

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Présenté par :

- Mebarek Menaoura
- Ghecil Djamila
- Boukerche Rabeh

Thème

**Investigation sur la relation de
quelques paramètres avec la
propagation du covid-19**

Soutenu publiquement le 14/07/2021

Jury :

Grade

Président : Mr ALI NHARI ABDELKADER

MCA

Encadrant : Mr KADDAR BACHIR

MCB

Co-encadrant : Mr YEZLI WASSIM

MCA

Examinatrice : Mlle MEZOUAR Dj

MCB

Année universitaire 2020-2021

ملخص

سلالة جديدة لم يسبق تحديدها لدى البشرية من قبل وقد أدت هذه الجائحة العالمية إلى زيادة التساؤلات حول إمكانية وجود عوامل مؤثرة على نسبة تزايد وتناقص حالات الإصابة. أجريت دراسة عن علم الأوبئة من حيث المؤثرات (السن، الجنس، منطقة، الفقر) على المرض وزيادة انتشاره على مستوى مدينة نيويورك، ويظهر تحليل البيانات أن هناك أكثر من 15% من المصابين بفيروس كورونا في الفئات العمرية [25، 35]، [35، 45]، [45، 55]، [55، 65]. والذين كان جنسهم "ذكراً" يمثل 31.70% من الأشخاص الذين تم اختبارهم والذين لديهم جنس "أنثى" 30.26% من النساء اللاتي خضعن للاختبار. بالنسبة للفقر وجدنا نسبة 38.17% من الأشخاص الذين يعانون من مستوى عالٍ جداً من الفقر. الأشخاص الذين يعيشون في ضواحي مدينة نيويورك كانت معدلات حالات الإصابة إيجابية في برونكس وبروكلين وكوينس تزيد عن 32%. كما أجريت دراسة تظهر نسبة تجانس حالات الإصابة في الجزائر مع كل من (تونس، برازيل والهند) وأظهرت النتائج إلى عدم وجود تجانس بين الدول المذكورة أعلاه. دراسة فرضية الارتباط بين درجة الحرارة وانتشار كوفيد-19 و أدلت النتائج إلى عدم وجود علاقة بين تغيرات درجة الحرارة وزيادة الحالات.

الكلمات المفتاحية

علم الأوبئة-فيروس كورونا-نيويورك-التجانس-الجزائر-تونس-برازيل-الهند-درجة الحرارة.

Abstract

The emerging corona virus is a new strain that has yet to be identified in mankind, and this global pandemic has led to growing questions about the possibility of factors affecting the rate of increase and decrease in cases infection. An epidemiological study was conducted in terms of influences (age, sex, region, poverty) on the disease and its increase in prevalence in New York and data analysis shows that there are more than 15% of people affected by the corona virus in the age groups [25; 35], [35; 45], [45; 55], [55; 65]. and whose gender was "male "accounted for 31.70% of people tested and those with a gender" woman "30.26% of women tested ... For poverty, we found a percentage of 38.17% of people with very high poverty level ... people who live in the suburbs of New-York Bronx, Brooklyn and queens accounted for a positive case rate of over 32%. A study was also conducted e showing the homogeneity of the cases of infection in Algeria with each of them (Tunisia, Brazil, India) and the results have shown that there is no homogeneity between the countries mentioned above study the hypothesis of the correlation between temperature and the spread of Covid 19, and the results indicated that there is no relationship between temperature changes and increased cases.

Key words

Epidemiology-corona virus-New York-homogeneity-Algeria-Tunisia-Brazil-India-Temperature.

Résumé

Le virus corona émergent est une nouvelle souche qui n'a pas encore été identifiée dans l'humanité, et cette pandémie mondiale a conduit à des questions croissantes sur la possibilité de facteurs affectant le taux d'augmentation et de diminution des cas infection. Une étude épidémiologique a été menée en termes d'influences (âge, sexe, région, pauvreté) sur la maladie et son augmentation de la prévalence à New York et l'analyse des données montre qu'il y a plus de 15% de personnes touchées par le virus corona dans les tranches d'âge [25; 35], [35; 45], [45; 55], [55; 65]. Et dont le sexe était « masculin » représentaient 31,70 % des personnes testées et celles ayant un sexe « féminin » 30,26 % des femmes testé. Les personnes vivant dans les banlieues de New-York Bronx, Brooklyn et Queens représentaient un taux de cas positifs de plus de 32%. Une étude a également été menée e montrant l'homogénéité des cas d'infection en Algérie avec chacun d'eux (Tunisie, Brésil, Inde) et les résultats ont montré qu'il n'y a pas d'homogénéité entre les pays mentionnés ci-dessus étudient l'hypothèse de la corrélation entre la température et la propagation du Covid 19, et les résultats ont indiqué qu'il n'y a pas de relation entre les changements de température et augmentation des cas.

Les mots clés

Epidémiologie-coronavirus-New York-homogénéité-Algérie-Tunisie-Brésil-Inde-Température.

Remerciements

*« Louange à Allah qui nous a guidés à ceci.
Nous n'aurions pas été guidés, si Allah ne
nous avait pas guidés »*

[Sourate 7. Al Araf verset 43]

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à Monsieur **ALI NHARI ABDELKADER** pour avoir accepté de présider le jury. Ma reconnaissance, et mes sincères remerciements vont à mon encadreur Monsieur **KADDAR BACHIR** pour m'avoir dirigé tout au long de la réalisation de ce travail. Ses orientations, ses encouragements, sa compréhension, sa disponibilité constante m'ont été d'une précieuse aide. Je tiens à remercier également **Mlle MEZOUARE Dj** pour avoir accepté d'examiner mon travail. Je tiens à remercier également tous mes enseignants pour leurs bonnes orientations et pour leur aide précieuse.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents, qui n'ont jamais cessé
de m'encourager et me soutenir...

Mes sœurs et mes frères

Mes amis surtout **Iman Taouch** et
Ghecil Djamila

À tous les membres de ma famille et
toute personne qui porte le
nom « **Mebarek** ». Je dédie ce
travail à tous ceux qui ont participé à
ma réussite.

Noura

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui ; quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père « Sahli ».

A la femme qui a souffert sans mes laisser souffrir, qui n'a jamais dit non âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère « Sassia ».

A mon frère « Mohamed » qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

A ma copine « Fatiha », qui n'ont pas cessée de me conseiller. Encourager et soutenir tout au long de mes études ; que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A mes oncles et mes tantes et tout ma famille, que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

A toutes mes amies « Hadjer, Soumia, Halima, Ghania, Djouher, Malika, Khaira » que j'ai connu jusqu'à maintenant.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Sans oublier mes collègues « Boukerche Rabeh ; Mebarek Menaoura » pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Djamila

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes parentes ; aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler, que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A toute ma famille, et mes amis, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.

Je vous dis merci

Rabeh

Figure 1. Observation d'un virus par un microscope	3
Figure 2. Les éléments d'un Virus	3
Figure 3. Types de Virus	4
Figure 4. Pénétration d'un Virus dans un organisme	5
Figure 5. Virus de la GRIPPE SAISONNIERE	7
Figure 6. Virus de SIDA	8
Figure 7. Virus de ZIKA	9
Figure 8. Virus de la ROUGEOLE	9
Figure 9. Virus de la FIEVRE JAUNE	10
Figure 10. Classification des coronavirus humains.....	13
Figure 11. Structure de coronavirus.....	14
Figure 12. Point sur le variant indien b.1.617	16
Figure 13. La transmission du covid-19 par des minuscules particules de virus en suspension dans l'air	17
Figure 14. Les différents symptômes du coronavirus.....	17
Figure 15. Zone d'acceptation et les zones de rejet de H_0 pour un seuil de signification standard $\alpha = 5\%$	30
Figure 16. Coefficient de corrélations relatives à différents nuages de points.....	33
Figure 17. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus selon les différentes classes d'âge dans la ville de New-York.....	36
Figure 18. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus selon le genre dans la ville de New-York.....	37
Figure 19. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus selon les différents niveaux de pauvreté dans la ville de New-York.....	38
Figure 20. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus.....	39
Figure 21. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus et les décès dans les cinq pays : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, et Italie.....	40
Figure 22. Courbe d'évolution des personnes touchées par le coronavirus dans l'année 2020 dans cinq pays : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, et Italie.....	43
Figure 23. Courbe d'évolution des décès par le coronavirus dans l'année 2020 dans cinq pays : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, et Italie.....	44
Figure 24. Courbe d'évolution des personnes touchées par le coronavirus et les décès en Algérie dans l'année 2020.....	44
Figure 25. Evolution des personnes touchées par le coronavirus et les températures en Algérie dans l'année 2020.....	45
Figure 26. L'évolution des décès et les températures mensuelles en Algérie dans l'année 2020.....	45
Figure 27. Histogramme des cas positifs et de décès en Algérie et en Tunisie dans l'année 2020.....	53
Figure 28. Diagramme de dispersion représentant la distribution mensuelle des cas positifs en relation avec les températures	59

