements, l'éloignement social ou la fermeture des commerces non essentiels (Döring, 2020) (Jüni et al., 2020).

6. Définition de l'épidémiologie

L'épidémiologie étudie les variations de fréquence des maladies dans les groupes humains et recherche les déterminants de ces variations. Elle vise en particulier à la recherche des causes des maladies et à l'amélioration de leurs traitements et moyens de prévention. Elle concerne l'ensemble des maladies et situations pathologiques, et pas seulement les seules maladies transmissibles. La recherche épidémiologique de déterminants

des maladies se fait en comparant les fréquences de ces maladies dans des groupes ou sous-groupes au cours du temps, en fonction du lieu, de la profession, des antécédents médicaux, de caractéristiques phénotypiques ou biologiques, etc. (Aspect et al., 2021).

7. Les caractéristiques épidémiologiques de COVID-19

7.1. Contagiosité

Le taux de reproduction (R_0) est un indicateur qui apprécie le potentiel de contagiosité d'un agent infectieux. C'est le nombre moyen de sujets auxquels un malade risque de transmettre la maladie dans une population non immunisée contre le virus (Amir et al., 2020). Différentes études sur COVID-19 ont estimé que cette constante R_0 , est en moyenne de 2,6 à 4,71 (Adhikari et al., 2020). Si le R_0 est supérieur à 1, alors la maladie tend à s'étendre d'elle-même en l'absence d'action. Il faut dire que le confinement réduit sensiblement ce fameux indice. Des études supposent que le risque de contamination est plus important les premiers jours d'apparition des signes cliniques et pourrait persister plus de trois semaines (Amir et al., 2020).

7.2. La période d'incubation

La période d'incubation, définie comme l'intervalle entre la date d'un premier contact potentiel avec un patient suspect ou confirmé de COVID-19 et la date d'apparition des symptômes (Benghaffor, 2020). Cette période a été estimée à environ 5 jours, le plus souvent comprise entre 3 à 7 jours, mais pouvant aller jusqu'à 14 jours. C'est la raison pour laquelle la durée de 14 jours a été considérée comme la durée de la quarantaine (Caumes, 2020).

8. Les indicateurs épidémiologiques

Comme la plupart des maladies, la prévalence, la gravité et la mortalité du COVID-19 présentent de grandes variations géographiques qui restent souvent inexplicables. L'épidémie de COVID-19 est multifactorielle et des facteurs tels que le climat, la densité de population, sexe, l'âge, le phénotype, le système de la santé et éventuellement le contexte génétique sont associés à une incidence et à une mortalité accrue. L'alimentation ne représente qu'un des possibles facteurs modérateurs de l'épidémie de COVID-19 (Bousquet et al., 2021).

8.1. Cas possible et cas confirmé

un cas possible a été défini soit comme un patient avec une infection aiguë sévère des voies respiratoires inférieures nécessitant une hospitalisation et avec des antécédents de

voyage ou de résidence à Wuhan, en Chine dans les 14 jours précédant l'apparition des symptômes, ou un patient avec une maladie respiratoire aiguë quelle qu'en soit la gravité et avec des antécédents d'exposition à risque, principalement à un cas confirmé. Un cas confirmé a été défini comme un cas possible avec une RT-PCR SARS-CoV-2 positive sur des échantillons respiratoires, réalisée par un laboratoire accrédité (Stoecklin et al., 2020 ; Vuichard et al., 2020).

8.2. Mortalité

• Le taux de létalité

Le taux de létalité d'une infection représente la probabilité de mourir pour une personne infectée, qu'elle aille ou non à l'hôpital. Le taux de létalité des cas (sous-entendu cliniques) concerne quant à lui la probabilité de mourir pour une personne infectée qui est suffisamment malade pour se présenter dans un hôpital ou une clinique. Ce taux est donc plus élevé que le taux de létalité de l'infection, car les personnes qui se présentent à l'hôpital sont généralement plus gravement malades. Il est plus adapté de l'utiliser dans le cadre d'un dépistage de masse, tandis qu'il sera plus important en cas de diagnostic ciblé chez les malades présentant des symptômes et des facteurs de risque (Amir et al., 2020).

8.3. Age et sexe

Certaines études ont rapporté une répartition par âge des patients adultes entre 25 et 89 ans. La plupart des patients adultes avaient entre 35 et 55 ans, et il y avait moins de cas identifiés chez les enfants et les nourrissons. Une étude sur la dynamique de transmission précoce du virus a rapporté que l'âge médian des patients était de 59 ans, allant de 15 à 89 ans, la majorité étant des hommes (Adhikari et al., 2020 ; Piccoli et al., 2020 ; Plaçais et Richier., 2020).

La population africaine est très jeune, composée de 29% à 45 % d'enfants de moins de 15 ans, pour seulement 3% à 5% de personnes âgées de 65 ans et plus. À l'inverse, la population européenne est vieillissante et possède 2 à 3 fois moins d'enfants de moins de 15 ans, pour 3 à 7 fois plus de personnes âgées de 65 ans et plus (Hardy et Flori., 2021).

9. Facteurs influence la propagation de COVID-19 dans le monde

Comme la plupart des maladies, la prévalence, la gravité et la mortalité du COVID-19 présentent de grandes variations géographiques qui restent souvent inexplicables. L'épidémie de COVID-19 est multifactorielle et des facteurs tels que le climat, la densité de population,

sexe, l'âge, le phénotype, le système de la santé et éventuellement le contexte génétique sont associés à une incidence et à une mortalité accrue. L'alimentation ne représente qu'un des possibles facteurs modérateurs de l'épidémie de COVID-19 (Bousquet et al., 2021).

9.1. Tourisme

En raison de leur position géographique, et en étant au plus haut niveau de contact international à travers le commerce, le tourisme, les voyages diplomatiques, les études ou les affaires, certaines régions seraient plus touchées que d'autres par la pandémie COVID-19 (Hoummadi et al., 2020).

9.2. Mode alimentaire

Le mode alimentaire joue un rôle important dans la prévention des infections, et en particulier celles dues au COVID-19, pour cela il est conseillé de bien s'alimenter pour bénéficier des nutriments utiles au fonctionnement de notre système immunitaire (oligoéléments, vitamines, protéines, ingrédients riches en oméga-3), et, à contrôler le stress qui ouvre la porte à de multiples pathologies (Scudeller, 2020).

Des doses très élevées d'épices régulièrement consommées dans les pays d'Asie ou d'Afrique pourraient réduire l'infection et/ou la gravité du COVID-19 (Bousquet et al., 2021). Parmi les épices ayant un effet bénéfique sur la santé humaine, l'allicine, la capsaïcine, la curcumine, le gingérol, l'huile de moutarde, la pipérine et les glucosides de quercétine sont les principales (García-Casal et al., 2016). Cependant, dans les pays occidentaux, la plupart des gens mangent généralement des aliments moins épicés, et les doses ingérées ailleurs ne peuvent pas être administrées rapidement en raison d'effets secondaires (principalement une intolérance gastro-intestinale). Dans les pays où de grandes quantités d'épices sont consommées, la consommation de légumes fermentés est également élevée (Bousquet et al., 2021).

9.3. Facteurs génétique

Le coronavirus disease 19 (COVID-19) est une nouvelle maladie infectieuse causée par un nouveau coronavirus (SARS-CoV-2) qui s'est rapidement propagé dans plusieurs pays du monde. La forte variabilité de la réponse et de la sensibilité des individus et des populations à l'infection laissent penser que le facteur génétique pourrait jouer un rôle important dans la susceptibilité ou la résistance au COVID-19. Plusieurs gènes suspects ont

été décrits et ont fait l'objet de quelques études notamment les gènes ACE2 et TMPRSS2 impliqués dans l'entrée du virus dans la cellule humaine, les gènes HLA jouant un rôle essentiel dans la réponse immunitaire et les gènes du système ABO (Tazzit et Dehbi., 2020). Il a été démontré que le groupe sanguin A était associé à un risque accru d'infection, alors que le groupe O était associé à une diminution du risque (Zhao et al., 2020).

9.4. Système de santé

La pandémie est survenue à un moment où les hôpitaux public vivaient une crise du fait d'une baisse des moyens matériels et humains. Ce manque problématique était pour autant sans commune mesure avec les manques connus durant cette pandémie. Le manque d'EPI et de matériels (respirateurs, lits de réanimation) surpasse les pires scénarios jamais envisagés avec l'afflux rapide et massif de patients (El-Hage et al., 2020). De plus, depuis le début de la pandémie et jusqu'à fin mars 2020, l'Institut Pasteur d'Alger était le seul habilité à effectuer le test de diagnostic spécifique «PCR». Mais, il demeure incapable à lui seul de répondre aux besoins de dépistage croissants. Par conséquent, plusieurs régions se trouvaient dans l'incapacité à mener des analyses pour confirmer ou non des cas suspects (Snoussi, 2020).

9.5. Climat

Il a été démontré que les conditions climatiques limitent la distribution géographique et saisonnière des maladies infectieuses émergentes, et que le climat influence le moment et l'intensité des épidémies. En fait, les différences climatiques entre les régions, l'effet des rayons ultra-violet sur la survie du virus au niveau des surfaces, ou les températures auraient un impact significatif sur la propagation du SARS-CoV-2. La plupart des cas de COVID-19 liés à une transmission locale ont été identifiés dans des pays situés dans l'hémisphère nord, qui sont en saison hivernale de la « grippe ». De même, l'épidémie mondiale de SARS-CoV en février 2003 n'a pas touché l'Afrique ou l'Amérique du Sud à grande échelle, ce qui donne à penser que les virus respiratoires se propagent plus efficacement en hiver et que, par conséquent, l'hémisphère Sud sera touché plus tard dans l'année (Hoummadi et al., 2020). Un certain nombre d'études, y compris des études de laboratoire, études épidémiologiques, et la modélisation mathématique, soulignent le rôle de la température ambiante et de l'humidité dans la survie et la transmission des virus respiratoires saisonniers (Sajadi et al., 2020). Et montré que le virus se répand plus rapidement dans les climats tempérés. Et que les pays au climat plus chaud ont connu une transmission moins rapide (Bourhriba et

Dadush., 2020). En effet, celles-ci sont des facteurs connus de la survie du SARS-CoV, du MERS-CoV et du virus de la grippe. Ainsi, à côté de leur capacité à prolonger la durée de vie et la viabilité du virus, la température basse et la faible humidité entraînent une stabilisation des gouttelettes virales, favorisent sa propagation au niveau de la muqueuse nasale et altèrent l'immunité innée locale, faits préalablement démontrés avec d'autres virus respiratoires. En revanche, d'autres auteurs affirment que le SARS-CoV-2 peut être transmis dans toutes les régions, y compris celles où le climat est chaud et humide (Hoummadi et al., 2020).

Partie II :
Recherche expérimentale

1. Matériel et méthodes

1.1. Présentation des bases de données

1.1.1. Présentation de JHU

Depuis l'explosion du COVID-19, tous les yeux sont rivés sur l'Université Johns Hopkins. Tous, journalistes, chercheurs, politiques et citoyens suivent avec grand intérêt le tableau de bord proposé par l'université américaine, qui recense en temps réel la situation de la pandémie dans le monde. En une page, le visiteur a accès à toutes les données nécessaires : nombre de cas, de décès, localisation et déplacement du virus. Les données sur les cas confirmés et les décès confirmés présentés dans des tableaux et figures sont mises à jour quotidiennement et sont publiées par l'Université Johns Hopkins, le meilleur ensemble de données mondial disponible sur la pandémie.

Les professeurs, les étudiants, le personnel et les anciens élèves de Johns Hopkins ont toujours fait une pratique de vivre, de penser et d'agir au niveau mondial. L'université Johns Hopkins est présente dans près de chaque coin du globe. Il a des campus dans Maryland et Washington, plus Bologne, Italie, et Nankin, Chine ; les professeurs et les étudiants mènent la recherche sur six continents ; et plus de 20 pour cent des étudiants de l'université viennent de pays en dehors des États-Unis. L'Université Johns Hopkins accueille plus de 29 000 étudiants à temps plein et à temps partiel tout au long de neuf divisions académiques. Quel que soit leur domaine d'études, les étudiants sont des apprenants actifs et engagés, pleinement immergé dans le processus de découverte.

1.1.2. Présentation de l'OMS

L'OMS travaille en étroite collaboration avec les experts mondiaux, les gouvernements et les partenaires pour élargir rapidement les connaissances scientifiques sur ce nouveau virus (Covid-19), suivre sa propagation et sa virulence, et donner des conseils aux pays et aux individus sur les mesures à prendre pour protéger leur santé et empêcher la propagation de cette flambée.

1.2. Collecte des données à partir des bases de données

Dans cette étude, nous avons collecté des données épidémiologiques sur les cas confirmés et les décès de patients COVID-19 des sites internet officiels de l'OMS (Organisation mondiale de la santé : <https://covid19.who.int/table>) et JHU (Johns Hopkins University : <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>) entre

avril-2020 à avril-2021. Ces données récoltés ont été enregistrées et envoyées au programme Excel, où elles ont été analysées, discutées et interprétées sur la base d'autres études. Nous avons discuté les cas confirmés et les décès par rapport aux données bibliographiques disponibles sur l'influence des facteurs environnementaux, l'âge des populations, sexe, mode alimentaire et impact du système de santé adoptés dans les pays.

2. Résultats et discussion

2.1. Comparaison des données d'Algérie avec les autres pays

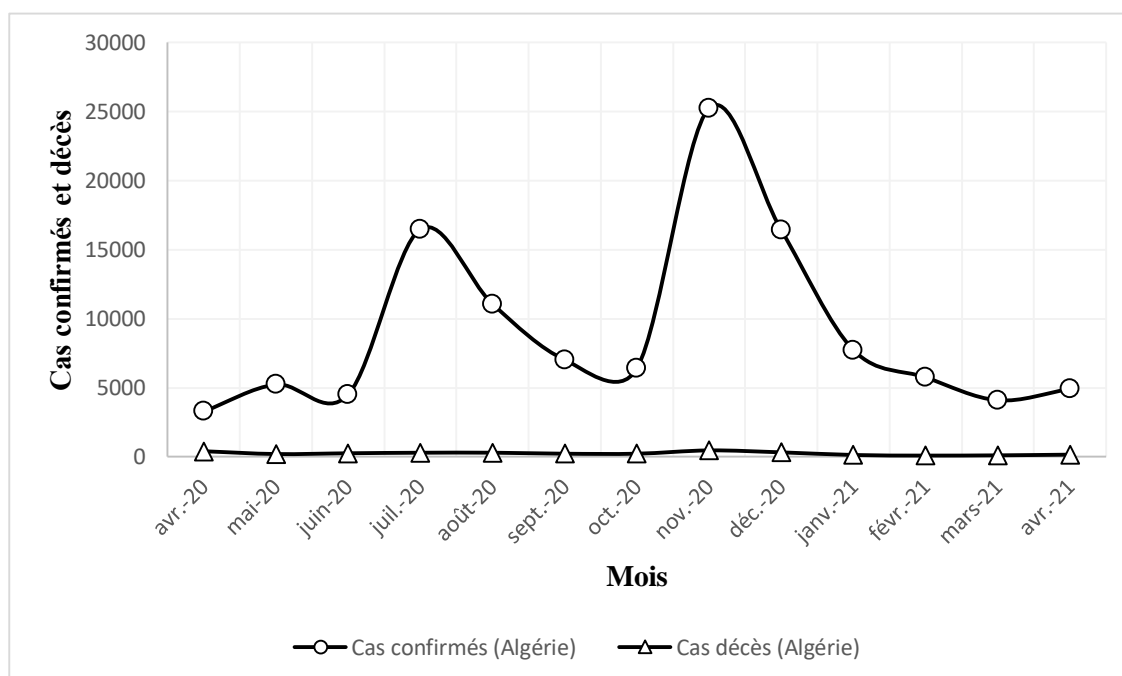
Cas confirmés et décès en Algérie

La courbe représente l'évolution du covid-19 par les cas confirmés et cas décès en Algérie en fonction du temps (Tableau 2 ; Figure 7) :

On constate que le nombre de cas confirmés est bien supérieur au nombre de décès. L'Algérie a enregistré deux vagues en ce qui concerne les cas confirmés, la première vague a atteint un pic en juillet-2020 (16 487 cas), tandis que la deuxième vague a atteint un pic en novembre-2020 (25 257 cas), et elle a été la plus forte vague en Algérie. D'une manière générale le nombre de cas de décès en Algérie a été stable.