Tableau 1. Exemple de modes de transmission des virus humains	8
Tableau 2. Liste des épidémies les plus importantes au vingtième siècle.....	10
Tableau 3. Distribution des cas positifs COVID19 (année 2020) dans la ville de New-York selon les différentes classes d'âge.....	25
Tableau 4. Distribution des cas positifs COVID19 (année 2020) dans la ville de New-York selon les différents niveaux de pauvreté.....	25
Tableau 5. Distribution des cas positifs COVID19 (année 2020) dans les différentes régions de la ville de New-York	25
Tableau 6. Distribution des cas positifs COVID19 (année 2020) dans la ville de New-York selon le genre.....	26
Tableau 7. Distribution des cas positifs COVID19 et de décès (année 2020) dans les cinq pays d'études : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, Italie.	26
Tableau 8. Cas positifs COVID19 et décès, et température mensuelle (année 2020) en Algérie.....	26
Tableau 9. Distribution des personnes touchées par le coronavirus selon les différentes classes d'âge dans la ville de New-York.....	35
Tableau 10. Distribution des personnes touchées par le coronavirus selon le genre dans la ville de New-York.....	36
Tableau 11. Distribution des personnes touchées par le coronavirus selon les différents niveaux de pauvreté dans la ville de New-York.....	37
Tableau 12. Distribution des personnes touchées par le coronavirus dans différentes régions de la ville de New-York.....	38
Tableau 13. Distribution des personnes touchées par le coronavirus et les décès dans les cinq pays : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, et Italie.....	39

ADN	Acide Désoxyribonucléique
ARN	Acide Ribonucléique
CD4	Cluster De Différenciation 4
CD5	Cluster De Différenciation 5
CHA	Coordination Handicap Et Autonomie
COV	Coronavirus
COVID-19	Coronavirus Disease19
H1H1	Molécule D'adhésion Cellulaire
HTL-V	Human T-Cell Lymphoma Virus
JAMA	Le Journal De l'association Médical Américaine
MERS-COV	Middle East Respiratory Syndrome Related Corona virus
OMS	Organisation Mondiale De La Santé
ONU	Organisation Des Nations Unie
PCR	Polymérase Chaîne Réaction
SARS	Sévère Acute Respiratoire Syndrome
SIDA	Syndrome D'immunodéficience Acquise
SRAS	Syndrome Respiratoire Aigu Sévère
VIH	Virus De L'immunodéficience Humaine
VOC	Vannes Olympique Club
ZIKA	Arthropode-Borne Viruses

ملخص.....	
Abstract.....	
Résumé.....	
Remerciement.....	
Dédicace.....	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations.....	
Introduction Générale.....	1
Chapitre I Synthèse bibliographique	
Introduction.....	3
Qu'est-ce qu'un virus ?.....	3
Structure d'un virus.....	3
Génome.....	4
La capside	4
Enveloppe	4
Virus à péplos	4
Virus nus.....	4
Réplication virale intracellulaire d'un virus.....	5
Réplication dans l'organisme humain.....	5
Une infection localisée	5
Une infection généralisée	5
Période d'incubation : c'est quoi ?	6
Transmission des virus.....	6
Sources des virus.....	6
Mode de transmission	6
Quelques maladies virales connues.....	7
La GRIPPE SAISONNIERE	7
Le SIDA (virus de l'immunodéficience humaine : VIH).....	7
Le ZIKA.....	8

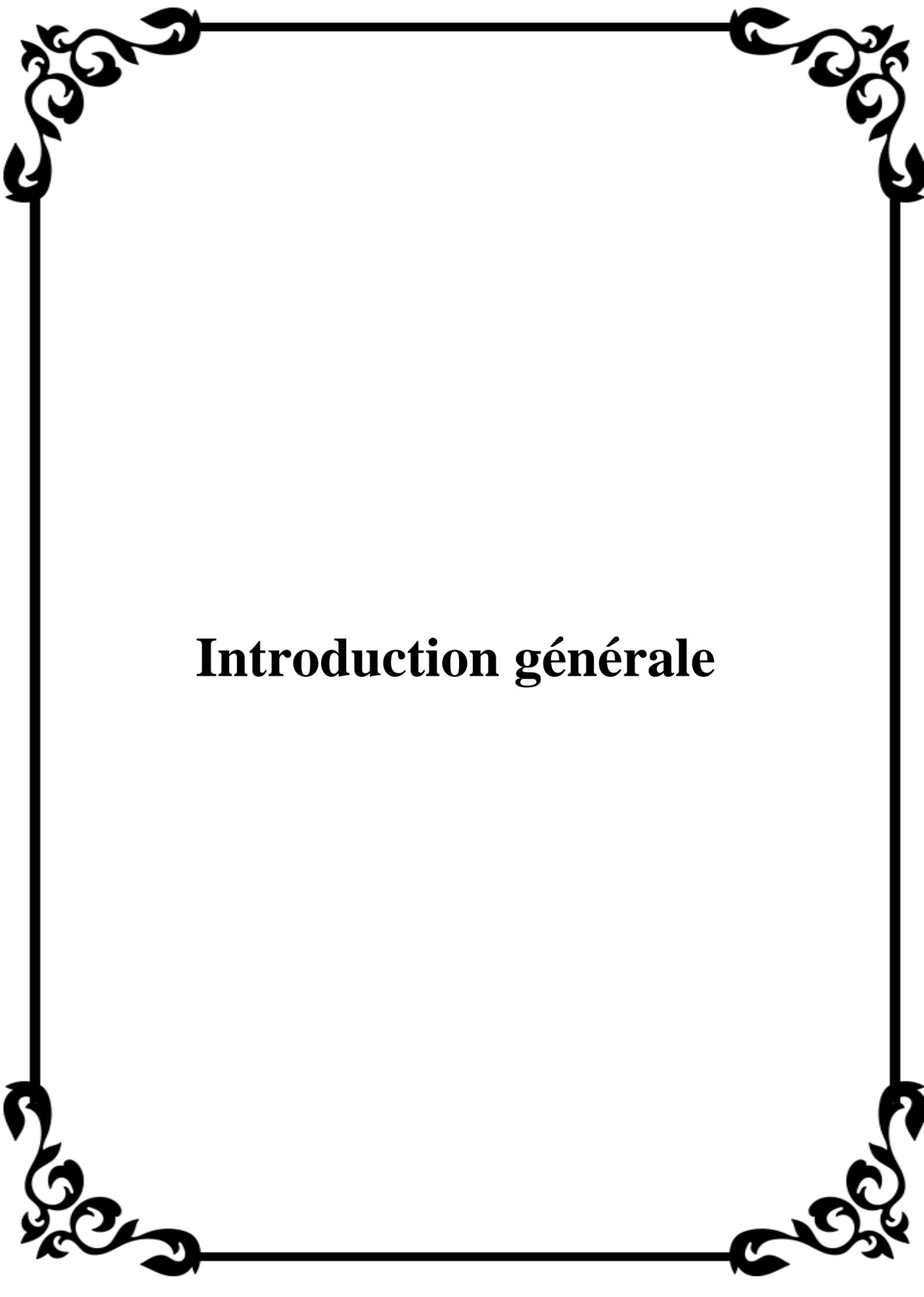
Table de matières

La ROUGEOLE.....	9
LA FIEVRE JAUNE.....	9
Qu'est-ce qu'une pandémie ?.....	10
La pandémie de covid19	12
Différents variant de Covid 19.....	14
Variant anglais.....	14
Variant sud-africain	15
Variant brésilien	15
Comment se propage le coronavirus.....	16
Les symptômes du Covid-19	17
Les patients asymptomatiques	18
Conclusion	20

Chapitre II Matériels et méthodes

Introduction.....	22
Epidémiologie.....	22
Types d'enquêtes épidémiologiques (Type d'étude)	22
Enquêtes descriptives	22
Enquêtes de prévalence.....	22
Enquêtes d'incidence	23
Enquêtes analytiques (ou analytiques).....	23
Facteurs de risque.....	23
Densité de population.....	23
Genre.....	24
Âge	24
Proportion de pauvreté	24
Population et période l'étude	24
L'analyse des données.....	27
Analyse Statistique Quantitative.....	27
Indicateurs numériques	27
Représentations graphiques	28
Test d'hypothèse.....	29
Etapas d'un test d'hypothèse.....	29
Test de comparaison de deux proportions	31
Test du Khi deux (χ^2)	31
Test de corrélation de Pearson	32

Conclusion.....	34
Chapitre III Résultats et discussions	
Introduction.....	35
Analyses statistiques des données.....	35
Analyses quantitatives	35
Facteurs socioéconomiques.....	35
Zone Géographique.....	39
Evolution de la propagation de la pandémie de COVID19.....	40
III.2.4. Impact de la température sur la propagation de la pandémie	44
Tester l'hypothèse de l'impact des facteurs socioéconomiques sur la propagation de COVID19	45
Relation entre l'âge et la vulnérabilité au COVID19	45
Relation entre la pauvreté et la vulnérabilité au COVID19.....	47
Relation entre le genre et la vulnérabilité au COVID19	49
Relation entre le genre et la vulnérabilité au COVID19	51
III.4.2. Comparaison de l'Algérie et l'Inde	54
Conclusion.....	60
Conclusion Générale.....	61
Références bibliographiques.....	62



Introduction générale

La COVID-19 (Corona Virus Disease 2019) est une infection respiratoire virale apparue en 2019 en Chine. Le virus qui en est responsable est le SARS-CoV-2, qui appartient à la famille des Coronavirus.