Tableau 2. Cas confirmés et cas décès du COVID-19 en Algérie (JHU, 2020).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas décès (Algérie)
avr-20	3290	406
mai-20	5236	203
juin-20	4513	259
juil-20	16487	298
août-20	11066	300
sept-20	7036	226
oct-20	6412	228
nov-20	25257	467
déc-20	16411	325
janv-21	7729	135
févr-21	5753	92
mars-21	4100	110
avr-21	4916	160

**Figure 7.** Evolution du COVID-19 par les cas confirmés et cas décès en Algérie pendant la période d'étude (JHU, 2020).

Algérie et Maroc

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et au Maroc en fonction du temps (Tableau 3 ; Figure 8) :

On observe que le nombre des cas confirmés au Maroc est beaucoup plus élevé qu'en Algérie. De plus, le Maroc a connu une seule vague qui a atteint un pic en novembre-2020 avec 137 252 cas. Tandis que l'Algérie a connue deux vagues, la première était en juillet-2020 avec 16 487 cas et la deuxième en novembre-2020 avec 25 257 cas, cette dernière était faible par rapport à celle du Maroc.

- La courbe représente l'évolution des décès en Algérie et au Maroc au cours de temps (Tableau 4 ; Figure 9) :

On observe une augmentation du nombre de décès au Maroc au mois d'août-2020 avec 788 cas, et il a continué à augmenter jusqu'à atteindre un pic en novembre-2020, où il a atteint 2151 décès.

En Algérie, le nombre de cas de décès a été stable, puis il a augmenté en novembre-2020, atteignant 467 décès. Après il y'a eu une diminution progressive du nombre de décès au Maroc et en Algérie.

Tableau 3. Répartition des cas confirmés en Algérie et Maroc (JHU, 2020).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (Maroc)
avr-20	3290	3736
mai-20	5236	3384
juin-20	4513	4726
juil-20	16487	11789
août-20	11066	38238
sept-20	7036	61063
oct-20	6412	95431
nov-20	25257	137252
déc-20	16411	82857
janv-21	7729	31964
févr-21	5753	12497
mars-21	4100	12443
avr-21	4916	15152

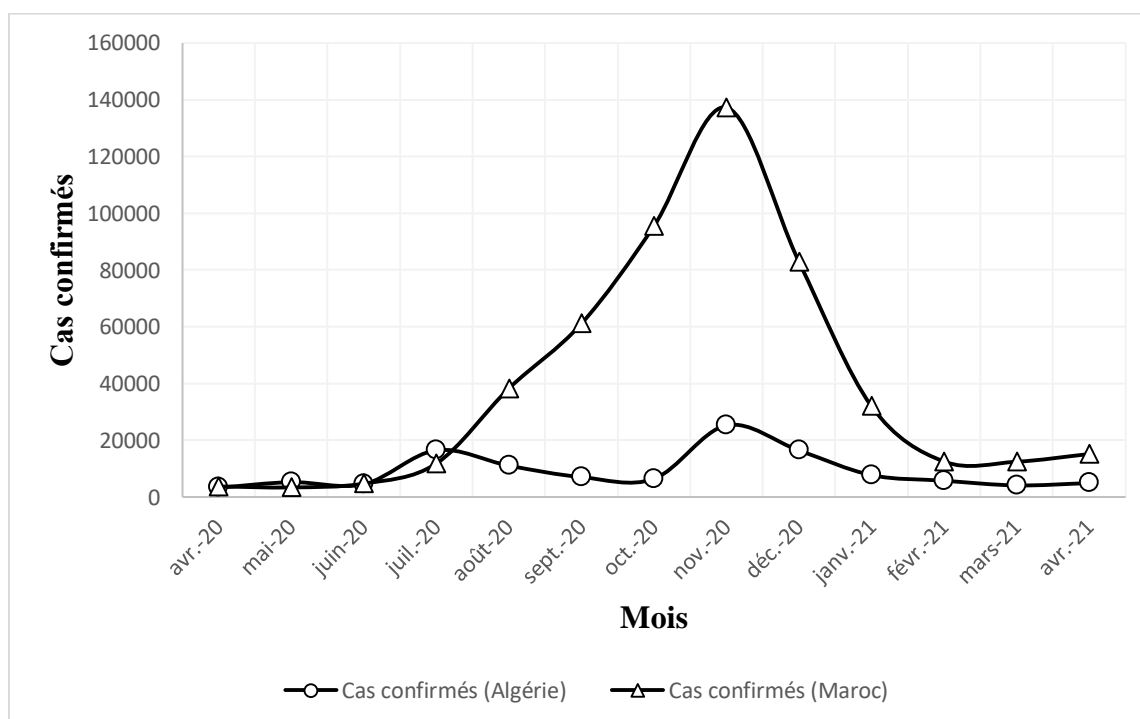
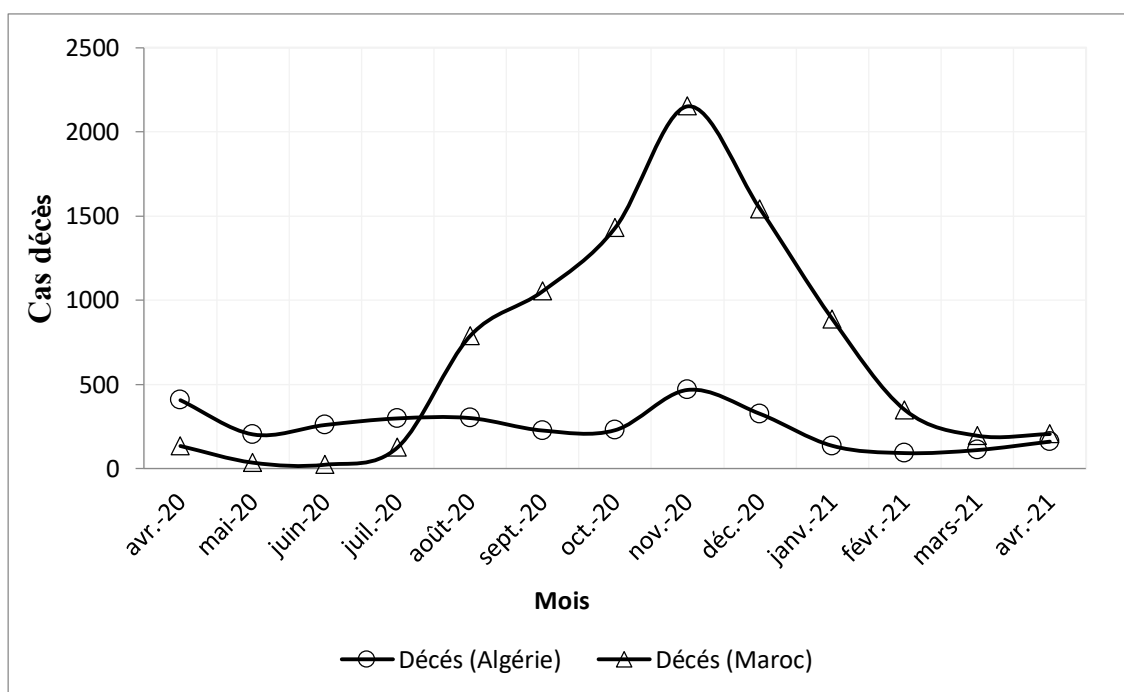
**Figure 8.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Maroc d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Tableau 4. Répartition des cas décès en Algérie et Maroc (JHU, 2020).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (Maroc)
avr-20	406	134
mai-20	203	35
juin-20	259	23
juil-20	298	127
août-20	300	788
sept-20	226	1053
oct-20	228	1429
nov-20	467	2151
déc-20	325	1542
janv-21	135	887
févr-21	92	348
mars-21	110	195
avr-21	160	205

**Figure 9.** Comparaison des décès entre Algérie et Maroc d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Algérie et Tunisie

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et Tunisie en fonction du temps (Tableau 5 ; Figure 10) :

On observe que lorsque le nombre des cas confirmés est élevé en Algérie, il est diminué en Tunisie et vice-versa, donc il y a une corrélation inverse entre l'Algérie et Tunisie.

- La courbe représente l'évolution des cas décès en Algérie et Tunisie en fonction du temps (Tableau 6 ; Figure 11) :

La première vague s'est étendue en Algérie de mai-2020 à septembre-2020, alors que le nombre de décès durant cette période était faible en Tunisie.

La deuxième vague en Algérie était simultanée à la première vague en Tunisie, où les deux ont atteint un pic au mois de novembre-2020 (467 cas en Algérie ; 1943 cas en Tunisie).

Dès la fin de la première vague, la deuxième vague a démarré en Tunisie en décembre-2020 et a atteint un pic en janvier-2021 (2078cas).

En mars-2021, la Tunisie est entrée dans sa troisième vague, avec un plus grand nombre de décès en avril-2021 (1910 cas).

Tableau 5. Répartition des cas confirmés en Algérie et Tunisie (JHU, 2020).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (Tunisie)
avr-20	3290	600
mai-20	5236	83
juin-20	4513	97
juil-20	16487	361
août-20	11066	2268
sept-20	7036	14609
oct-20	6412	41400
nov-20	25257	36956
déc-20	16411	42371
janv-21	7729	69745
févr-21	5753	24392
mars-21	4100	20741
avr-21	4916	55101

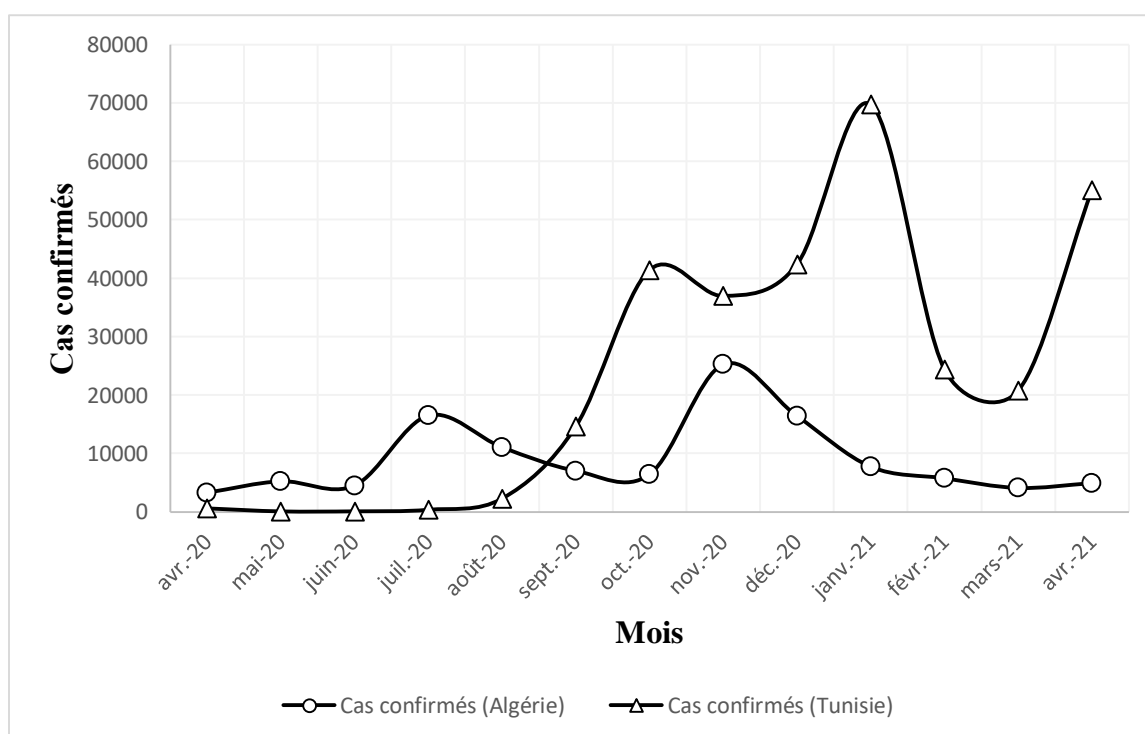
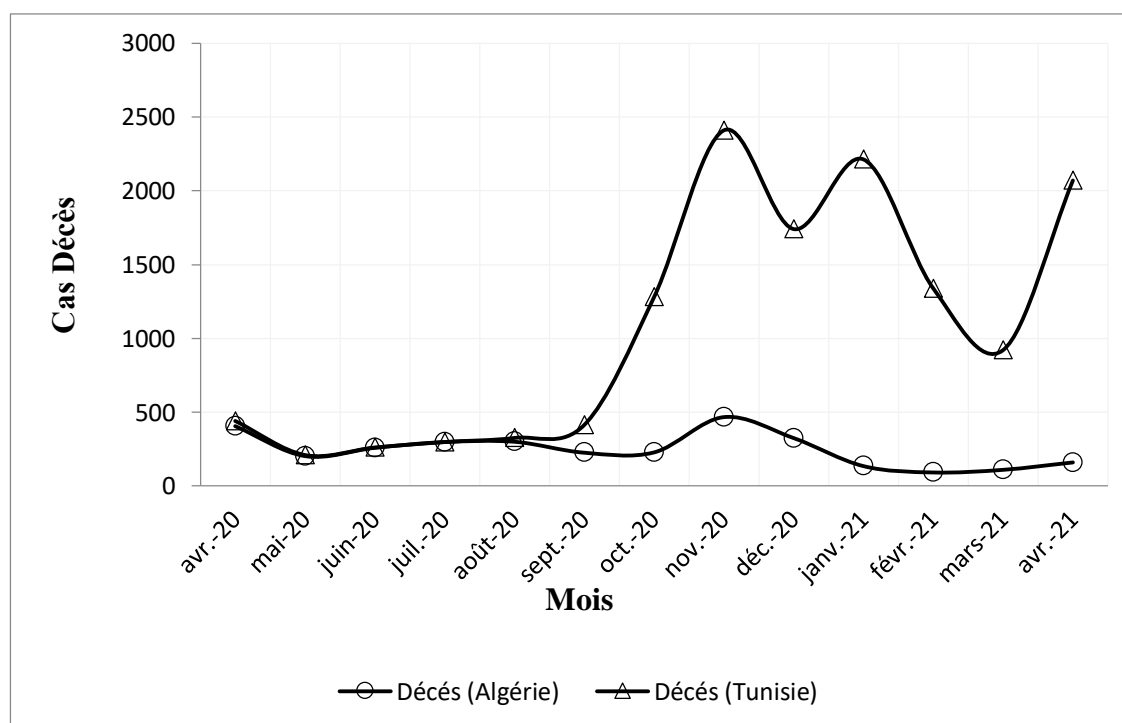
**Figure 10.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Tunisie d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Tableau 6. Répartition des cas décès en Algérie et Tunisie (JHU, 2020).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (Tunisie)
avr-20	406	35
mai-20	203	7
juin-20	259	2
juil-20	298	0
août-20	300	26
sept-20	226	188
oct-20	228	1052
nov-20	467	1943
déc-20	325	1416
janv-21	135	2078
févr-21	92	1247
mars-21	110	811
avr-21	160	1910

**Figure 11.** Comparaison des décès entre Algérie et Tunisie d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Algérie et Russie

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et Russie en fonction du temps (Tableau 7 ; Figure 12) :

Depuis avril-2020 à mai-2020, la Russie a enregistré une augmentation significative du nombre de cas confirmés. Ce nombre a commencé à baisser de juin-2020 à août-2020, on peut dire que c'était la première vague de la pandémie en Russie. En septembre-2020, le nombre de cas confirmés a recommencé à augmenter jusqu'à atteindre un pic en décembre-2020 avec 851 705 cas, puis en janvier-2021 le nombre de cas confirmés a diminué et a continué à baisser jusqu'à avril-2021, il s'agissait de la deuxième vague de l'épidémie en Russie qui était très élevée par rapport à la première vague.

D'autre part, l'Algérie a également connu deux vagues de l'épidémie avec des nombres de cas nettement plus inférieurs et un décalage dans les pics.

- La courbe représente l'évolution des cas décès en Algérie et Russie en fonction du temps (Tableau 8 ; Figure 13) :

La Russie a connu une seule très forte vague qui s'est étendue de novembre-2020 à janvier-2021 et atteint un pic en décembre-2020 (563 785 cas). Le nombre de décès en Algérie est presque nul par rapport à la Russie.

Tableau 7. Répartition des cas confirmés en Algérie et Russie (JHU, 2020).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (Russie)
avr-20	3290	104261
mai-20	5236	299345
juin-20	4513	241086
juil-20	16487	191550
août-20	11066	153941
sept-20	7036	178397
oct-20	6412	435743
nov-20	25257	669669
déc-20	16411	851705
janv-21	7729	681001
févr-21	5753	390044
mars-21	4100	295834
avr-21	4916	256592

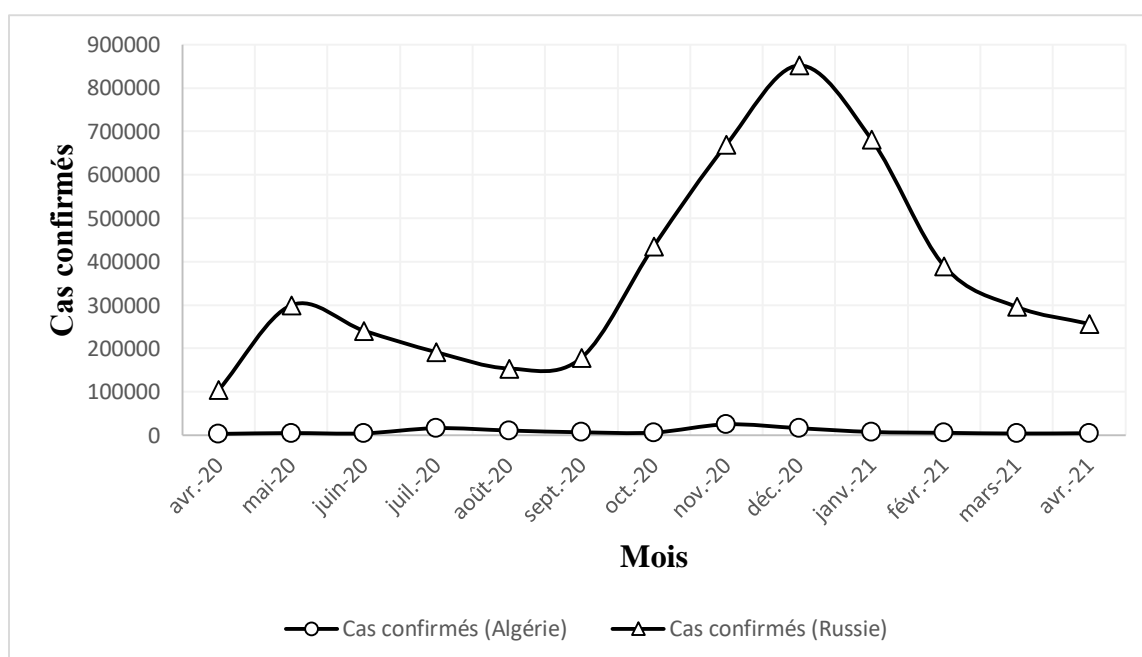
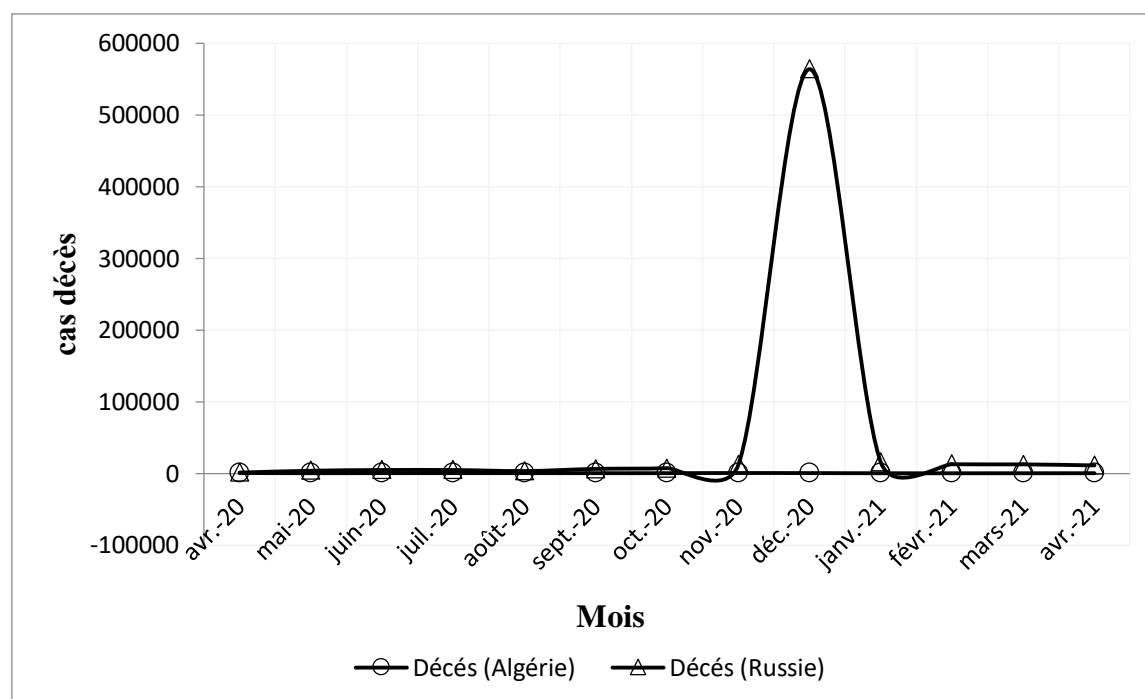
**Figure 12.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Russie d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Tableau 8. Répartition des cas décès en Algérie et Russie (JHU, 2020).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (Russie)
avr-20	406	1056
mai-20	203	3620
juin-20	259	4613
juil-20	298	4633
août-20	300	3189
sept-20	226	6165
oct-20	228	7157
nov-20	467	11704
déc-20	325	563785
janv-21	135	15370
févr-21	92	12671
mars-21	110	12519
avr-21	160	11071

**Figure 13.** Comparaison des décès entre Algérie et Russie d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Algérie et États-Unis

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et États-Unis en fonction du temps (Tableau 9 ; Figure 14) :

On observe que les cas confirmés en Algérie sont presque inexistantes par rapport à l'États-Unis, ceci est due certainement à nombre de la population nettement plus élevé au U.S.A.

Les États-Unis ont connu deux vagues d'épidémie, la première vague s'est étendue de juin à septembre-2020, où le nombre de cas a atteint 186 4090 cas en juillet-2020, et la deuxième vague s'est étendue d'octobre-2020 à mars-2021, où le nombre de cas a atteint 803 2222 cas en décembre-2020, et c'est le plus grand nombre enregistré par les États-Unis depuis le début de la pandémie.

- La courbe représente l'évolution des cas décès en Algérie et États-Unis en fonction de temps (Tableau 10 ; Figure 15) :

Les États-Unis ont connu trois vagues : En avril-2020, 56 229 décès ont été enregistrés

La deuxième vague était un peu faible par rapport à la première, car le plus grand nombre de décès dans ces vagues 30 939 cas et c'est en août-2020

La troisième vague s'est prolongée pendant une longue période d'octobre-2020 à avril-2021, et le nombre de décès a atteint un pic en janvier-2021 (98 293 cas), qui est le plus grand nombre de décès enregistré par le États-Unis depuis le début de l'épidémie. Le nombre de décès en Algérie est presque nul par rapport U.S.A.

Tableau 9. Répartition des cas confirmés en Algérie et États-Unis (OMS, 2020c).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (États-Unis)
avr-20	3290	862587
mai-20	5236	731931
juin-20	4513	813512
juil-20	16487	1864090
août-20	11066	1508065
sept-20	7036	1184380
oct-20	6412	1809126
nov-20	25257	4382606
déc-20	16411	8032222
janv-21	7729	6283671
févr-21	5753	2496941
mars-21	4100	1764854
avr-21	4916	1867033

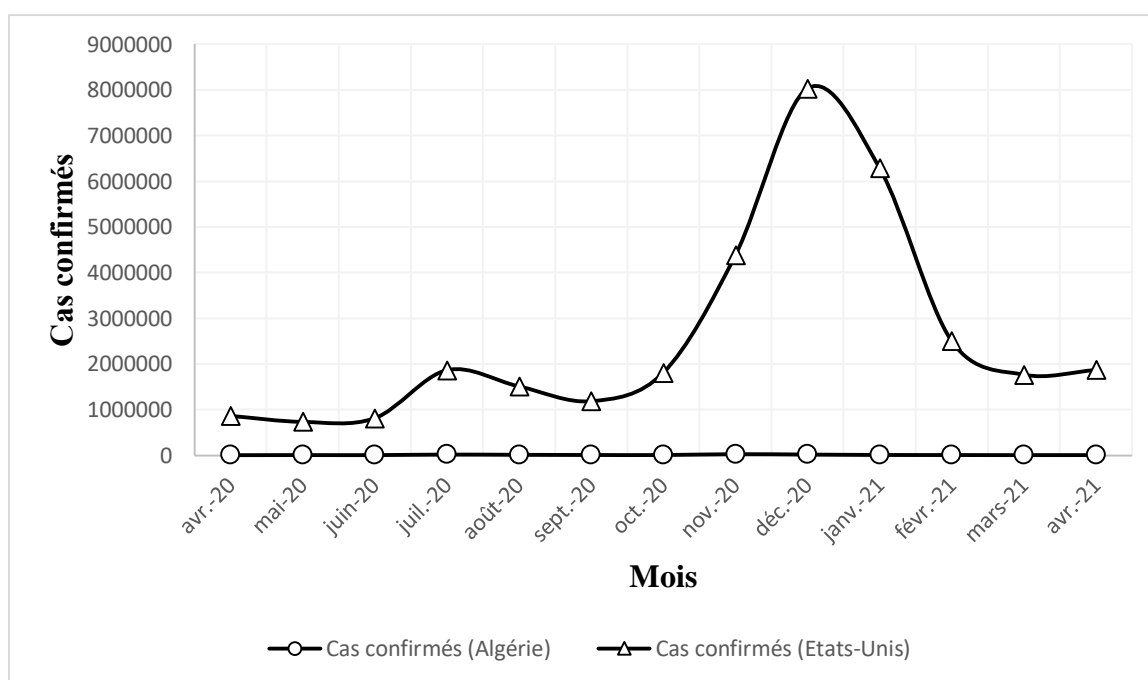
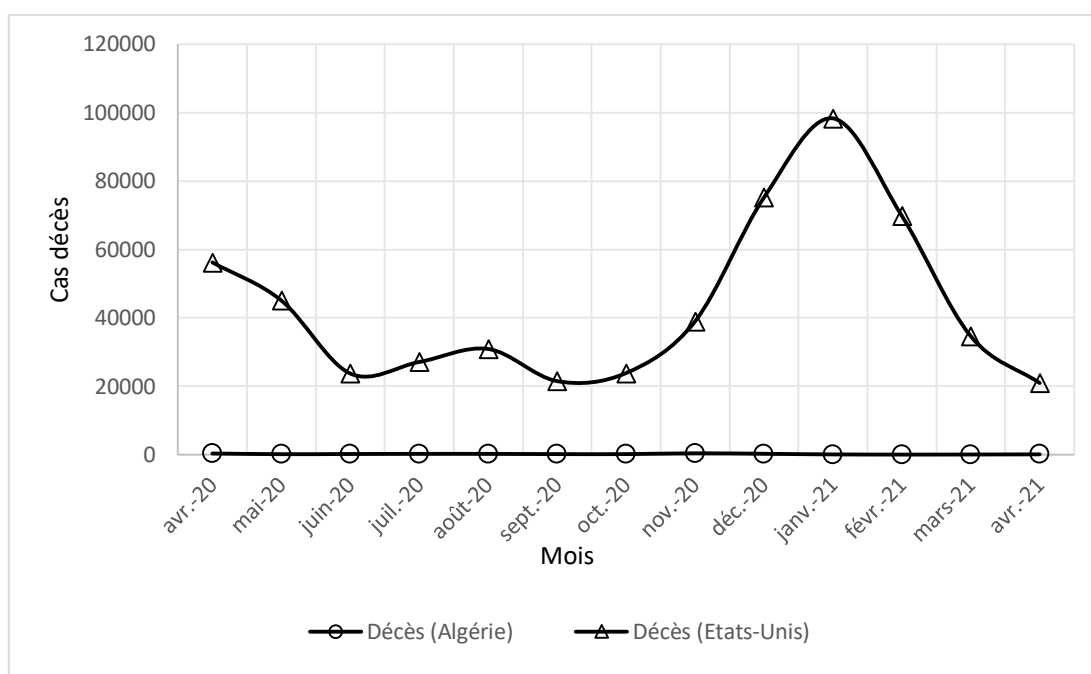
**Figure 14.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et l'Etats Unis d'avril 2020 à avril 2021 (OMS, 2020c).

Tableau 10. Répartition des cas décès en Algérie et Etats-Unis (OMS, 2020c).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (États-Unis)
avr-20	406	56229
mai-20	203	45098
juin-20	259	23765
juil-20	298	27135
août-20	300	30939
sept-20	226	21543
oct-20	228	23900
nov-20	467	38991
déc-20	325	75157
janv-21	135	98293
févr-21	92	69832
mars-21	110	34656
avr-21	160	20988

**Figure 15.** Comparaison des décès entre Algérie et Etats-Unis d'avril 2020 à avril 2021 (OMS, 2020c).

Algérie et Israël

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et Israël en fonction du temps (Tableau 11 ; Figure 16) :

Israël a connue deux vagues successives de l'épidémie de juin à novembre-2020, la première coïncidant avec la première vague en Algérie, où elles ont atteints un pic en juillet-2020 (16 487 cas en Algérie et 46 296 cas en Israël).

Quant à la deuxième vague d'Israël, elle a atteint un pic en septembre-2020. A la fin de cette vague, la deuxième vague d'Algérie a atteint un pic et c'était en novembre-2020 (25 257 cas). Au même mois (novembre-2020), la troisième vague a commencé en Israël, elle a atteint un pic en janvier-2021 (220 173 cas) et qui est considérée comme la plus forte vague.

- La courbe représente l'évolution des cas décès en Algérie et Israël en fonction de temps (Tableau 12 ; Figure 17) :

Similairement, les deux pays ont connu deux vagues de décès, mais le pic était plus important en Israël.

La première vague en Algérie, qui s'est étendue de mai à octobre-2020, a précédé l'apparition de la première vague en Israël, qui s'est étendue d'août à novembre-2020 et a atteint un pic en octobre-2020 (957 cas).

A la fin de la première vague en Israël, la deuxième vague en Algérie a atteint un pic, et c'était en novembre-2020 (467 cas).

La deuxième vague en Israël s'est prolongée sur une longue période (de décembre-2020 à avril-2021), et c'était la vague la plus longue et la plus forte en Israël, où le nombre de décès a atteint un pic en janvier-2021 (1471 cas).