Les Coronavirus constituent une vaste famille de virus qui peuvent infecter l'homme ou l'animal. Chez l'homme, quatre coronavirus sont responsables de 15 à 20 % des rhumes et rhinopharyngites. De plus, ils sont à l'origine du SRAS (qui a sévit en 2012-2013 et disparu depuis) et du MERS, une infection rare qui existe de manière sporadique au Moyen-Orient depuis 2014. [1]

L'épidémie de 2019-nCoV est toujours en cours, car sa propagation a varié selon les pays Selon différents facteurs. Cependant, la relation entre ces différents types des facteurs et la prévalence de l'infection sont encore mal connus.

Le but de ce travail est Mener une étude statistique pour explorer l'influence de certains facteurs sur transmission et mort du COVID-19.

Cette étude explore également la relation entre ces facteurs et la survenue du COVID-19 montre également leur impact facteurs sur la dynamique de propagation de l'infection.

Le premier chapitre consacré à une synthèse bibliographique, nous avons discuté l'aspect général des virus, plus particulièrement le covid-19 apparu dernièrement.

Nous parlerons aussi dans la deuxième partie sur les différentes méthodes statistiques qu'on a utilisées pour explorer l'impact de certains facteurs sur la transmission et les cas décès du covid 19. À cette fin, nous réalisons une analyse statistique avec les trois objectifs suivants.

- a.** Utiliser un ensemble de données de diverses caractéristiques de différents pays. Cet ensemble de données comprend des facteurs socio-économiques,
- b.** Analyser la variation de la propagation de l'infection COVID-19 et des taux de mortalité à l'aide d'un ensemble de méthodes d'analyse.
- c.** Classer les principaux facteurs discriminatoires en fonction du score d'importance dérivé d'une étude statistique.

Les résultats et les analyses de cette étude seront interprétés et discutés dans la troisième partie.



Chapitre I

Synthèse bibliographique

Introduction

Ce chapitre présente ce que sont les virus qui peuvent infecter les hommes, les animaux, les plantes et les bactéries. Pour apprendre à s'en protéger il faut voir de plus près comment ces entités biologiques pénètrent dans l'organisme humain et quelles sont les différentes voies possibles, leurs structures, et leurs stratégies de réplication, leurs caractéristiques épidémiologiques, leurs modes de transmission et par conséquent quels sont les comportements à respecter pour les éviter. En plus, on présente en détail le virus de COVID19, ces différentes variétés, ainsi que leur mode de transmissions.

Qu'est-ce qu'un virus ?

Les virus sont des entités biologiques infectieuses définies par leurs propriétés de structure et de réplication à l'intérieur des cellules. Les virus sont donc totalement différents des bactéries ou des parasites, qui sont des cellules, ce que ne sont pas les virus. Sa taille varie de 10 à 400 nanomètres, ce qui est encore plus petit qu'une bactérie [2].



Figure 1. Observation d'un virus par un microscope [3].

Structure d'un virus

Ils ont une structure spécifique comportant trois éléments : **Génome (l'acide nucléique)**, la **capside** et l'**enveloppe**, cette dernière étant présente seulement pour les virus enveloppés et absente des virus nus [4].

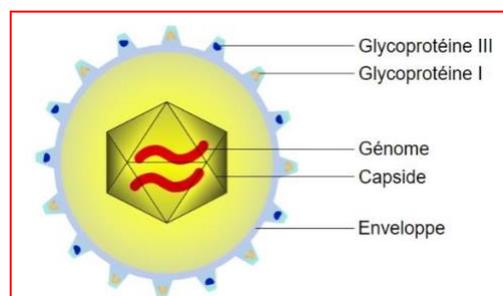


Figure 2. Les éléments d'un Virus [5].

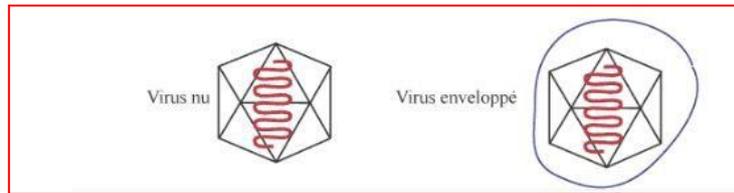


Figure 3. Types de Virus [7].

Génome

Un virus comporte toujours un génome qui est de l'ADN ou de l'ARN.

La capside

Le génome est emballé dans une structure protéique appelée CAPSIDE, d'un mot grec, capsa, signifiant boîte. La capside **protège** le génome. Elle a une conformation géométrique qui, selon le virus est, soit tubulaire, soit polyédrique [6]. On appelle **nucléocapside** la structure compacte formée par l'assemblage de la capside autour du génome [6].

Enveloppe

D'un mot grec signifiant manteau, c'est l'élément le plus externe de certains virus et ne se retrouve pas chez tous ces micro-organismes. Généralement, la présence ou l'absence d'enveloppe détermine le mode de transmission des maladies [6] [8].

Virus à péplos

La présence d'une péplos rend le virus très fragile. Les virus à enveloppe vont dégrader rapidement leur enveloppe et du même coup perdre leur pouvoir infectieux ne vont pas survivre longtemps dans le milieu extérieur car ils vont être inactivés par deux facteurs : la température, même la température ordinaire, et la dessiccation [6] [8].

Dans le tube digestif, la péplos est rapidement dégradée par les enzymes digestives et le pH acide de l'estomac.

Exemples : les virus de la grippe, les virus de la famille des *Herpesviridae*.

Virus nus

Ce sont les virus sans péplos, qui ont seulement un génome et une capside (capside icosaédrique), résistent beaucoup plus longtemps dans le milieu extérieur et le tube digestif [6] [8].

Exemples : les poliovirus, le virus de la fièvre aphteuse.

Réplication virale intracellulaire d'un virus

Les virus se multiplient à partir de leur seul matériel génétique par un processus de réplication et non par croissance et division comme les bactéries ou les cellules [7][9].

Un virus a obligatoirement besoin d'une cellule pour pouvoir se répliquer et survivre.

Ceci se produit par le virus en insérant son matériel génétique en cellules hôte, cooptant les protéines pour produire les répliques virales, jusqu'à ce que la cellule éclate du grand volume de particules virales neuves [7][9].

La réplication leur permet de se reproduire et d'infecter d'autres cellules. Celle-ci se fait en plusieurs étapes [7][9]:

La première est l'adhésion du virus à une cellule de l'hôte. Une fois qu'il pénètre dans la cellule, il libère son matériel génétique (ADN ou ARN). Ensuite, le matériel génétique du virus prend le contrôle de la cellule. La cellule se met à produire tous les éléments nécessaires à la création de nouveaux virus, identiques à celui qui a infecté la cellule. Les éléments créés par la cellule s'assemblent afin de former les nouveaux virus. Ces « nouveau-nés » quittent la cellule hôte pour aller infecter d'autres cellules. Ces étapes se répètent autant de fois qu'ils infectent une cellule.

Réplication dans l'organisme humain

Après pénétration dans l'organisme humain, le virus se multiplie près de la porte d'entrée, dans un site primaire [10].

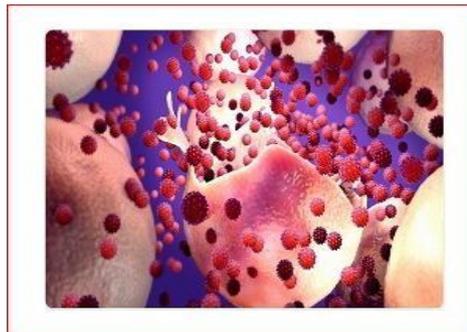


Figure 4. Pénétration d'un Virus dans un organisme [11].

Une infection localisée : est une infection qui peut ne pas dépasser le site d'entrée.

Une infection généralisée : est une infection qui peut s'étendre par voie sanguine, lymphatique ou nerveuse, et atteindre un organe cible à distance du site primaire de multiplication.

Période d'incubation : c'est quoi ?

La période d'incubation d'un virus correspond au délai entre l'entrée du virus dans l'organisme et le développement de la maladie, c'est-à-dire l'apparition des premiers symptômes [10].

Transmission des virus

Sources des virus

Pour les virus humains, la source de virus est le plus souvent un homme infecté. Tous les sujets, symptomatiques ou asymptomatiques, infectés de façon aiguë ou chronique, peuvent transmettre les virus dans la mesure où des particules virales ou des cellules infectées sont présentes en quantité suffisante dans leurs sécrétions [12]. Les sujets porteurs asymptomatiques ou en phase d'incubation constituent le danger le plus important car non identifié. Les collectivités humaines à haute densité de personnes sont un milieu particulièrement propice pour la propagation des infections virales. Ainsi, le personnel de santé peut être un maillon de la chaîne épidémique, en particulier pour les infections transmises par voie respiratoire ou digestive. Cependant, la présence de virions ou de cellules infectées dans un fluide biologique humain ne signifie pas forcément que le virus peut être transmis par ce fluide [12]. D'autres facteurs tels que la charge virale, la présence de facteurs inhibiteurs ou, au contraire favorisants, dans le même fluide biologique, la susceptibilité du receveur sont susceptibles de moduler la transmissibilité du virus. En fin de compte, cette transmissibilité n'est démontrée formellement que par des études épidémiologiques [13].