Tableau 11. Répartition des cas confirmés en Algérie et Israël (JHU, 2020).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (Israël)
avr-20	3290	10179
mai-20	5236	1183
juin-20	4513	8359
juil-20	16487	46296
août-20	11066	45172
sept-20	7036	130505
oct-20	6412	66938
nov-20	25257	22842
déc-20	16411	86071
janv-21	7729	220173
févr-21	5753	132372
mars-21	4100	57298
avr-21	4916	5429

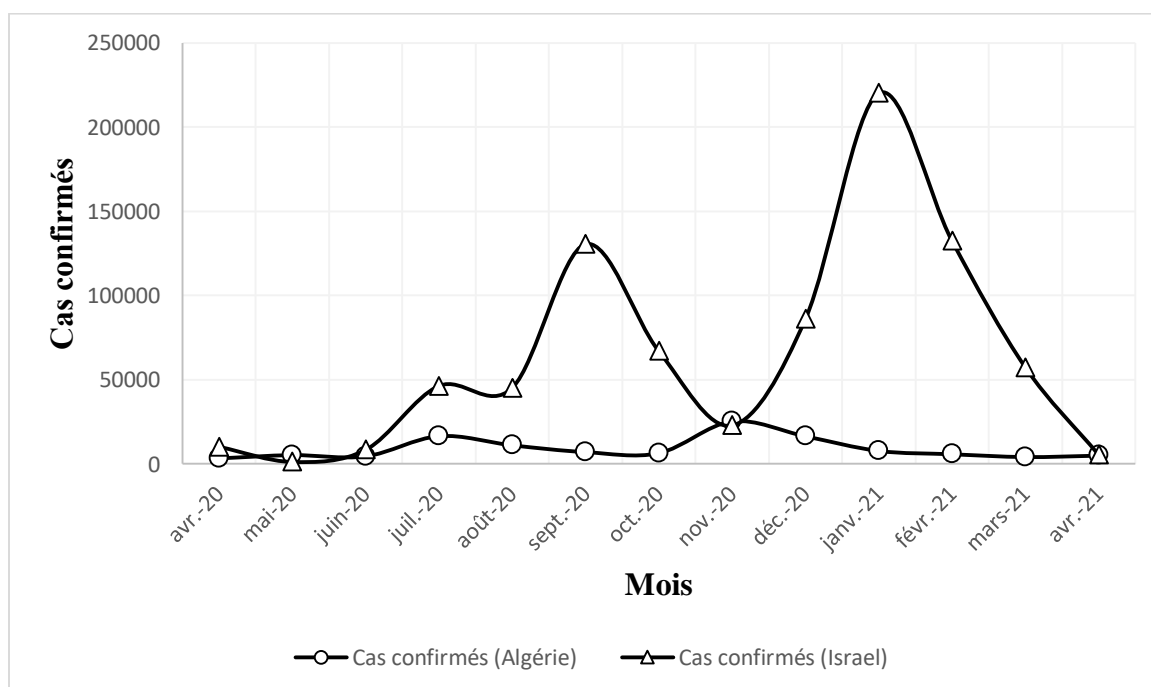
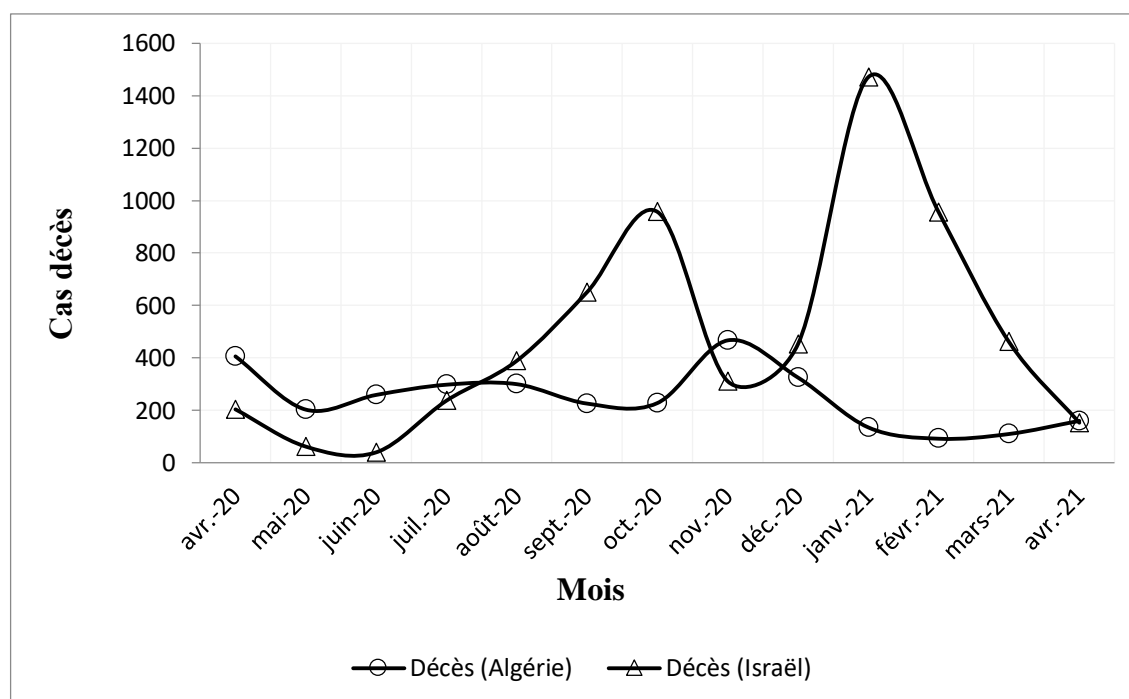
**Figure 16.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Israël d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Tableau 12. Répartition des cas décès en Algérie et Israël (JHU, 2020).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (Israël)
avr-20	406	204
mai-20	203	62
juin-20	259	40
juil-20	298	237
août-20	300	389
sept-20	226	651
oct-20	228	957
nov-20	467	311
déc-20	325	453
janv-21	135	1471
févr-21	92	956
mars-21	110	461
avr-21	160	153

**Figure 17.** Comparaison des décès entre Algérie et Israël d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Algérie et Royaume-Uni

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et Royaume-Uni en fonction du temps (Tableau 13 ; Figure 18) :

On observe que la Royaume-Uni a connue deux vagues successives de l'épidémie : la première vague a atteint un pic en octobre-2020 (557 385 cas), tandis que la deuxième vague, qui était la plus forte, a atteint un pic en janvier-2021 (1 285 822 cas).

Le nombre de cas confirmés en Algérie est très faible par rapport à la Royaume-Uni.

- La courbe représente l'évolution des cas décès en Algérie et Royaume-Uni en fonction du temps (Tableau 14 ; Figure 19) :

En avril-2020, le nombre de cas décès au Royaume-Uni était très élevé, en atteignant 23 999 cas, et qui a progressivement diminué jusqu'à atteindre 2956 cas en juin-2020. En juillet-2020 a de nouveau augmenté, en atteignant 5184 cas.

Depuis août-2020 à octobre-2020, le nombre de cas décès a été faible par rapport aux mois précédents. Puis, il a atteint un pic en novembre-2020 avec 12 016 cas et en janvier-2021 avec 33 023 cas et c'était le plus grand nombre a été enregistré au Royaume-Uni.

Tableau 13. Répartition des cas confirmés en Algérie et Royaume-Uni (OMS, 2020c).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (Royaume-Uni)
avr-20	3290	137152
mai-20	5236	87066
juin-20	4513	29172
juil-20	16487	20464
août-20	11066	32969
sept-20	7036	129856
oct-20	6412	557385
nov-20	25257	594182
déc-20	16411	898253
janv-21	7729	1285822
févr-21	5753	398218
mars-21	4100	164694
avr-21	4916	72293

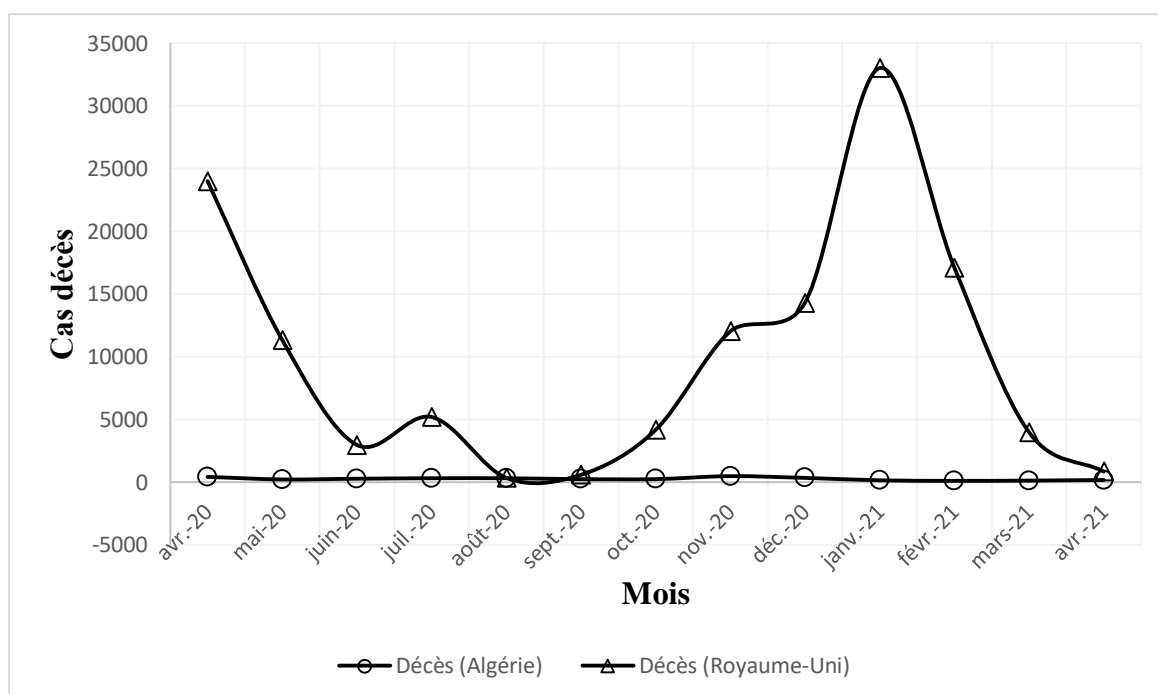
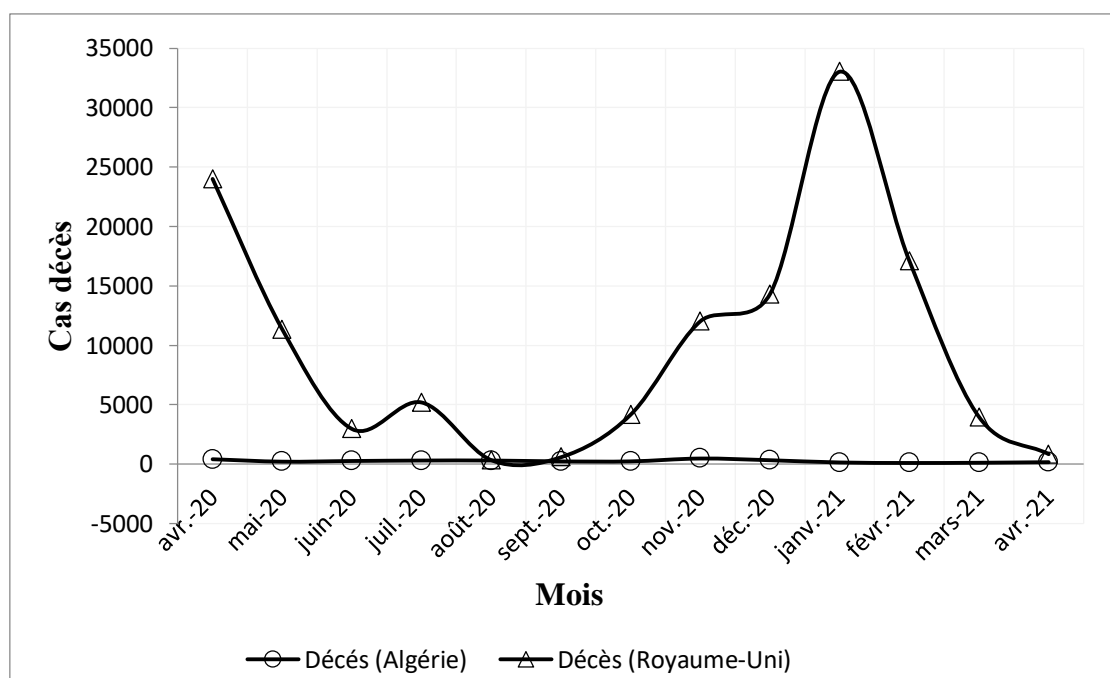
**Figure 18.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Royaume-Uni d'avril 2020 à avril 2021 (OMS, 2020c).

Tableau 14. Répartition des cas décès en Algérie et Royaume-Uni (OMS, 2020c).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (Royaume-Uni)
avr-20	406	23999
mai-20	203	11336
juin-20	259	2956
juil-20	298	5184
août-20	300	330
sept-20	226	573
oct-20	228	4157
nov-20	467	12016
déc-20	325	14303
janv-21	135	33023
févr-21	92	17107
mars-21	110	3965
avr-21	160	832

**Figure 19.** Comparaison des décès entre Algérie et Royaume-Uni d'avril 2020 à avril 2021 (OMS, 2020c).

Algérie et Brésil

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et Brésil en fonction du temps (Tableau 15 ; Figure 20) :

L'épidémie au Brésil est développée en trois vagues. La première vague a duré le plus longtemps (d'avril-2020 à octobre-2020), la deuxième vague s'est étendue de novembre-2020 à février-2021, et le plus grand nombre de cas a été enregistré en décembre-2020 (1 799 895 cas). La troisième vague a commencé immédiatement après la deuxième vague en février-2021, le nombre de cas confirmés atteignant un pic en mars-2021 (2 197 488 cas) et il s'agissait du plus grand nombre de cas enregistrés en Brésil depuis le début de l'épidémie.

On constate que chaque vague est plus élevée que celle qui la précède.

- La courbe représente l'évolution des cas décès en Algérie et Brésil en fonction du temps (Tableau 16 ; Figure 21).

Le nombre de décès au Brésil a évolué en trois vagues. La première a été la plus étendue d'avril-2020 à octobre-2020. Au cours de cette période, le plus grand nombre de décès a été enregistré en juillet-2020 et qui a atteint 34 135 cas.

La deuxième et la troisième vagues sont apparues successivement. Lors de la deuxième, le plus grand nombre de décès a été enregistré en janvier-2021, avec 29 555 cas.

La troisième vague a été la plus forte au Brésil, où le nombre de décès a atteint un pic en avril-2021 avec 81 127 cas, et c'était le plus grand nombre qui a été enregistré au Brésil depuis le début de l'épidémie.

Tableau 15. Répartition des cas confirmés en Algérie et Brésil (JHU, 2020).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (Brésil)
avr-20	3290	83446
mai-20	5236	427662
juin-20	4513	848301
juil-20	16487	1226267
août-20	11066	1245787
sept-20	7036	902663
oct-20	6412	724670
nov-20	25257	800273
déc-20	16411	1799895
janv-21	7729	1528758
févr-21	5753	1346528
mars-21	4100	2197488
avr-21	4916	1910264

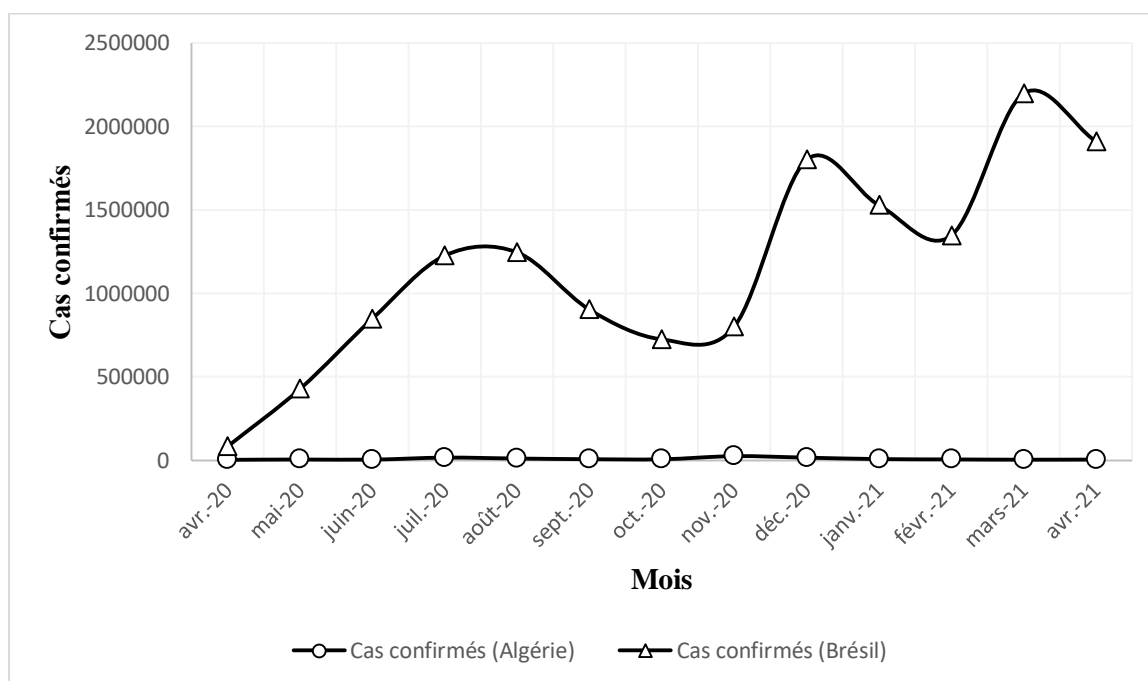
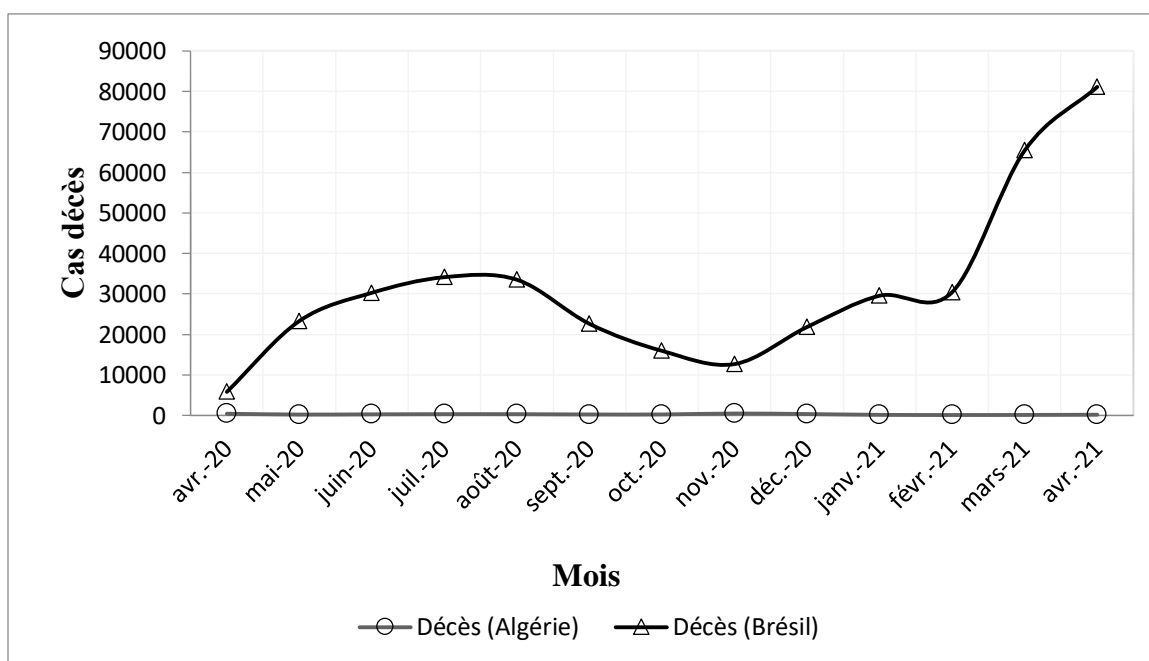
**Figure 20.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Brésil d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Tableau 16. Répartition des cas décès en Algérie et Brésil (JHU, 2020).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (Brésil)
avr-20	406	5805
mai-20	203	23308
juin-20	259	30280
juil-20	298	34135
août-20	300	33501
sept-20	226	22601
oct-20	228	15932
nov-20	467	12670
déc-20	325	21829
janv-21	135	29555
févr-21	92	30438
mars-21	110	65446
avr-21	160	81127

**Figure 21.** Comparaison des décès entre Algérie et Brésil d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Algérie et Corée du sud

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et Corée du sud en fonction du temps (Tableau 17 ; Figure 22) :

On observe qu'il existe une similitude dans l'évolution des cas confirmés en Corée du sud et en Algérie. Les deux pays ont connu deux vagues de l'épidémie, mais l'Algérie a été la première dans l'émergence de ses deux vagues. La première vague en Algérie a été plus forte qu'en Corée, le nombre de cas atteignant un pic en juillet-2020 (16 487 cas), tandis que la Corée a enregistré le plus grand nombre de cas en août-2020 (5846 cas).

La deuxième vague en Algérie a atteint un pic en novembre-2020 (25 257 cas), et c'était en décembre-2020 (25 257 cas) en Corée.

- La courbe représente l'évolution des décès en Algérie et Corée du sud au cours de temps (Tableau 18 ; Figure 23).

En avril-2020, le nombre de décès en Algérie était très élevé par rapport à la Corée du sud (406 cas en Algérie ; 86 cas en Corée du sud). En mai-2020, le nombre de décès a diminué en Algérie et a augmenté en Corée, jusqu'à atteindre 203 cas dans les deux pays. Puis, il a de nouveau augmenté en Algérie et diminué en Corée jusqu'au septembre-2020 où il atteint un pic avec 91 cas en Corée et diminué en Algérie.

Depuis octobre-2020 à avril-2021, le modèle de l'évolution de l'épidémie en Corée du sud est proche à celui de l'Algérie à l'exception du décalage observé dans les pics de la pandémie.

Tableau 17. Répartition des cas confirmés en Algérie et Corée du sud (JHU, 2020).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (Corée du Sud)
avr-20	3290	988
mai-20	5236	729
juin-20	4513	1347
juil-20	16487	1486
août-20	11066	5846
sept-20	7036	3707
oct-20	6412	2746
nov-20	25257	8017
déc-20	16411	25257
janv-21	7729	16199
févr-21	5753	11523
mars-21	4100	13608
avr-21	4916	18995

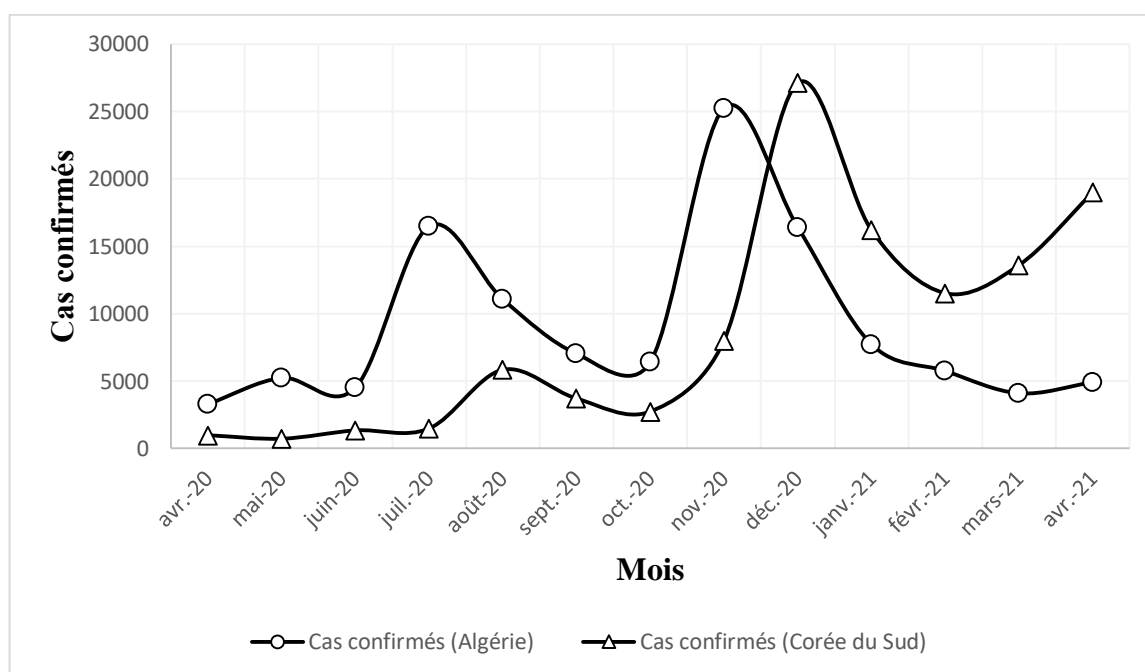
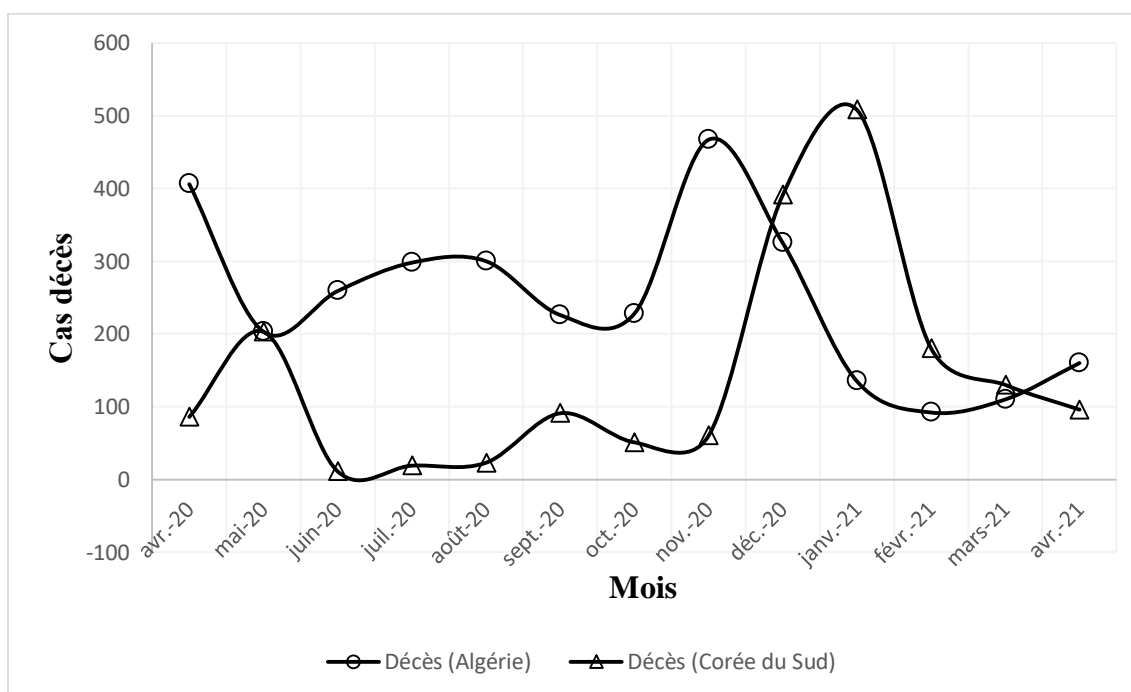
**Figure 22.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Corée du Sud d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Tableau 18. Répartition des cas décès en Algérie et Corée du Sud (JHU, 2020).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (Corée du Sud)
avr-20	406	86
mai-20	203	203
juin-20	259	11
juil-20	298	19
août-20	300	23
sept-20	226	91
oct-20	228	51
nov-20	467	60
déc-20	325	391
janv-21	135	508
févr-21	92	180
mars-21	110	130
avr-21	160	96

**Figure 23.** Comparaison des décès entre Algérie et Corée du Sud d'avril 2020 à avril 2021 (JHU, 2020).

Algérie et Chine

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et Chine en fonction du temps (Tableau 19 ; Figure 24) :

On observe qu'il y a deux vagues de l'épidémie en Algérie et en Chine, la première vague dans les deux pays était simultanée, puisqu'elle a atteint un pic en juillet-2020 (16 487 cas en Algérie et 2729 cas en Chine).

L'émergence de la deuxième vague de l'épidémie en Algérie avant son apparition en Chine, lorsqu'elle a atteint un pic en novembre-2020 (25 257 cas) en Algérie et en janvier-2021 (4204 cas) en Chine.

La courbe représente l'évolution des cas décès en Algérie et chine en fonction du temps (Tableau 20 ; Figure 25) :

En avril-2020 le nombre de décès été très élevé en chine (1929 cas), tandis que en Algérie été 406 cas, puis il a rapidement diminué en mai-2020.

Depuis mai-2020 jusqu'à avril-2021, le nombre de décès en Algérie été élevé par rapport à la chine.

Tableau 19. Répartition des cas confirmés en Algérie et Chine (OMS, 2020c).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (Chine)
avr-20	3290	1828
mai-20	5236	197
juin-20	4513	657
juil-20	16487	2729
août-20	11066	2427
sept-20	7036	658
oct-20	6412	852
nov-20	25257	1548
déc-20	16411	3208
janv-21	7729	4204
févr-21	5753	1001
mars-21	4100	839
avr-21	4916	836

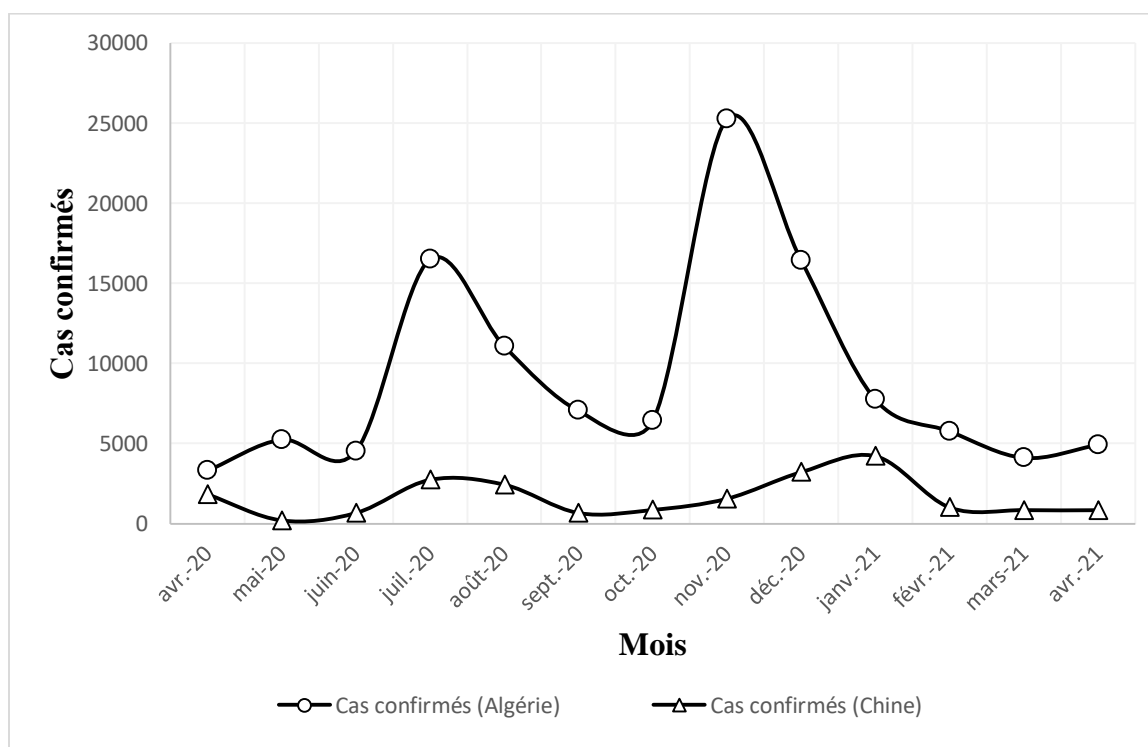
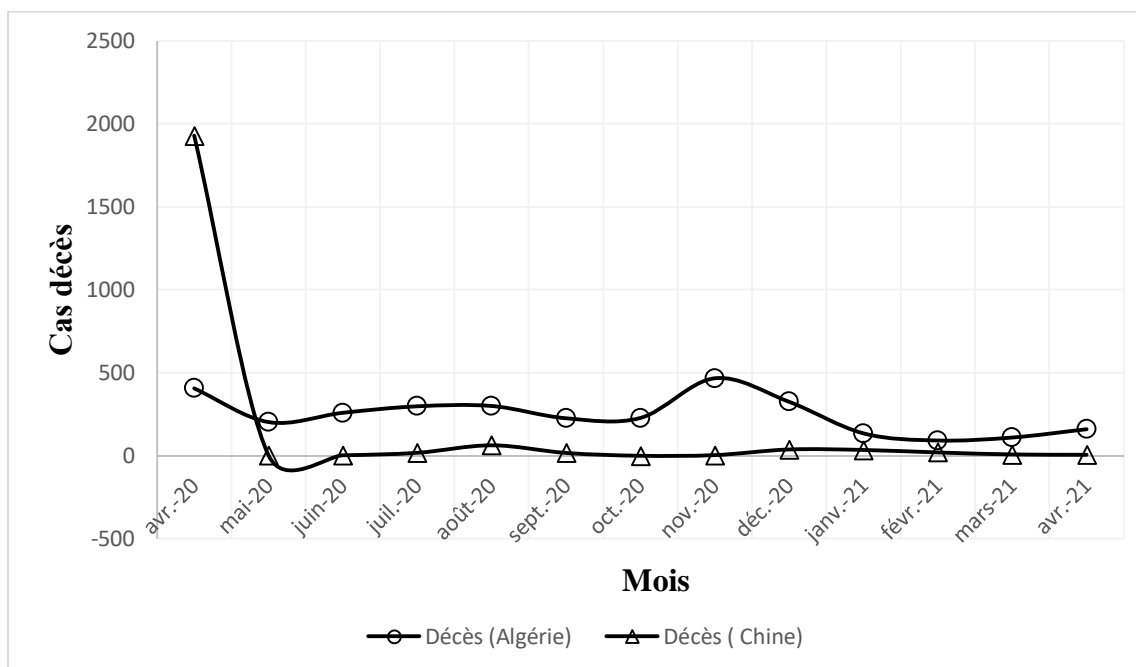
**Figure 24.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et Chine d'avril 2020 à avril 2021(OMS, 2020c).