La source de virus peut aussi être un animal infecté. La transmission à l'homme se fait directement, par exemple par morsure, indirectement au contact de déjections contaminées, ou met en jeu un vecteur arthropode qui sert de relais actif (le virus se réplique à l'intérieur du vecteur) entre l'animal et l'homme. Cette transmission de l'animal à l'homme est bien connue pour des virus comme les virus de la rage, de la grippe, de la fièvre jaune [13].

Mode de transmission

Un virus peut être transmis par diverses voies. On distingue deux types de transmission [12]:

- a. **Transmission horizontale** : c'est une transmission entre deux individus distincts qui se fait essentiellement par voie percutanée ou à travers une muqueuse.
- b. **La transmission verticale** : c'est une transmission d'un parent à son enfant avant la naissance se fait par voie Transplacentaire, génitale ascendante ou plus rarement lors de la fécondation.

La Table 1 présente plusieurs modes de transmission.

Quelques maladies virales connues

La GRIPPE SAISONNIERE

Est causée par le virus **influenza**. La contamination se fait par les voies aériennes, et entraîne en général une fatigue intense, de fortes fièvres et des douleurs musculaires. La **grippe saisonnière** est une infection virale respiratoire très contagieuse. La grippe saisonnière est une infection virale aiguë provoquée par un virus grippal [14].

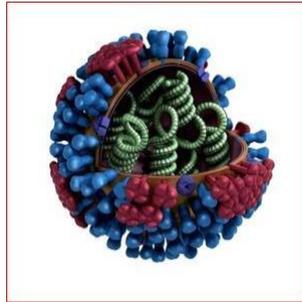


Figure 5. Virus de la GRIPPE SAISONNIERE

Le SIDA (virus de l'immunodéficience humaine : VIH)

Est causé par le **Virus de l'Immunodéficience Humaine**. Il est **sexuellement transmissible**, mais il se transmet **aussi par le sang** ainsi que par **le lait maternel**. Il affaiblit le système immunitaire de la personne infectée, qui ne peut presque plus se défendre. Ainsi, celle-ci aura plus facilement tendance à être contaminée et à ne pas pouvoir se défendre contre de nouvelles infections [14].

Ce qui distingue le VIH des autres virus, c'est qu'il atteint au système immunitaire en prenant le contrôle des cellules T CD4. Ces dernières ont pour rôle de coordonner la réponse immunitaire lorsqu'un virus se présente. Lorsque le VIH utilise les cellules CD4 pour se propager, il les endommage et les détruit. Ce faisant, le VIH mine de l'intérieur du système immunitaire qui a pour rôle de le combattre (voir le schéma).

Virus	Contact avec muqueuse				Effraction cutanée ou muqueuse				
	Respiratoire	Digestive	Génitale	Oropharyngée, oculaire	Blessure, piqûre	Vecteur arthropode	Sang	Greffe	Maternofoetale
Adénovirus	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Herpèsvirus simplex	-	-	+	+	-	-	-	-	+
Varicelle-zona	+	-	-	+	-	-	-	-	+
Cytomégalovirus	-	-	+	+	-	-	+	+	+
Herpèsvirus 6	-	-	-	+	-	-	-	+	+
Virus Epstein-Barr	-	-	-	+	-	-	+	+	-
Papillomavirus humain	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Parvovirus B19	+	-	-	-	-	-	+	-	+
Vaccine	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Virus de l'hépatite B	-	-	+	+	+	-	+	+	+
Poliovirus	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Virus de l'hépatite A	-	+	-	-	-	-	(+)	-	-
Rhinovirus humain	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Norovirus humain	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Astrovirus humain	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Coronavirus humain	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Virus de la fièvre jaune	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Virus de la dengue	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Virus de l'hépatite C	-	-	?	-	+	-	+	+	-
Virus de la rubéole	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Virus de la rage	-	-	-	+	+	-	-	+	-
Virus parainfluenza	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Virus de la rougeole	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Virus des oreillons	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Virus respiratoire syncytial	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Virus Ebola	?	-	-	+	+	-	+	-	-
Virus de la grippe A	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Virus Hantaan	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Virus de la fièvre de la vallée du Rift	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Virus Lassa	(+)	-	-	+	+	-	+	-	-
Réovirus humain	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Rotavirus humain	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Virus de la fièvre à tique du Colorado	-	-	-	-	-	+	-	-	-
HTLV	-	-	+	+	-	-	+	+	-
Virus de l'immunodéficience humaine	-	-	+	+	+	-	+	+	+
Virus de l'hépatite delta	-	-	-	-	+	-	+	-	-

Tableau 1. Exemple de modes de transmission des virus humains [12].

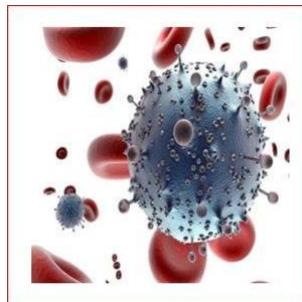


Figure 6. Virus de SIDA [16]

Le ZIKA

Provoque dans la majorité des cas une fièvre qui disparaît après une semaine. Il est particulièrement dangereux lorsqu'il infecte un nouveau-né. En effet, il provoque très souvent une **microcéphalie**, qui donne lieu à de nombreux déficits psychomoteurs. Il se transmet par le **moustique tigre**, tout comme le **chikungunya** et la **dengue** [14].

Le virus Zika est un microbe transmis par la piqûre de moustique tigre, un moustiquetropical. Les symptômes de la maladie ressemblent à la grippe : fièvre, maux de tête, courbatures, boutons et conjonctivite. Il n'existe pas de vaccin ni de traitement. Le malade prend du paracétamol pour faire baisser la fièvre et au bout d'une semaine,

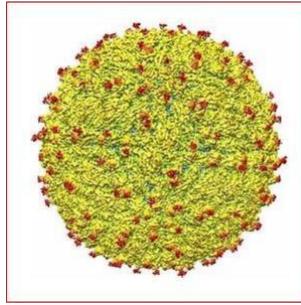


Figure 7. Virus de ZIKA [17].

La ROUGEOLE

Causée par un virus de la famille des **paramyxoviridés**. Cette maladie est une des principales causes de mortalité infantile dans le monde. La transmission de la rougeole se fait par les gouttelettes de salive, et provoque souvent des boutons rouges sur tout le corps [18].

La rougeole est une **maladie virale extrêmement contagieuse**, à transmission interhumaine. Ce n'est pas une maladie strictement infantile.

Elle touche essentiellement les enfants, mais se voit également chez les adolescents et les adultes.

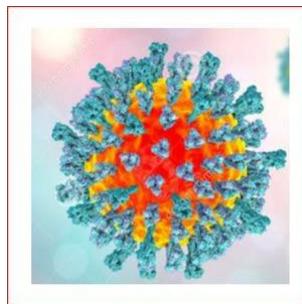


Figure 8. Virus de la ROUGEOLE

LA FIEVRE JAUNE

Provoquée par le virus du même nom que la maladie. Il se transmet par les piqûres de moustiques. De manière générale, la personne infectée a de la fièvre et des douleurs musculaires. Parfois, la fièvre peut survenir avec une **jaunisse**, ainsi qu'une **atteinte sévère d'organes** tels que le foie et les reins [18].

La fièvre jaune est une infection virale, transmise par un moustique. Elle concerne davantage les personnes en voyage dans les pays les plus exposés.

Cette infection est largement répandue dans certaines régions d'Afrique, de l'Amérique du Sud et Centrale ou encore aux Caraïbes. Un vaccin préventif permet de limiter la fièvre jaune.

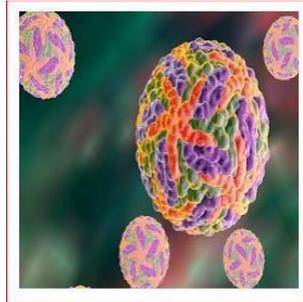


Figure 9. Virus de la FIEVRE JAUNE [20].

Qu'est-ce qu'une pandémie ?

Une épidémie : maladie infectieuse qui se propage par contagion et qui atteint un grand nombre de personnes[21].

On parle de pandémie en cas de propagation mondiale d'une nouvelle maladie [21]. L'épidémie de coronavirus est devenue une pandémie le 11 mars comme annoncé par l'OMS ce même jour, dépassant la barre des 100 pays infectés dans toutes les zones du globe. La grande majorité de la population n'étant pas immunisée contre ce nouveau virus, son impact et sa gravité sont potentiellement plus élevés que dans le cas d'un virus déjà connu. A ce jour 188 pays et territoires du monde sont touchés (sur 198 reconnus par l'ONU) [22].

Voici les épidémies les plus importantes qui se sont propagées dans le monde au vingtième siècle [23]:

Tableau 2. Liste des épidémies les plus importantes au vingtième siècle.