Tableau 20. Répartition des cas décès en Algérie et Chine (OMS, 2020c).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (Chine)
avr-20	406	1929
mai-20	203	2
juin-20	259	3
juil-20	298	18
août-20	300	63
sept-20	226	17
oct-20	228	0
nov-20	467	4
déc-20	325	38
janv-21	135	35
févr-21	92	20
mars-21	110	8
avr-21	160	6

**Figure 25.** Comparaison des décès entre Algérie et Chine d'avril 2020 à avril 2021 (OMS, 2020c).

Algérie et France

- La courbe représente l'évolution des cas confirmés en Algérie et France en fonction du temps (Tableau 21 ; Figure 26) :

L'épidémie est développée en France en trois vagues, la première vague étant la plus forte, qui a atteint un pic en octobre-2020 (925 313 cas) , puis la troisième vague est devenue la deuxième plus forte vague en France, avec un plus grand nombre de cas en mars-2021 (836 770 cas). La deuxième vague est la plus faible par rapport aux première et troisième vagues, le plus grand nombre de cas confirmés dans cette vague a été enregistré en janvier-2021 (549 570 cas).

Depuis avril-2020 à juin-2020, le nombre de cas confirmés en Algérie est stable. En juillet-2020, on constate une légère augmentation du nombre de cas confirmés, en atteignant 16 487 cas, puis il est revenu à la stabilité jusqu'en novembre-2020 où il atteint 25 257 cas.

- La courbe représente l'évolution des cas décès en Algérie et France en fonction du temps (Tableau 22 ; Figure 27) :

Le nombre de décès en France a été très élevé en avril-2020 atteignant 21 091 cas, puis il a rapidement diminué pour se stabiliser en juillet-2020 et août-2020.

En septembre-2020, le nombre de décès a recommencé à augmenter jusqu'à atteindre un pic en novembre-2020 (16 108 cas). Le nombre de décès a diminué en décembre-2020 par rapport au mois de novembre-2020 ce qui correspond à la deuxième vague en France.

Depuis avril-2020 à octobre-2020, le nombre de décès en Algérie est stable. En novembre-2020, on constate une légère augmentation du nombre de décès, en atteignant 467 cas, puis il est revenu à la stabilité jusqu'en avril-2021.

Tableau 21. Répartition des cas confirmés en Algérie et France (OMS, 2020c).

Mois	Cas confirmés (Algérie)	Cas confirmés (France)
avr-20	3290	83089
mai-20	5236	21170
juin-20	4513	11138
juil-20	16487	19279
août-20	11066	111684
sept-20	7036	295067
oct-20	6412	925313
nov-20	25257	673758
déc-20	16411	379156
janv-21	7729	549570
févr-21	5753	500479
mars-21	4100	836770
avr-21	4916	770378

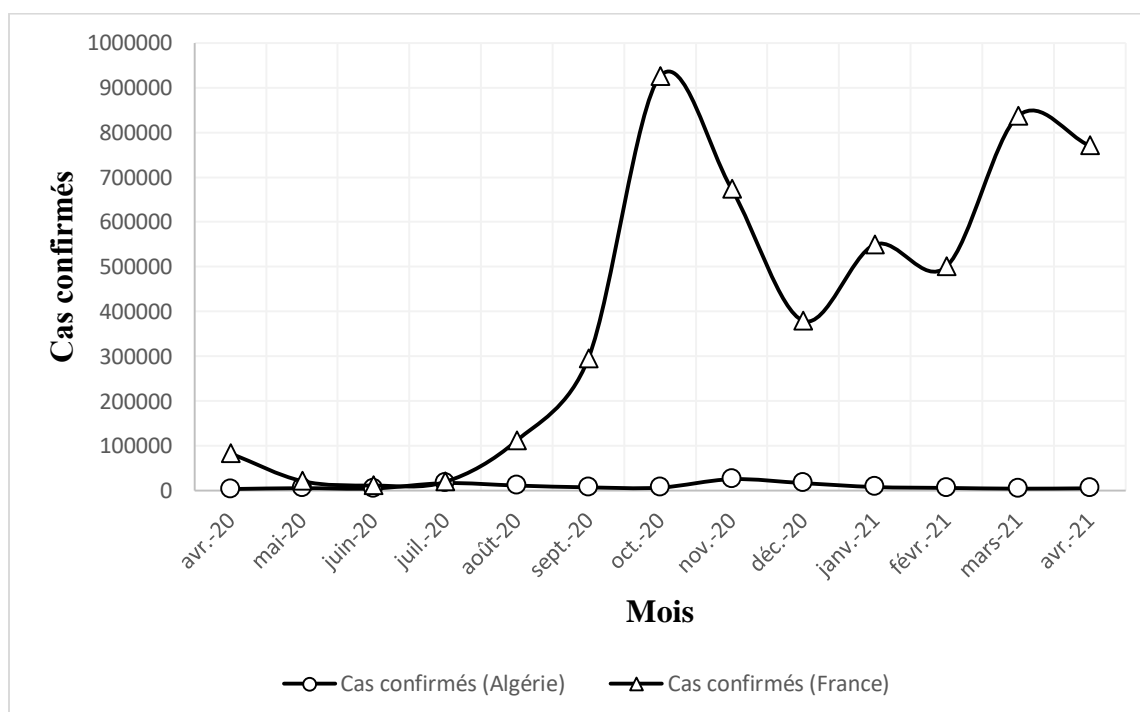
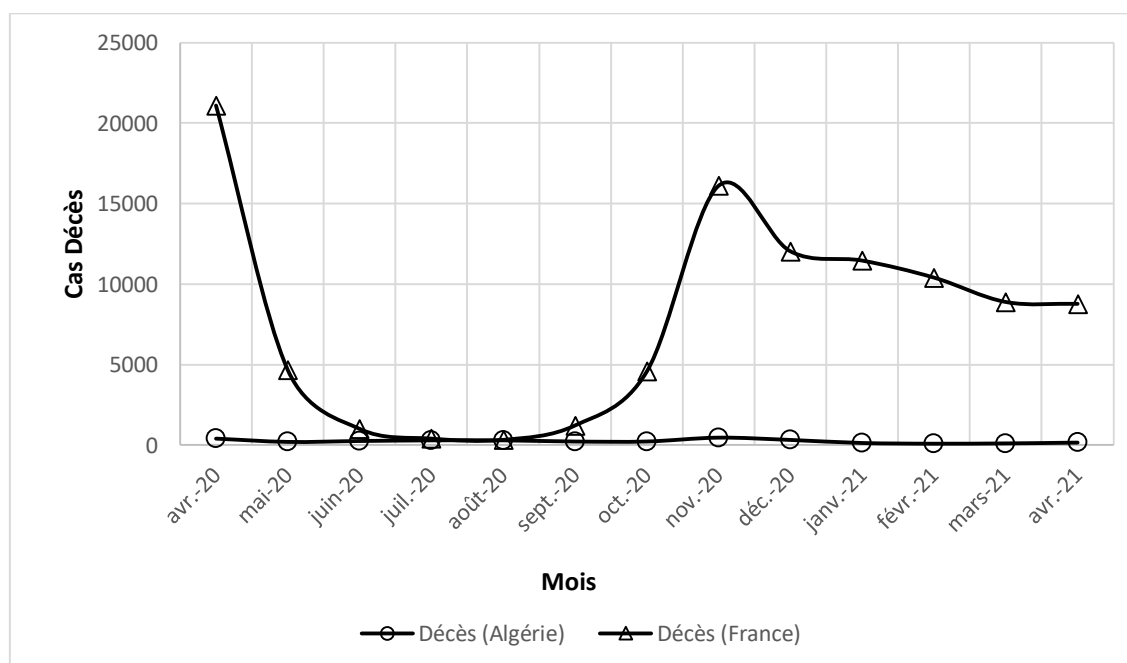
**Figure 26.** Comparaison des cas confirmés entre Algérie et France d'avril 2020 à avril 2021(OMS, 2020c).

Tableau 22. Répartition des cas décès en Algérie et France (OMS, 2020c).

Mois	Décès (Algérie)	Décès (France)
avr-20	406	21091
mai-20	203	4663
juin-20	259	1013
juil-20	298	406
août-20	300	331
sept-20	226	1223
oct-20	228	4573
nov-20	467	16108
déc-20	325	12039
janv-21	135	11462
févr-21	92	10406
mars-21	110	8891
avr-21	160	8777

**Figure 27.** Comparaison des décès entre Algérie et France d'avril 2020 à avril 2021 (OMS, 2020c).

2.2. Comparaison globale

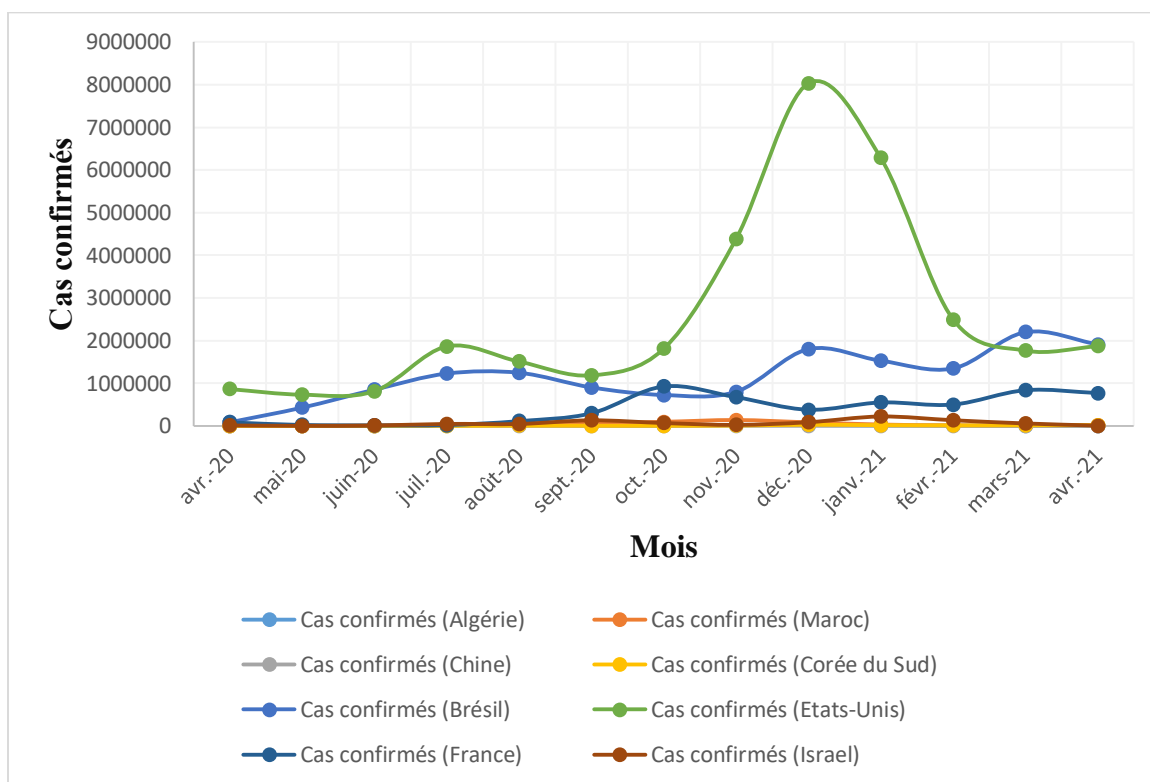


Figure 28. Comparaison globale des cas confirmés.

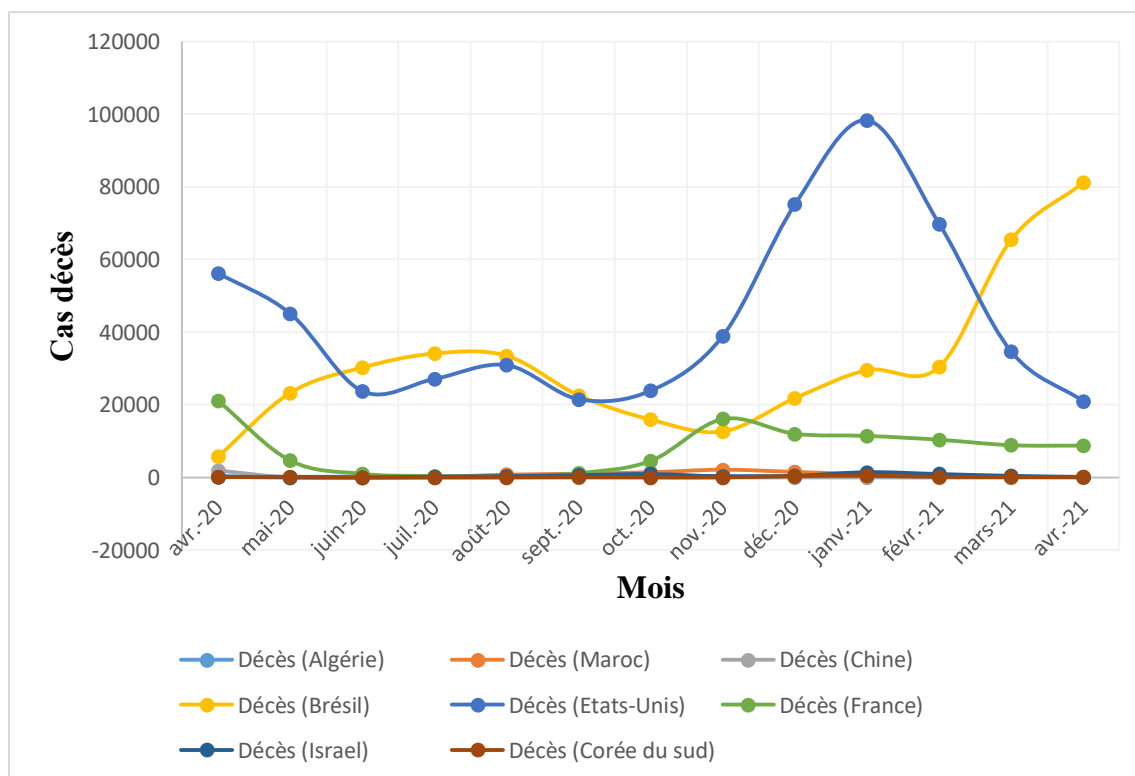


Figure 29. Comparaison globale des cas décès.

Comme la plupart des maladies, la prévalence, la gravité et la mortalité du Covid-19 présentent de grandes variations géographiques qui restent souvent inexplicables. L'épidémie de Covid-19 est multifactorielle et des facteurs tels que le climat, la densité de population, sexe, l'âge, le phénotype, le système de la santé et éventuellement le contexte génétique sont associés à une incidence et à une mortalité accrue. L'alimentation ne représente qu'un des possibles facteurs modérateurs de l'épidémie de Covid-19 (Bousquet et al., 2021).

Au début de la pandémie, l'Institut Pasteur d'Alger était le seul habilité à effectuer le test de diagnostic spécifique «PCR». Mais, il demeure incapable à lui seul de répondre aux besoins de dépistage croissants. Par conséquent, plusieurs régions se trouvaient dans l'incapacité à mener des analyses pour confirmer ou non des cas suspects (Snoussi, 2020). Cela pourrait expliquer la situation de la pandémie en Algérie (Figure 7).

Il a été démontré que les conditions climatiques limitent la distribution géographique et saisonnière des maladies infectieuses émergentes. La plupart des cas de Covid-19 liés à une transmission locale ont été identifiés dans des pays situés dans l'hémisphère nord, qui sont en saison hivernale de la « grippe ». Ça donne à penser que les virus respiratoires se propagent plus efficacement en hiver (Hoummadi et al., 2020). Ce qui pourrait expliquer l'augmentation du nombre de cas confirmés et décès dans la majorité des pays.

Le Brésil est le deuxième pays le plus touché au monde par la pandémie de Covid-19 après les États-Unis en termes de nombre de cas confirmés et de cas décès. Cela est dû à une pénurie de personnel médical face à un grand nombre de personnes infectées par Covid-19, la pénurie d'unités de soins intensifs et de lits (El-Hage et al., 2020).

La France est aussi l'un des pays européens où le nombre de cas confirmés et de cas décès était très élevé. Il est connu que le Covid-19 affecte principalement les personnes plus âgées et celles souffrant de comorbidités chroniques (Adhikari et al., 2020 ; Piccoli et al., 2020 ; Plaçais et al., 2020). Et considérant que la population européenne est une population plus vieillissante contrairement à la population africaines qui est très jeune (Hardy et Flori., 2021). Cela explique la grande augmentation des nombres de cas confirmés et cas décès en France par rapport à l'Algérie (Figure 26 ; Figure 27).

En raison de leur position géographique, et en étant au plus haut niveau de contact international à travers le commerce, le tourisme, les voyages diplomatiques, les études ou les affaires, certaines régions seraient plus touchées que d'autres par la pandémie COVID-

19 (Hoummadi et al., 2020). Ce qui pourrait expliquer la situation du Covid-19 au Maroc (Figure 8 ; Figure 9).

Des doses très élevées d'épices régulièrement consommées dans les pays d'Asie ou d'Afrique pourraient réduire l'infection et/ou la gravité du COVID-19. Cependant, dans les pays occidentaux, la plupart des gens mangent généralement des aliments moins épicés. Dans les pays où de grandes quantités d'épices sont consommées, la consommation de légumes fermentés est également élevée (Bousquet et al., 2021) et cela pourrait expliquer la situation de la pandémie en Algérie et Corée du sud (Figure 22 ; Figure 23).

La forte variabilité de la réponse et de la sensibilité des individus et des populations à l'infection laissent penser que le facteur génétique pourrait jouer un rôle important dans la susceptibilité ou la résistance au COVID-19. Plusieurs gènes suspects ont été décrits et ont fait l'objet de quelques études notamment les gènes ACE2 et TMPRSS2 impliqués dans l'entrée du virus dans la cellule humaine, les gènes HLA jouant un rôle essentiel dans la réponse immunitaire et les gènes du système ABO (Tazzit et Dehbi., 2020). Il a été démontré que le groupe sanguin A était associé à un risque accru d'infection, alors que le groupe O était associé à une diminution du risque (Zhao et al., 2020).

Conclusion

Conclusion

D'après les résultats de la comparaison des cas confirmés et de décès en Algérie et dans le monde, il est constaté que :

- Le nombre des cas confirmés et de décès en Algérie reste un niveau très bas par rapport aux autres pays.
- En Algérie deux vagues principales de la pandémie sont remarqués au contraire à d'autres pays où la maladie a évolué en trois vagues (Tunisie, Brésil, France).
- Dans la majorité des pays les pics de la maladie ont été atteints en hiver.
- L'évolution de la pandémie est fortement reliée au degré de la rigueur dans l'application du confinement dans les pays (Chine).
- Le phénomène COVID est multifactoriel et fait intervenir des facteurs associés tels que l'environnement, la démographie des populations, le mode alimentaire, le tourisme, les échanges commerciaux, les systèmes de santé publique et le contexte génétique.

En perspective, il est intéressant d'étudier dans le futur la maladie COVID-19 par l'utilisation des pourcentages des cas confirmés et décès, à cause de la différence significative dans les effectifs des populations entre les pays.

Références

Références

(A)

Abduljalil J.M., Abduljalil B.M. (2020) Epidemiology, genome, and clinical features of the pandemic SARS-CoV-2 : a recent view. *New microbes and new infections*. 35: 100672.

Adhikari S.P., Meng S., Wu Y.J., Mao Y.P., Ye R.X., Wang Q.Z., Sun C., Sylvia S., Rozelle S., Raat H., Zhou H. (2020) Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period : a scoping review. *Infectious Diseases of Poverty*. 9: 1-12.

Ahmed N., Maqsood A., Abduljabbar T., Vohra F. (2020) Tobacco Smoking a Potential Risk Factor in Transmission of COVID-19 Infection. *Pakistan journal of medical sciences*. 36: S104-S107.

Amir I.J., Lebar Z., Yahyaoui G., Mahmoud M. (2020) Covid-19 : virologie, épidémiologie et diagnostic biologique. *Option/Bio*. 31: 15-20.

Aroniadis O.C., DiMaio C.J., Dixon R.E., Elmunzer B.J., Kolb J.M., Mendelsohn K.R., Ordiah C.O., Rockey D.C., Singal A.G., Spitzer R.L., Tierney W.M., Wani S., Yadav D. (2020) Current Knowledge and Research Priorities in the Digestive Manifestations of COVID-19. *Clinical Gastro enterology and Hepatology*. 18: 1682-1684.

Aspect A., Bach J.F., Bony J.M., Bordé C. (2021) L'épidémiologie humaine Conditions de son développement et rôle des mathématiques. *EDP Sciences*. 424.

Astuti I., et Ysrafil. (2020) Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) : An overview of viral structure and host response. *Diabetes and COVID-19 Infection. Basic and Clinical Research*. 14: 407-412.

(B)

Baloch S., Baloch M.A., Zheng T., Pei X. (2020) The Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 250: 271-278.

Beigel J.H., Tomashek K.M., Dodd L.E., Mehta A.K., Zingman B.S., Kalil A.C., Hohmann E., Chu H.Y., Luetkemeyer A., Kline S., Lopez de Castilla D., Finberg R.W., Dierberg K., Tanson V., Hsieh L., Patterson T.F., Paredes R., Sweeney D.A., Short W.R., Touloumi G., Lye D.C., Ohmagari N., Oh M., Ruiz-Palacios G.M., Benfield T., Fätkenheuer G., Kortepeter M.G., Atmar R.L., Creech C.B., Lundgren J., Babiker A.G., Pett S., Neaton J.D.,

- Burgess T.H., Bonnett T., Green M., Makowski M., Osinusi A., Nayak S., Lane H.C. (2020) Remdesivir for the Treatment of Covid-19-Final Report. *The New England Journal of Medicine*. 383: 1813-1826.
- Benghaffor L.I. (2020) Epidemiological, clinical and biological aspects of SARS-CoV-2 infection in the Southwest region of Algeria at the heart of the pandemic. *Algerian journal of pharmacy*. 3: 80-85.
- Benkirane H., Heikel J., Laamiri F.Z., Bouziani A., Lahmam H., Al-Jawaldeh A., El Haloui N., Ennibi K., Akhtar-Khan N., El Fahime E.M., Barkat A., Aguenou H. (2021) Étude des caractéristiques cliniques et biologiques des patients marocains COVID-19 avec et sans dysfonctionnement olfactif et/ou gustatif. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 35: 37.
- Bianchi M., Benvenuto D., Giovanetti M., Angeletti S., Ciccozzi M., et Pascarella S. (2020) Sars-CoV-2 Envelope and Membrane Proteins : Structural Differences Linked to Virus Characteristics?. *BioMed Research International*. 2020: 1-6.
- Borak J. (2020) Transmission aérienne du COVID-19. *Occupational Medicine*. 70: 297-299.
- Bonny V., Maillard A., Mousseaux C., Plaçais L., et Richier Q. (2020) COVID-19 : physiopathologie d'une maladie à plusieurs visages. *La Revue Médecine Interne* 41: 375-389.
- Bourhriba O., Dadush U. (2020) Coronavirus et climat : Tirer les leçons du cas français. 2-16.
- Bousquet J., Czarlewski W., Zuberbier T., Mullol J., Blain H., Cristol J.P., De La Torre R., Le Moing V., Pizarro Lozano N., Bedbrook A., Agache I., Akdis C.A., Canonica G.W., Cruz A.A., Fiocchi A., Fonseca J.A., Fonseca S., Gemicioğlu B., Haahtela T., Iaccarino G., Ivancevich J.C., Jutel M., Klimek L., Kuna P., Larenas-Linnemann D.E., Melén E., Okamoto Y., Papadopoulos N.G., Pfaar O., Reynes J., Rolland Y., Rouadi P.W., Samolinski B., Sheikh A., Toppila-Salmi S., Valiulis A., Choi H.J., Kim H.J., Anto J.M. (2021) Spices to Control COVID-19 Symptoms: Yes, but Not Only. *International Archives of Allergy and Immunology*. 182: 489-495.
- Bulut C., Kato Y. (2020) Epidemiology of COVID-19. *Turkish journal of medical sciences*. 50: 563-570.

(C)

Cascella M., Rajnik M., Cuomo A., Dulebohn S.C., Di Napoli R. (2021) Features, Evaluation, and Treatment of Coronavirus (COVID-19). StatPearls.

Caumes E. (2020) L'infection à SARS-CoV-2. Archives des Maladies du Cœur et des Vaisseaux - Pratique. 2020: 2-4.

Charfi M.R. (2020) Covid-19 : Première pandémie grave du 21ème siècle. La Tunisie Médicale. 98: 255-257.

Cochereau I., Lamirel C. (2020) Hygiène des mains et masques contre COVID-19 : oser le dégradé?. Journal Francais D'Ophtalmologie. 43: 386-388.

Costanzo M., De Giglio M.A.R., Roviello G.N. (2020) SARS-CoV-2 : Recent Reports on Antiviral Therapies Based on Lopinavir/Ritonavir, Darunavir/Umifenovir, Hydroxychloroquine, Remdesivir, Favipiravir and other Drugs for the Treatment of the New Coronavirus. Current Medicinal Chemistry. 27: 4536-4541.

Ciotti M., Angeletti S., Minieri M., Giovannetti M., Benvenuto D., Pascarella S., Sagnelli C., Bianchi M., Bernardini S., Ciccozzi M. (2019). COVID-19 outbreak : an overview. Chemotherapy. 64: 215-223.

(D)

Döring N. (2020) How is the COVID-19 pandemic affecting our sexualities ? An overview of the current media narratives and research hypotheses. Archives of sexual behavior. 49: 2765-2778.

(E)

Echeverría-Esnal D., Martin-Ontiyuelob C., Navarrete-Roucoa M.E., De-Antonio Cuscóa M., Ferránzesa O., Horcajadac J.P., Grau S. (2021) Azithromycin in the treatment of COVID-19 : a review. Expert Review Of Anti-InfectiveTherapy. 20: 147-163.

El Boussadani B., Benajiba C., Aajal A., Ait Brik A., Ammour O., El Hangouch J., Oussama O., Oussama B., Tahiri N., et Raissuni Z. (2020) Pandémie COVID-19 : impact sur le systeme cardiovasculaire. Données disponibles au 1er avril 2020. Annales de Cardiologie et d'Angéiologie. 69: 107-114.

El-Hage W., Hingray C., Lemogne C., Yroni A., Brunault P., Bienvenu T., Etain B.,C. Paquet C., Gohier B., Bennabi D., Birmes P., Sauvaget A., Fakra E., Prieto N., Bulteau S.,

Vidailhet P., Camus V., Leboyer M., Krebs M.O., Aouizerate B. (2020) Les professionnels de santé face à la pandémie de la maladie à coronavirus (COVID 19): quels risques pour leur santé mentale ?. *L'Encéphale*. 46: S73-S80.

Elketroussi F., Makhlouf B. (2021) Épidémiologie descriptive de la COVID-19 au niveau de la wilaya de Saida, Algérie, durant l'année 2020. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*. 69: S52.

(G)

García-Casal M.N., Peña-Rosas J.P., Malavé H.G. (2016) Sauces, spices, and condiments : definitions, potential benefits, consumption patterns, and global markets. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1379: 3-16.

Ge H., Wang X., Yuan X., Xiao G., Wang C., Deng T., Yuan Q., Xiao X. (2020) The epidemiology and clinical information about COVID-19. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 39: 1011-1019.

Giami A. (2021) COVID-19 et sexualités : l'émergence d'un nouveau paradigme des sexualités. *Sexologies*. 30: 1-7.

Gorbalenya A.E., Baker S.C., Baric R.S., de Groot R.J., Drosten C., Gulyaeva A.A., Haagmans B.L., Lauber C., Leontovich A.M., Neuman B.W., Penzar D., Perlman S., Poon L.L.M., Samborskiy D.V., Sidorov I.A., Isabel Sola S., Ziebuhr J. (2020) The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus : classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nature Microbiology*. 5: 536-545.

(H)

Hannouna D., Boughoufalaha A., Hellala H., Meziania K., Attiga A.L., Oubellia K.A., Aouchar N., Rahal L. (2020) Covid-19 : Situation épidémiologique et évolution en Algérie. *Revue Algérienne d'allergologie*. 5: 2543-3555.

Hanson K.E., Caliendo A.M., Arias C.A., Hayden M.K., Englund J.A., Lee M.J., Mustafa R.A. (2021) The Infectious Diseases Society of America Guidelines on the Diagnosis of COVID-19 : Molecular Diagnostic Testing. *Clinical Infectious Diseases*. 1-38.

Harapana H., Itohd N., Yufika A., Winardif W., Keam S., Te H., Megawati D., HayatiZ., Wagner A.L., Mudatsir M. (2020) Coronavirus disease 2019 (COVID-19) : A literature review. *Journal of Infection and Public Health*. 13: 667-673.

Hardy É.J., Flori P. (2021) Spécificités épidémiologiques de la COVID-19 en Afrique : préoccupation de santé publique actuelle ou future?. In *Annales Pharmaceutiques Françaises*. 79: 216-226.

Harrison A.G., Lin T., Wang P. (2020) Mechanisms of SARS-CoV-2 Transmission and Pathogenesis. *Trends in Immunology*. 41: 1100-1115.

Hoffmann M., Kleine-Weber H., Schroeder S., Krüger N., Herrler T., Erichsen S., Schiergens T.S., Herrler G., Wu N.H., Nitsche A., Müller M.A., Drosten C., Pöhlmann S. (2020) SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell*. 181: 271-280.

Hoummadi L., Hafid J., Machraoui S., Admou B. (2020) Jusqu'où l'Afrique peut-elle limiter l'impact de la pandémie de COVID-19 ?. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*. 68: 302-305.

Huang D., Yu H., Wang T., Yang H., Yao R., Liang Z. (2020) Efficacy and safety of umifenovir for coronavirus disease 2019 (COVID-19) : A systematic review and meta-analysis. *Journal of medicalvirology*. 93: 481-490.

(J)

Jiang S., Hillyer C., Du L. (2020) Neutralizing Antibodies against SARS-CoV-2 and Other Human Coronaviruses. *Trends in immunology*. 41: 355-359.

Jo S., Kim S., Kim D.Y., Kim M.S., Shin D.H. (2020) Flavonoids with inhibitory activity against SARS-CoV-2 3CLpro. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*. 35:1539-1544.

Johns Hopkins University-Center For Systems Science and Engineering COVID-19 Data (JHU CSSE), 2020.(<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>).

Juckel D., Dubuisson J., Belouzard S. (2020) Les coronavirus, ennemis incertains. *Médecine/Sciences*. 36: 633-641.