Date	Nom	Transmission	Symptômes
2002-2004	Épidémie de SRAS	Voie aérienne, Inhalation d'un aérosol, Contact direct avec une personne infectée, Contact indirect par des objets contaminés	Forte fièvre de plus de 38°C, De la toux, Des frissons, Des douleurs musculaires, Des maux de tête, Un malaise général, Des difficultés à respirer et parfois des diarrhées.

2008-présent	Épidémie de rougeole	Contact direct entre personnes Aération de sécrétions nasales ou oropharyngées livrées par une personne contaminée,	Forte fièvre, Le catarrhe oculo-nasal,
2008–2020	Épidémie de choléra au Zimbabwe	L'absorption standard la bouche d'eau ou d'aliments contaminés, Les selles diarrhéiques libérées en grande quantité sont responsables de la prolifération des bacilles dans l'environnement et de la transmission oro fécale.	Violentes diarrhées, Vomissements Sans fièvre,
Avril 2009- Août 2010	Grippe A (H1N1) de 2009	Contact d'homme à homme (direct et indirect), Voie aérienne, Contact avec des objets contaminés, Les lieux confinés, très fréquentés comme le transport, le métro sont très propices à cette transmission.	Des courbatures; Des frissons; Une toux; La fatigue; Une fièvre; Des maux de tête; Une perte d'appétit; Un mal de gorge.
2019– présent	Pandémie de Covid-19	Les infections respiratoires peuvent être transmises par des gouttelettes,	Fièvre (71 % – 89 %); Toux, généralement sèche (56 % – 80 %); Fatigue ou asthénie (29 % –

		<p>Transmis entre les personnes par des gouttelettes respiratoires et des voies de contact, La transmission aérienne n'a pas été signalée, Transmission par des formations dans l'environnement immédiat autour de la personne infectée, Contact direct avec des personnes infectées, Contact indirect avec des surfaces dans l'environnement immédiat ou avec des objets utilisés sur la personne infectée,</p>	<p>46 %); Agueusie ou dysgénésie (44 %); Anosmie brutale (35 %).</p>
--	--	--	--

La pandémie de covid19

Le COVID-19 est une maladie nouvelle, provoquée par un coronavirus nouveau qui n'avait jamais été vu chez l'humain [24]. Cette maladie infectieuse est une zoonose, dont l'origine est encore débattue, qui a émergé en décembre 2019 dans la ville de Wuhan, dans la province du Hubeien Chine. Elle s'est rapidement propagée, d'abord dans toute la Chine, puis à l'étranger provoquant une épidémie mondiale [25].

Covid-19 fait référence à « Coronavirus Disease 2019 », la maladie provoquée par un virus de la famille des Coronaviridae, ont été divisés en 4 genres appelés ALPHA-, BETA-, GAMA -

DELTA CORONAVIRUS le SARS-CoV-2(3) [26].

<i>Alphacoronavirus</i>	<i>Betacoronavirus</i>	
HCoV-229E (1966)	Clade A	HCoV-OC43 (1967)
HCoV-NL63 (2004)		HCoV-HKU1 (2005)
	Clade B	Sars-CoV (2003)
		Sars-CoV-2 (2019)
	Clade C	Mers-CoV (2012)

Figure 10. Classification des coronavirus humains.

Le sort Beta coronavirus est également subdivisé en 4 clades nommés A, B, C et D. Le MERS-CoV a été classé dans le clade C, sur la base d'une analyse phylogénétique réalisée à partir des domaines les plus conservés de son génome, en agreement avec les modalités de définition d'une nouvelle espèce de Coronavirinae [27]. L'analyse phylogénétique a ainsi mis en évidence une forte identité nucléotidique lors de la comparaison avec 2 coronavirus de chiroptère, les *Tylosycteris bat coronavirus HKU4* (Ty-batCoV HKU4) et *Pipistrellus bat coronavirus HKU5* (Pi-batCoV HKU5), décrits antérieurement et définissant le clade C [28]. Les Coronavirinae sont des infections à ARN positif monocaténaire, non segmenté, dont la taille est d'approximativement 30 kilo bases (kb) [figure1] [29].

Les coronavirus sont des particules enveloppées, pléomorphes ou sphériques [30], sont des virus enveloppés, plutôt sphériques, d'un diamètre compris entre 80 et 200 nm. Les protéines S (Spike) forment une large couronne à leur surface, d'où le préfixe latin corona. Les protéines N, étroitement liées à l'acide ribonucléique (ARN) génomique, forment la nucléocapside. Les protéines M et E constituent la matrice et l'enveloppe (**Figure 11.**) [30].

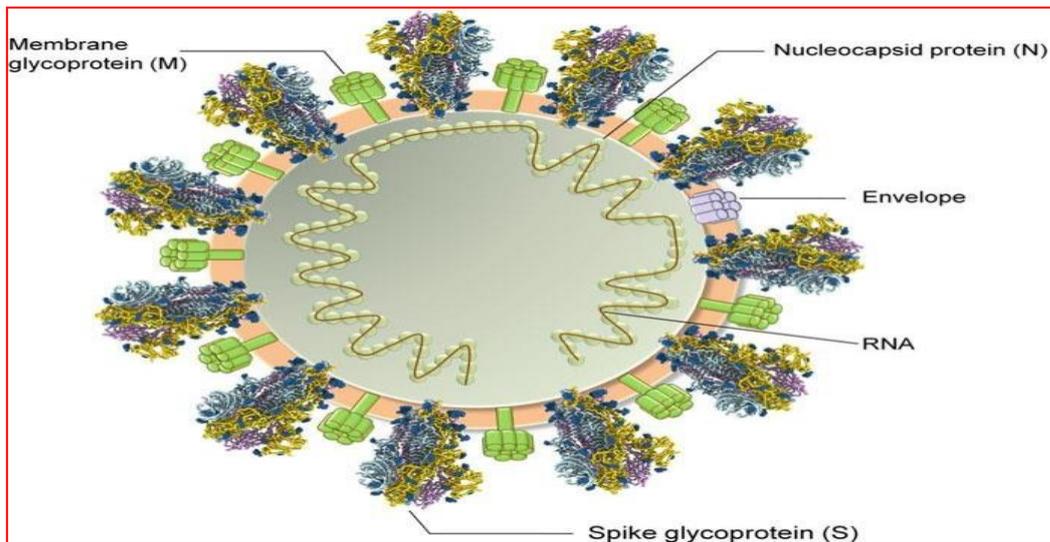


Figure 11. Structure de coronavirus.

Différents variant de Covid 19

Ces variantes présentent des modifications qui sont réparties sur le génome viral, mais dont les modifications les plus importantes sont sur la protéine S (Spike) qui est la cible principale de la réponse immunitaire [32].

Variant anglais

Variant anglais du virus Sars-CoV-2, ou VOC202012/01 (variant of concern 202012\01) ou 20I/501Y.V1 aussi surnommé variant britannique [33] apparu au Royaume-Uni en septembre dernier mais dont la description a augmenté en fréquence jusqu'à atteindre aujourd'hui une proportion importante des souches séquencées au Royaume-Uni [34].

a. Symptôme du variant anglais

Le fait qu'il ait été rapporté que les virus de la seconde vague, généralement appelés variantes, sont plus susceptibles de provoquer des symptômes d'infection des voies respiratoires supérieures, c'est-à-dire la toux et le rhume, pourrait faciliter la transmission entre les personnes. " Par exemple, s'il y a une augmentation de la toux et peut-être des éternuements associés à une variante de virus particulière, ces deux activités peuvent augmenter considérablement la quantité de virus qui est répandue dans l'environnement, le rendant ainsi "plus infectieux" " a déclaré Richard Tedder, chercheur principal en virologie médicale à l'Imperial Collège de Londres. Il n'y a aucune Preuve de différence dans les symptômes gastro-intestinaux, d'essoufflement ou de maux de tête, indiquent-ils par ailleurs [35].

b. Caractéristiques du variant anglais ?

Il est né d'une mutation du Sars-CoV-2, le virus de la Covid-19. Il fait partie de la famille des virus ARN, « des virus dont on sait qu'ils varient beaucoup », Le virus du Covid-19 est composé d'une séquence génétique de 30 000 nucléotides. Ces erreurs, ce sont les mutations [35].

«Beaucoup de mutations sont silencieuses et ne présentent pas de conséquences sur le fonctionnement du virus, poursuit-il. L'augmentation de la contagiosité explique que le virus britannique soit devenu dominant en l'espace de deux mois en Grande-Bretagne [36].

Les variant anglais est non seulement plus contagieux, mais aussi 64% plus mortel que le coronavirus classique. Pour 1000 cas détectés, il provoque 4,1 morts contre 2,5 pour le coronavirus classique [37].

Variant sud-africain

Le variant **501.V2** ou **B.1.351**, aussi appelé **variant sud-africain**, est un variant considéré comme hautement transmissible du SARS-CoV-2, coronavirus responsable de la Covid-19. Ce variant a été détecté en Afrique du Sud et son existence rendue publique par le département de la Santé de ce pays le 18 décembre 2020 [38]. Il a par la suite été observé également en Europe, dont le Royaume-Uni et la France [39], [40].

Le variant sud-africain serait une souche plus contagieuse du SARS-CoV-2, ce qui le rendrait plus difficile à contrôler et pourrait causer, arithmétiquement, plus d'hospitalisations et de décès. Le variant sud-africain 501.V2 semblerait être plus contagieux que le variant anglais VOC-202012/01[41].