Jüni P., Rothenbühler M., Bobos P., Thorpe K.E., da Costa B.R., Fisman D.N., Slutsky A.S., Gesink D. (2020) Effets du climat et des interventions de santé publique sur la pandémie de COVID-19 : une étude de cohorte prospective. *CMAJ*. 192: E1374-E1382.

(K)

Kakodkar P., Kaka N., Baig M.N. (2020) A comprehensive literature review on the clinical presentation, and management of the pandemic coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Cureus*. 12: 1-18.

Kashongwe I.M., Lepira F.B., Situakibanza H.N.T., Makulo J.R.R., Sumaili E.K., Kayembe J.M.N. (2020) Manifestations cliniques de l'infection à Coronavirus SARS-Cov-2 (COVID-19). *Annales Africaines de Médecine*. 13: e3685-e3693.

Kaushik P., Kaushik M., Parveen S., Tabassum H., Parvez S. (2020) Cross-Talk Between Key Players in Patients with COVID-19 and Ischemic Stroke. *Molecular Neurobiology*. 57: 4921-4928.

Khan M.T., Zeb M.T., Ahsan H., Ahmed A., Ali A., Akhtar K., Malik S.I., Cui Z., Ali S., Khan A.S., Ahmad M., Wei D.Q., Irfan M. (2021) SARS-CoV-2 nucleocapsid and Nsp3 binding : an in silico study. *Archives of Microbiology*. 203: 59-66.

Kumar A., Kubota Y., Chernov M., Kasuya H. (2020) Potential role of zinc supplementation in prophylaxis and treatment of COVID-19. *Medical Hypotheses*. 144: 109848.

Kumar S., Nyodu R., Maurya V.K., Saxena S.K. (2020) Morphology, genome organization, replication, and pathogenesis of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2). In *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*. 23-31.

Konkolova E., Klima M., Nencka R., Boura E. (2020) Structural analysis of the putative SARS-CoV-2 primase complex. *Journal of structural biology*. 211: 107548.

(L)

La Marca A., Capuzzo M., Paglia T., Roli L., Trenti T., Nelson S.M. (2020) Testing for SARS-CoV-2 (COVID-19). Asystematic review and clinical guide to molecular and serological in-vitro diagnostic assays. *Reproductive Biomedicine online*. 41: 483-499.

Lapierre A., Fontaine G., Tremblay P.L., Maheu-Cadotte M.A., Desjardins M. (2020) La maladie à coronavirus (COVID-19) : portrait des connaissances actuelles. *Soins d'Urgence*. 1: 13-8.

Lefevre C., Przyrowski É., Ataire-Marchais V. (2020) Aspects virologiques et diagnostic du coronavirus Sars-CoV-2. *Actualites Pharmaceutiques*. 59:18-23.

Lemieux R., Garon-Bissonnette J., Loisele M., Martel É., Drouin-Maziad C., Berthelot N. (2021) Association entre la fréquence de consultation des médias d'information et la détresse psychologique chez les femmes enceintes durant la pandémie de COVID-19 : Association between news media consulting frequency and psychological distress in pregnant women during the COVID-19 pandemic. *The Canadian Journal of Psychiatry*. 66: 34-42.

Lin H.X.L., Cho S., Aravamudan V.M., Sanda H.Y., Palraj R., Molton J.S., Venkatachalam I. (2021) Remdesivir in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) treatment : a review of evidence *Infection*. 49: 401-410.

Lin L., Lu L., Cao W., Li T. (2020) Hypothesis for potential pathogenesis of SARS-CoV-2 infection—a review of immune changes in patients with viral pneumonia. *Emerging Microbes & Infections*. 9 : 727-732.

(M)

Mahammed L., Meraha F., Allama I., Djidjik R. (2019) Mécanismes immunopathologiques au cours de l'infection au SARS-CoV-2. *Revue Algérienne d'allergologie*. 05: 2543-3555.

Meyerowitz E.A., Vannier A.G.L., Friesen M.G.N., Schoenfeld S., Gelfand J.A., Callahan M.V., Kim A.Y., Reeves P.M., Poznansky M.C. (2020) Rethinking the role of hydroxychloroquine in the treatment of COVID-19. *The FASEB Journal*. 34: 6027-6037.

(N)

Nadeem M.S., Zamzami M.A., Choudhry H., Murtaza B.N., Kazmi I., Ahmad H., Shakoori A.R. (2020) Origin, Potential Therapeutic Targets and Treatment for Coronavirus Disease (COVID-19). *Pathogens*. 9: 307.

Naqvi A.A.T., Fatima K., Mohammad T., Fatima U., Singh I.K., Singh A., Atif S.M., Hariprasad G., Hasan G.M., Hassan M.I. (2020) Insights into SARS-CoV-2 genome, structure, evolution, pathogenesis and therapies : Structural genomics approach. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*. 1866: 165878.

(O)

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2020a. Origin of SARS-CoV-2. (<https://www.who.int/fr/health-topics/coronavirus/origins-of-the-virus>).

Organisation mondiale de la santé (OMS), 2020b. Transmission of SARS-CoV-2 : implications for infection prevention precautions. (<https://www.who.int/publications/i/item/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>).

Organisation mondiale de la santé (OMS), 2020c. Disponible sur (<https://covid19.who.int/table>).

Osipiuk J., Azizi S.A., Dvorkin S., Endres M., Jedrzejczak R., Jones K.A., Kang S., Kathayat R.S., Kim Y., Lisnyak V.G., Maki S.L., Nicolaescu V., Taylor C.A., Tesar C., Zhang Y.A., Zhou Z., Randall G., Michalska K., Snyder S.A., Dickinson B.C., Joachimiak A. (2021) Structure of papain-like protease from SARS-CoV-2 and its complexes with non-covalent inhibitors. *Nature communications*. 12: 1-9.

(P)

Patel R., Babady E., Theel E.S., Storch G.A., Pinsky B.A., George K.S., Bertuzzi S. (2020) Rapport de l'American Society for Microbiology COVID-19 International Summit, 23 mars 2020 : valeur des tests de diagnostic pour le SARS – CoV-2 / COVID-19. *American Society For Microbiology*. 11: 1-5.

Phan T. (2020) Genetic diversity and evolution of SARS-CoV-2. *Infection, genetics and evolution*. 81: 104260.

Piccoli M., Tannou T., Hernandorena I., Koeberle S. (2020) Une approche éthique de la question du confinement des personnes âgées en contexte de pandémie COVID-19 : la prévention des fragilités face au risque de vulnérabilité. *Ethics, Medicine and Public Health*. 14: 1-15.

Pilkington V., Pepperrell T., Hill A. (2020) A review of the safety of favipiravir – a potential treatment in the COVID-19 pandemic?. *Journal of Virus Eradication*. 6: 45-51.

Plaçais L., Richier Q. (2020) COVID-19 : caractéristiques cliniques, biologiques et radiologiques chez l'adulte, la femme enceinte et l'enfant. Une mise au point au cœur de la pandémie. *La Revue de médecine interne*. 41: 308-318.

Prather K.A., Wang C.C., Schooley R.T. (2020) Reducing transmission of SARS-CoV-2. *Science*. 368: 1422-1424.

(R)

Rabi F.A., Al Zoubi M.S., Kasasbeh G.A., Salameh D.M., Al-Nasser A.D. (2020) SARS-CoV-2 and coronavirus disease 2019 : what we know so far. *Pathogens*. 9: 231.

Rousseau A., Fenolland J.R., Labetoulle M. (2020) SARS-CoV-2, COVID-19 et œil : le point sur les données publiées. *Journal Français d'Ophtalmologie*. 43: 642-652.

(S)

Sahraei Z., Shabani M., Shokouhi S., Saffaei A. (2020) Aminoquinolines against coronavirus disease 2019 (COVID-19) : chloroquine or hydroxychloroquine. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 55: 105945.

Sajadi M.M., Habibzadeh P., Vintzileos A., Shokouhi S., Miralles-Wilhelm F., Amoroso A. (2020) Temperature, Humidity, and Latitude Analysis to Estimate Potential Spread and Seasonality of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Network Open*. 3: 1-11.

Santanu B. (2020) «Maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) : nous vaincrons» : 545-546.

Schrezenmeier E., Dörner T. (2020) Mechanisms of action of hydroxychloroquine and chloroquine : implications for rheumatology. *Nature Reviews Rheumatology*. 16: 155-166.

Scudeller G. (2020) Renforcer son immunité pour se protéger du Covid : métabolisme et naturopathie. *Hegel*. 3: 230-236.

Sellal F., Tazii R., Ahle G., Hauteclouque G. (2020) Manifestations neurologiques dans la pandémie de COVID-19. *Pratique Neurologique-FMC*. 11: 147-151.

Seneviratne S.L., Abeysuriya V., De Mel S., De Zoysa I., Niloofa R. (2020) Favipiravir in Covid-19. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*. 19: 143-145.

Shaw J., Day T., Bing N.M., Barber N., Wickenheiser H., Fisman D.N., Bogoch H., Brownstein J.I., Williamson T. (2021) Les bulles de travail : Comment les entreprises peuvent-elles rouvrir en réduisant le risque d'éclosions de la COVID-19 ? *CMAJ*. 193: E80-E84.

Shereen M.A., Khan S., Kazmi A., Bashir N., Siddique R. (2020) COVID-19 infection : Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *Journal of advanced research*. 24: 91-98.

Snoussi Z. (2020) Le système de santé algérien face à la crise sanitaire du covid-19 : Quels enseignements sur ses défaillances?. *Les Cahiers du Cread*. 36: 373-396.

Stoecklin S.B., Rolland P., Silue Y., Mailles A., Campese C., Simondon A., Mechain M., Meurice L., Nguyen M., Bassi C., Yamani E., Behillil S., Ismael S., Nguyen D., Malvy D., Lescure F.X., Georges S., Lazarus C., Tabai A., Stempfelet M., Enouf V., Coignard B., Levy-Bruhl D. (2020) Premiers cas de maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) en France: surveillance, enquêtes et mesures de contrôle. *Euro Surveillance*. 25: 2000094.

(T)

Tazzit A., Dehbi H. (2020) Génétique et COVID-19. *Revue Marocaine de Santé Publique*. 7: 18-24.

Toughza J., Agadr A., Ismaili N. (2020) COVID-19 et greffe de cellules souches hématopoïétiques : recommandations et situation au Maroc. *Bulletin du Cancer*. 107: 741-744.

Traore B., TsoumbouBakana G., Nani S., Hassoune S. (2020) COVID-19 : Prise en charge thérapeutique. *Revue marocaine de santé publique*. 7: 30-38.

(U)

Umakanthan S., Sahu P., Ranade A.V., Bukelo M.M., Rao J.S., Abrahao-Machado L.F., Dahal S., Kumar H., Dhananjaya K.V. (2020) Origin, transmission, diagnosis and management of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Postgraduate medical journal*. 96: 753-758.

(V)

Vandenberg O., Martiny D., Rochas O., Van Belkum A., Kozlakidis Z. (2020) Considerations for diagnostic COVID-19 tests. *Nature Reviews Microbiology*. 19: 1-13.

Vashist S.K. (2020) Tests de diagnostic in vitro pour COVID-19 : avancées récentes et tendances émergentes. *Diagnostics*. 10: 1-7.

Vuichard D., Widmer A., Krause M. (2020) Un nouveau coronavirus se propage : faisons-nous ce qu'il faut?. In Forum Médical Suisse. 20: 175-177.

(W)

Wang C., Liu Z., Chen Z., Huang X., Xu M., He T., Zhang Z. (2020) The establishment of reference sequence for SARS-CoV-2 and variation analysis. Journal of medical virology. 92: 667-674.

Wang Q., Zhang Y., Wu L., Niu S., Song C., Zhang Z., Lu G., Qiao C., Hu Y., Yuen K.Y., Wang Q., Zhou H., Yan J., Qi J. (2020) Structural and Functional Basis of SARS-CoV-2 Entry by Using Human ACE2. Cell. 181: 894-904.

Wu A., Peng Y., Huang B., Ding X., Wang X., Niu P., Meng J., Zhu Z., Zhang Z., Wang J., Sheng J., Quan L., Xia Z., Tan W., Cheng G., Jiang T. (2020) Genome Composition and Divergence of the Novel Coronavirus (2019-nCoV) Originating in China. Cell Host Microbe. 27: 325-328.

Wu F., Zhao S., Yu B., Chen Y.M., Wang W., Song Z.G., Hu Y., Tao Z.W., Tian J.H., Pei Y.Y., Yuan M.L., Zhang Y.L., Dai F.H., Liu Y., Wang Q.M., Zheng J.J., Xu L., Holmes E.C., Zhang Y.Z. (2020) A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. Nature. 579: 265-269.

(Y)

Yanai H. (2020) Favipiravir : A Possible Pharmaceutical Treatment for COVID-19. Journal of Endocrinology and Metabolism. 10: 33-34.

(Z)

Zhang J.J., Dong X., Ca Y.Y., Yuan Y.D., Yang Y.B., Yan Y.Q., Cezmi A., Akdis Gao Y.D. (2020) Clinical characteristics of 140 patients infected with SARS-CoV-2 in Wuhan, China. Allergy. 75: 1730-1741.

Zhang K., Misra A., Kim P.J., Moghadas S.M., Langley J.M., Smieja M. (2021) Disparition rapide de la grippe après la mise en œuvre de mesures d'atténuation de la COVID-19 à Hamilton. Ontario. RMT. 47: 222.

Zhang Y., Tu H. X., Leck A. (2020) Procédures de nettoyage et de désinfection dans les établissements de santé pendant la pandémie de COVID-19. *Revue de Santé Oculaire Communautaire*. 17: 42-43.

Zhao J., Yang Y., Huang H., Li D., Gu D., Lu X., Zhang Z., Liu L., Liu T., Liu Y., He Y., Sun B., Wei M., Yang G., Wang X., Zhang L., Zhou X., Xing M., Wang P.G. (2020) Relationship between the ABO Blood Group and the COVID-19 Susceptibility. *Clinical Infectious Diseases*.1-4.

Zou L., Dai L., Zhang X., Zhang Z., Zhang Z. (2020) Hydroxychloroquine and chloroquine : a potential and controversial treatment for COVID-19. *Archives of pharmacal research*. 43: 765-772.

Résumé

Dans le présent travail une étude épidémiologique a été menée sur le COVID-19 à la base des données fournies par l'OMS et JHU (Johns Hopkins University) entre la période d'avril 2020 à avril 2021. Il est constaté que le modèle de l'évolution de la maladie n'est pas homogène dans les différents pays du monde. Le nombre de cas confirmés et de décès en Algérie était très faible par rapport aux autres pays. Le phénomène COVID est multifactoriel et fait intervenir des facteurs associés tels que l'environnement, la démographie des populations, le mode alimentaire, le tourisme, les échanges commerciaux, les systèmes de santé publique et le contexte génétique.

Mots clés : Covid-19, épidémiologie, évolution, cas confirmés, cas de décès.

Summary

In the present work an epidemiological study was carried out on COVID-19 based on the data provided by WHO and JHU (Johns Hopkins University) between the period of April-2020 to April-2021. It is observed that the pattern of the evolution of the disease is not homogeneous in the different countries of the world. The number of confirmed cases and deaths in Algeria was very low compared to other countries. The COVID phenomenon is multifactorial and involves associated factors such as the environment, population demographics, diet, tourism, trade, public health systems and genetic background.

Keywords : Covid-19, epidemiology, evolution, confirmed cases, death cases.

ملخص

في العمل الحالي، تم إجراء دراسة وبائية على كوفيد-19 بناءً على البيانات المقدمة من منظمة الصحة العالمية وجامعة جونز هوبكنز بين الفترة الممتدة من أبريل 2020 إلى أبريل 2021. ويلاحظ أن نمط تطور المرض ليس متجانسًا في مختلف دول العالم. كان عدد الحالات المؤكدة والوفيات في الجزائر منخفضًا جدًا مقارنة بالدول الأخرى. تعد ظاهرة كوفيد متعددة العوامل وتتضمن عوامل مرتبطة بها مثل البيئة والتركيب السكانية للسكان والنظام الغذائي والسياحة والتجارة وأنظمة الصحة العامة والخلفية الجينية.

الكلمات المفتاحية: كوفيد-19، علم الأوبئة، التطور، الحالات المؤكدة، حالات الوفاة.