Variant brésilien

Le variant VOC-202012/02, ou Variant of Concern 202012/02, voire B.1.1.248 (réaffecté par la suite en B.1.1.28), aussi surnommé « variant brésilien », est un variant du SARS-CoV-2, coronavirus responsable du Covid-19[42].

Les variantes VOC P.1 et P.2 ont évolué au Brésil à partir du même lignage (B.1.1.28) alors que le VOI N.9 dérive, lui, d'un autre lignage (B.1.1.33). Ce dernier est probablement apparu dans ce pays en août 2020 et s'est répandu dans différents états des régions Sud-est, Sud, Nord et Nord-est[43].

Le variant P.1 a été pour la première fois identifié au Japon chez des voyageurs en

provenance d'Amazonas, état du nord du Brésil. Il s'est rapidement diffusé à travers tout le Brésil depuis son identification le 11 janvier 2021. Il a ensuite été établi qu'il était déjà présent dans des échantillons biologiques collectés début décembre 2020. Des analyses phylogénétiques ont montré qu'il avait probablement émergé au début ou à la fin de novembre 2020. À Manaus, capitale de l'état de l'Amazonas, la fréquence du variant P.1 a très rapidement atteint les 73 % en janvier 2021.

À ce jour, les études ont estimé que le variant P.1 est 1,4 à 2,2 fois plus contagieux que la souche de référence. Au Brésil, le variant P.1 serait donc un peu plus contagieux que le variant anglais B.1.1.7 qui, lui, présente une transmissibilité accrue d'un facteur 2,3 par rapport à la souche historique de référence [43]

Variant indien

Le variant dit indien (B.1.617) a été détecté pour la première fois au Inde en octobre 2020 et a depuis diffusé dans de nombreux autres pays, dont le Royaume Uni. Le variant a évolué en quelques mois en trois lignées, appelées B.1.617.1, B.1.617.2 et B.1.617.3. Le variant B.1.617.2 est maintenant prédominant dans certaines régions indiennes et semble plus transmissible que les autres [44]. (Figure12)

3 sous-lignées	B.1.617.1	B.1.617.2	B.1.617.3
1 ^{re} détection	Inde		
Nombre de mutations de la protéine Spike	7 G142D, E154K, L452R, E484Q, D614G, P681R, Q1071H	8 T19R, G142D, del157/158, L452R, T478K, D614G, P681R, D950N	6 T19R, L452R, E484Q, D614G, P681R, D950N
Mutations sur le domaine de liaison au récepteur (RBD)	L452R E484Q	L452R T478K	L452R E484Q
Transmission	Données préliminaires au Royaume-Uni : +40% plus transmissible que B.1.1.7 (haut niveau de confiance)		
Sévérité du COVID-19	Pas encore de données chez l'Homme		
Echappement immunitaire in vitro	<ul style="list-style-type: none"> Réduction de la neutralisation d'un facteur 2 (Covaxin) à <10 (Moderna/Pfizer) pour les sérums des vaccinés Réduction d'un facteur 2-6,5 pour le sérum des sujets précédemment infectés 		
Efficacité vaccinale	Pas encore de données		

Figure 12. Point sur le variant indien b.1.617 [45].

Comment se propage le coronavirus

Il n'est pas encore clairement établi avec quelle facilité le COVID-19 se transmet d'une personne à l'autre. Les coronavirus humains se transmettent le plus souvent d'une personne infectée à d'autres [46] par de minuscules gouttelettes qui se propagent dans l'air lorsqu'une personne infectée tousse ou éternue [47]. Ces gouttelettes peuvent également atterrir sur des surfaces autour de la personne atteinte du COVID-19. Le coronavirus se transmet d'une personne à l'autre Lorsque

les gens inhalent ces petites gouttelettes, ou lorsque les gens touchent quelque chose qui contient des gouttelettes de coronavirus, puis se touchent les yeux, le nez ou la bouche [48]. (Figure13).



Figure 13. La transmission du covid-19 par des minuscules particules de virus en suspension dans l'air [49].

Cette transmission est similaire à la façon dont la grippe et d'autres infections respiratoires se propagent. En attendant d'en savoir plus sur la facilité avec laquelle le COVID-19 se propage entre les personnes, les prestataires de soins de santé peuvent porter des équipements de protection individuelle spéciaux (par exemple, des masques et des lunettes de protection) lors de l'évaluation d'un patient s'il y a lieu de craindre une infection par le COVID-19. [46]

Les symptômes du Covid-19

Les personnes infectées par COVID-19 ont présenté un large éventail de symptômes, allant de légers à graves, et variant d'une personne à l'autre. Les symptômes peuvent apparaître 2 à 14 jours après l'exposition. Tout le monde peut présenter des symptômes selon ses différents. [50] [figure8] [51]

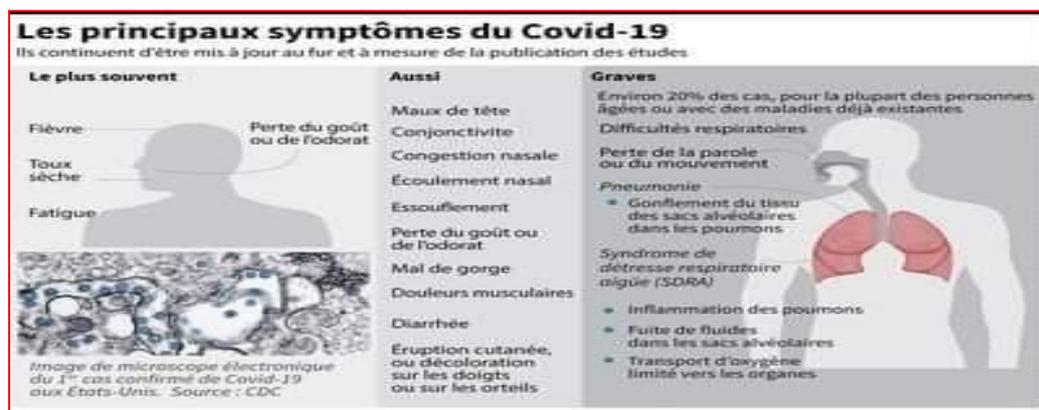


Figure 14. Les différents symptômes du coronavirus.

Les symptômes du Covid sont répartis comme suit [52]:

a. Les symptômes similaires à ceux de la grippe sont :

- La fièvre ou la sensation de fièvre (frissons, chaud-froid).
- La toux.
- Des maux de tête, courbatures, fatigue inhabituelle.
- Une perte soudaine de l'odorat sans obstruction nasale, une disparition totale du goût.
- Une diarrhée.
- Des difficultés respiratoires.

b. Les symptômes Covid-19 : les moins courants

- Une congestion nasale.
- Une conjonctivite.
- Des maux de gorge.
- Des douleurs articulaires.
- Des éruptions cutanées.
- Des nausées et vomissements.

c. Les principaux symptômes digestifs associés au coronavirus sont :

- La perte d'appétit.
- Les nausées.
- Les vomissements.
- La diarrhée.
- Les douleurs abdominales.

Les patients asymptomatiques [53]

Une étude menée par une équipe chinoise du département de pathologie de l'hôpital de Zhongnan le 27 mai 2020 a conclu qu'il existe des porteurs sains, Là où 33 des 78 patients ont été

retrouvés asymptomatiques, cela représente 42,3% des volontaires. Selon les perceptions des scientifiques et publiées dans la revue JAMA :

- Il s'agissait majoritairement de femmes (66,7%).
- L'âge médian était de 37 ans contre 56 ans pour les cas symptomatiques.
- Une seule personne souffrait d'une maladie du foie.

a. Les personnes concernées par un risque de forme grave de Covid-19 sont [54]:

- Les personnes âgées de 65 ans et plus.
- Les personnes ayant des problèmes cardiaques.
- Les personnes ayant un diabète non équilibré.
- Les personnes en obésité (IMC>30).
- Les personnes immunodéprimées.
- Les personnes atteintes d'une maladie complexe (motoneurone, myasthénie, sclérose en plaque, maladie de Parkinson et ainsi de suite) ou d'une maladie rare.
- Les femmes au troisième trimestre de grossesse.

b. Les symptômes qui devraient conduire à un contact sont [55] [56]:

Il est conseillé aux personnes ayant des difficultés respiratoires de contacter le service de COVID,

c. Les symptômes de la forme grave de Covid-19 [55] [56]:

- Essoufflement.
- Perte d'appétit.
- Douleurs ou sensation d'oppression persistante dans la poitrine.
- Température élevée (supérieure à 38° C).

d. D'autres signes sont moins courants [56]:

- Irritabilité.

-Altération de la conscience (parfois associée à des crises).

-Troubles anxieux.

-Dépression.

-Troubles du sommeil.

-Complications neurologiques plus graves et plus rares : accidents vasculaires cérébraux, encéphalite délire et lésions nerveuses.

Conclusion

Tous les virus ont leurs propres caractéristiques épidémiologiques et leur mode de transmission. Le virus Corona est actuellement l'ennemi numéro un des humains car il continue de balayer le monde, infectant et tuant des millions de personnes jusqu'à présent. Les autres maladies de la liste sont également mortelles et peuvent constituer une menace si aucune mesure préventive n'est prise.



Chapitre II

Matériels et méthodes

Introduction

Ce chapitre présente les données et les méthodes statistiques qu'on a utilisées pour explorer l'impact de certains facteurs sur la transmission et la mortalité du COVID-19. Cette étude explore également la relation entre ces facteurs et l'incidence de COVID-19 et montre également l'effet de ces facteurs sur la dynamique de propagation de l'infection.

Epidémiologie

L'épidémiologie est une discipline scientifique qui a comme objectif d'étudier la distribution d'une maladie et de leurs déterminants dans les populations humaines. L'épidémiologie procède par enquêtes d'observation. Le but d'une enquête est de faire un lien entre une maladie et un facteur dit ici facteur d'exposition. Réaliser une enquête épidémiologique consiste à décrire une maladie et les facteurs contribuant ou aggravant la situation [57].

Types d'enquêtes épidémiologiques (Type d'étude)

Enquêtes descriptives

Les enquêtes descriptives décrivent la distribution des maladies et des facteurs de risque dans les populations [58].

Exemple: prévalence du SIDA, mortalité par cancer du sein en Isère, prévalence du tabagisme chez les adolescents).

Enquêtes de prévalence

Ce sont des enquêtes transversales qui estiment le nombre de cas réels ayant été infectés par le virus dans une population à un instant donné, et permettre ainsi d'évaluer le nombre de personnes asymptomatiques dans la région d'étude [58].

Exemple : enquête de prévalence « un jour donné » des infections nosocomiales en établissements de santé).

Le taux de prévalence est le rapport du nombre de cas recensés sur l'effectif de la population à un instant donné :

$$P = M/N \text{ (compris entre 0 et 1)}$$

M = nombre de cas (malades)

N = nombre total de sujets (malades + non-malades)

Enquêtes d'incidence

Ce sont des enquêtes qui estiment le nombre de nouveaux cas de maladie dans une population, pendant une période donnée [58][59].

Exemple: registres des cancers présents dans certaines régions.

Le taux d'incidence est le rapport du nombre de nouveaux cas de maladie recensés au nombre de personnes susceptibles d'être atteintes dans la population, pendant une période donnée.

$$TI = M/PT$$

M = nombre de nouveaux cas (malades) pendant la période d'étude

PT = nombre de personnes-temps (personnes-années, le plus souvent)

On parle, par exemple, d'un taux d'incidence annuel de 10 cas pour 100 000 personnes-années.

Enquêtes analytiques (ou analytiques)

Les enquêtes étiologiques analysent les relations entre l'exposition à un facteur de risque et une maladie. Les enquêtes étiologiques consistent à comparer deux groupes différant soit sur la présence de la maladie, soit sur la présence du facteur de risque [58][59].

Facteurs de risque

Un facteur de risque est une caractéristique associée à une probabilité plus élevée de maladie. La question de la causalité d'une relation entre un facteur et une pathologie intervient après l'objectivation d'une association statistiquement significative. Il s'agit de savoir si l'association mise en évidence correspond à une relation de cause à effet. Dans notre travail, nous étudions l'influence des facteurs socio-économiques sur la dynamique de la pandémie de COVID-19. Le groupe de facteurs potentiels est le suivant [60].

Densité de population

La densité de population peut être définie comme une mesure du nombre moyen d'individus par unité de zone géographique. Théoriquement, plus la densité de population est élevée, plus les maladies peuvent se propager rapidement. Ceci est expliqué par le fait que la surpopulation augmente la pollution de l'air. Par conséquent, la densité de population est considérée parmi les facteurs clés qui déterminent la vulnérabilité d'un endroit spécifique au virus. Dans notre travail, nous testons l'hypothèse selon laquelle dans les villes très densément peuplées, le nombre relatif d'infections et de décès par COVID-19 serait plus important que dans les zones non métropolitaines.

Genre

Nous cherchons à savoir si les hommes et les femmes sont également susceptibles de contracter le COVID-19, ou si l'un d'entre eux présente un risque plus élevé d'être touché par le COVID-19 ou de décéder. Le genre pourrait aider à expliquer pourquoi.

Âge

Nous étudions la proportion de cas de pandémie de COVID-19 dans différentes classes d'âge. Nous testons les possibilités si les enfants ont une sensibilité plus faible à l'infection, une propension plus faible à présenter des symptômes cliniques ou les deux. Nous évaluons la susceptibilité à l'infection chez les individus de différentes classes d'âge. Au milieu de la pandémie de la maladie Covid-19, l'accent a d'abord été mis sur les personnes âgées ou celles qui ont des problèmes de santé préexistants tels que l'obésité, l'hypertension et le diabète comme étant à haut risque de contracter et/ou de mourir de Covid-19.

Proportion de pauvreté

L'objectif de l'analyse est de comprendre si les inégalités systémiques préexistantes pouvaient être liées à des taux d'infection COVID-19 plus élevés. Nous étudions la propagation des infections et des décès par COVID-19 par niveau de pauvreté du comté. Au début de la pandémie, les comtés avec des niveaux de pauvreté très bas ou très élevés ont signalé le plus grand nombre de cas.

Population et période l'étude

Cherchant à comprendre les mécanismes de propagation du COVID-19 dans les zones les plus touchées au monde, les taux d'infection au COVID-19 du 13 décembre 2019 au 14 décembre 2020 ont été analysés [61][62]. Nous avons utilisé les données des cas et des décès confirmés cumulés de COVID-19. Les données de cinq pays : L'Algérie, la Tunisie, Le Brésil, l'Inde, ont été utilisées comme études de cas, et leurs données ont été analysées comme exemples de pays avec la prévalence la plus élevée de COVID-19 [61][62]. En plus, les données quotidiennes mises à disposition par le ... pour la ville de New-York ont été utilisées pour évaluer les conditions socioéconomiques du genre, de l'âge, de la région, de la pauvreté du 18 mars 2020 au 06 juillet 2020 [63]. Les données pour les pays individuels examinés ici (L'Algérie, la Tunisie, le Brésil, L'Inde) sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 3. Distribution des cas positifs COVID19 (année 2020) dans la ville de New-York selon les différentes classes d'âge.

âge	Total Population Testé	Total Cas Positif
[0-5]	41392	11801
[5-13]	126960	39537
[13-18]	116061	41409
[18-25]	221916	69883
[25-35]	549182	145612
[35-45]	484287	143061
[45-55]	469695	153968
[55-65]	473679	156055
[65-75]	322021	103107
>75	194675	59765

Tableau 4. Distribution des cas positifs COVID19 (année 2020) dans la ville de New-York selon les différents niveaux de pauvreté.

	Total Population Testé	Total Cas Positif
Pauvreté-faible	606370	145119
Pauvreté-medium	1301634	392892
Pauvreté-élevée	726678	246820
Pauvreté-très-élevée	365554	139538

Tableau 5. Distribution des cas positifs COVID19 (année 2020) dans les différentes régions de la ville de New-York.

	Total Population Testé	Total Cas Positif
Boro Bronx	430321	151185
Boro Brooklyn	926976	301877
Boro Manhattan	615355	144310
Boro Queens	871755	283353
Boro StatenIsland	157738	44164

Tableau 6. Distribution des cas positifs COVID19 (année 2020) dans la ville de New-York selon le genre.

	Total Population Testée	Total Cas Positif
Femme	1653985	500497
Homme	1295024	410530

Tableau 7. Distribution des cas positifs COVID19 et de décès (année 2020) dans les cinq pays d'études : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, Italie.

Algérie

Population	Cas positif	Cas décès
Algérie	92102	2596

Tunisie

Population	Cas positif	cas décès
Tunisie	111361	3894

Brésil

Population	Cas positif	Cas décès
Brésil	6901952	181402

Inde

Population	Cas positif	Cas décès
Inde	9884100	143355

Tableau 8. Cas positifs COVID19 et décès, et température mensuelle (année 2020) en Algérie.

Mois	Température mensuelle moyenne	cas positif	décès
Janvier	13.7	0	0
Février	14.2	1	0
Mars	16	583	35
Avril	17.3	3264	409
Mai	19.9	5419	202
Juin	23.2	4304	259
Juillet	27	16260	295
Aout	27.8	14315	301
Septembre	25.1	7222	225
Octobre	22.9	6283	230
Novembre	17.6	24570	454
Décembre	16.9	9881	186

L'analyse des données

Une analyse statistique des données a été menée en utilisant les cas confirmés positifs et de décès de COVID-19 pour fournir des informations sur la propagation de COVID-19 dans les zones d'étude au fil du temps pour prédire les schémas d'infection au COVID-19 dans ces pays. L'analyse des données a comme objectif de tester les effets des facteurs socio-économie sur l'augmentation de l'infection au COVID-19. Plus précisément, une analyse statistique quantitative, test de Mann-Whitney, test de Kruskal-Wallis, test de Khi deux, et un test de corrélation de Pearson ont été effectués pour évaluer les indicateurs potentiels qui pourraient affecter et influencer l'incidence de COVID-19.

Analyse Statistique Quantitative

Indicateurs numériques

L'analyse quantitative fait référence à un ensemble de techniques statistiques qui peuvent décrire les propriétés générales d'une population en fonction d'une variable [64]. Les variables considérées ainsi que leurs types sont indiquées comme suit :

Variable	Type	Modalités
Age	Quantitative continue	[0 ; 5], [5 ; 12], [12 ; 17], [17 ; 24], [24 ; 34], [44 ; 54], [44 ; 54] , [54 ; 64] ; [64 ; 74], 74 et plus
Genre	Qualitative nominale	Homme, Femme
Pauvreté	Qualitative ordinale	Faible, moyenne, élevée, très élevée
Zone géographique	Qualitative nominale	\
Nombre de cas	Quantitative discrète	\
Nombre de décès	Quantitative discrète	\
Taux de Mortalité	Quantitative continue	\
Activité épidémique	Quantitative continue	\
Taux d'accroissement	Quantitative continue	\

Taux de Mortalité = Nb. Décès * 100/ Nb. Sujets positifs au SARS-CoV-2.

Activité épidémique (taux d'incidence) = nombre de personnes testées positives (RT-PCR et test antigénique) pour la première fois depuis plus de 60 jours / la taille de la population.

Taux d'incidence= Il est exprimé pour 100 000 habitants et permet de comparer des zones géographiques entre elles.

Taux d'accroissement = Nb. Cas ou Décès du jour * 100/ Nb. Cumulé de Cas ou Décès du jour précédent.

Les données ont été analysées en termes de valeurs minimales, maximales et moyennes, et d'écart types (SD). L'analyse quantitative comprend : (1) la distribution des fréquences, (2) la tendance centrale et (3) la dispersion.

Représentations graphiques

Suivant le type de variable, on a utilisé différents modes de représentation graphique [64].

Variable	Représentation graphique
Nouveaux cas, nouveaux décès, taux de mortalité, taux d'incidence, taux d'accroissement.	Diagramme en battons.
Cumul de cas.	Courbe cumulative
Corrélation entre deux variables	Diagramme de dispersion.

Test d'hypothèse

Un test d'hypothèse est un procédé d'inférence permettant d'accepter ou rejeter à partir de l'étude d'un ou plusieurs échantillons aléatoires, la validité d'hypothèses relatives à une ou plusieurs populations. Les méthodes de l'inférence statistique nous permettent de déterminer, avec une probabilité donnée, si les différences constatées au niveau des échantillons peuvent être imputables au hasard ou si elles sont suffisamment importantes pour signifier que les échantillons proviennent de populations vraisemblablement différentes [65].

Etapes d'un test d'hypothèse

Un test d'hypothèse consiste à déterminer entre quelles valeurs peut varier la variable aléatoire, en supposant l'hypothèse vraie, sur la seule considération du hasard de l'échantillonnage [65].

a. On pose une question

Le type de vaccin est-il efficace contre le COVID19 ?

b. On pose l'hypothèse nulle (H0) et hypothèse alternative (H1)

L'hypothèse selon laquelle on fixe à priori un paramètre de la population à une valeur particulière s'appelle l'hypothèse nulle et est notée H_0 . N'importe quelle autre hypothèse qui diffère de l'hypothèse H_0 s'appelle l'hypothèse alternative (ou contre-hypothèse) et est notée H_1 . C'est l'hypothèse nulle qui est soumise au test et toute la démarche du test s'effectue en considérant cette hypothèse comme vraie.

c. On fixe un seuil de signification du test

Le risque, consenti à l'avance, noté α , de rejeter à tort l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie, s'appelle le seuil de signification du test et s'énonce en probabilité ainsi :

$$\alpha = P(\text{rejeter } H_0 | H_0 \text{ est vraie}).$$

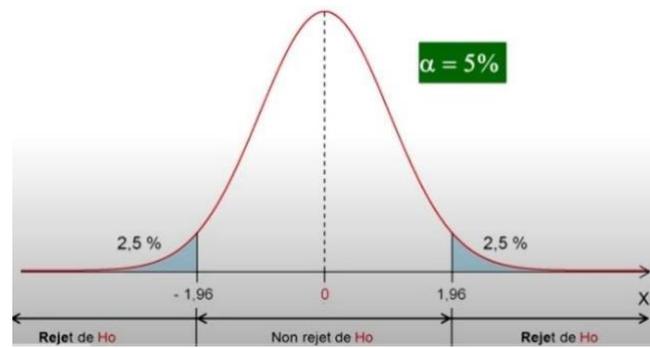


Figure 15. Zone d'acceptation et les zones de rejet de H_0 pour un seuil de signification standard $\alpha = 5\%$.

A ce seuil de signification, on fait correspondre sur la distribution d'échantillonnage de la statistique une région de rejet de l'hypothèse nulle (appelée également région critique). L'aire de cette région correspond à la probabilité α . Si par exemple, on choisit $\alpha = 0.05$, cela signifie que l'on admet d'avance que la variable d'échantillonnage peut prendre, dans 5% des cas, une valeur se situant dans la zone de rejet de H_0 , bien que H_0 soit vraie et ceci uniquement d'après le hasard de l'échantillonnage. Sur la distribution d'échantillonnage correspondra aussi une région complémentaire, dite région d'acceptation de H_0 (ou région de non-rejet) de probabilité $1 - \alpha$.

d. On détermine la statistique du test

Permettant de vérifier si ce qu'on teste est significatif ou non.

e. La règle de décision

Les règles de décision sont établies afin d'accepter ou rejeter l'hypothèse nulle H_0 . La conclusion qui sera déduite des résultats de l'échantillon aura un caractère probabiliste : on ne pourra prendre une décision qu'en ayant conscience qu'il y a un certain risque qu'elle soit erronée. Ce risque nous est donné par le seuil de signification du test.

On conclut au rejet ou non de l'hypothèse nulle en fonction du résultat de la comparaison de la valeur de la probabilité p_{value} au risque seuil alpha :

- Si $p_{\text{value}} \leq \alpha$, on rejette H_0 et on accepte H_1 ;
- Sinon si $p_{\text{value}} > \alpha$, on ne va pas pouvoir rejeter H_0 ; H_1 sera rejetée.

Remarques : les seuils de signification les plus utilisés sont $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.05$ et $\alpha = 0.01$.

Test de comparaison de deux proportions

Ce test permet de vérifier si les deux proportions d'échantillons observées sont-elles homogènes. Les différences observées entre p_{1obs} et p_{2obs} sont-elles significatives ou bien peuvent-elles s'expliquer par le hasard des fluctuations d'échantillonnage ? Donc le but est de tester de l'existence d'une éventuelle liaison entre 2 variables qualitatives : VQ1 et VQ2, chacune à 2 modalités [66].

Exemple :

Le fait d'être touché par le COVID19 (la vulnérabilité au COVID19) dépend t-il de lieu de résidence ?

Test du Khi deux (χ^2)

Le test du χ^2 (khi deux ou khi carré) permet de déterminer la nature d'une répartition (distribution) d'effectif, qui peut être continue ou discrète [67]. Il permet de :

- Contrôler l'indépendance de deux caractères dans une population donnée ;
- Contrôler l'homogénéité de deux échantillons pour un caractère donné ;
- Contrôler l'ajustement d'une distribution observé par rapport à une distribution théorique.

Ce test est intéressant lorsque nous nous intéressons aux relations entre deux variables nominales ou qualitatives. Par exemple, vous pouvez déterminer si la variable *Situation d'activité* est liée à la variable *Situation familiale*.

Spécifiquement, le test du χ^2 d'indépendance est utilisé lorsqu'on mesure deux variables aléatoires qualitatives dans une population et on veut savoir si ces variables sont indépendantes c'est-à-dire si la connaissance d'une des v.a. peut influencer la loi de probabilité de l'autre.

Exemple : On dispose de deux vaccins, Spoutnik V2 et Astrazeneca, contre le virus de COVID19. On souhaite évaluer si la nature du traitement influe sur la guérison des personnes ayant contacté ce virus. C'est-à-dire on demande si la guérison est-elle liée à la nature du traitement ?

Démarche :

Pour répondre à cette question, on applique un test d'indépendance de χ^2 [67].

Ce test s'applique à partir d'une table de contingence dans laquelle on croise les deux variables qualitatives catégorielles :

Etat du patient : Guéris, Non-guéris.

Type de vaccin : Spoutnik V2, Astrazeneca

a) Hypothèse nulle et hypothèse alternative

H₀ : la guérison ne dépend pas du vaccin suivi. Les deux variables sont indépendantes.

H₁ : la guérison dépend du vaccin suivi. Les deux variables sont dépendantes (il existe une liaison).

b) Construire le tableau de contingence.

c) Calcul du critère du χ^2 observé.

d) Détermination du degré de signification P_{val} .

e) Conclusion sur la liaison entre les deux variables.

Test de corrélation de Pearson

Ce test est utilisé pour évaluer une association (**dépendance**) entre deux variables. La corrélation est une statistique qui caractérise l'existence ou l'absence d'une relation entre deux échantillons de valeurs prise sur un même groupe de sujets [68].

On peut examiner la relation entre les variables à l'aide d'un nuage de points.

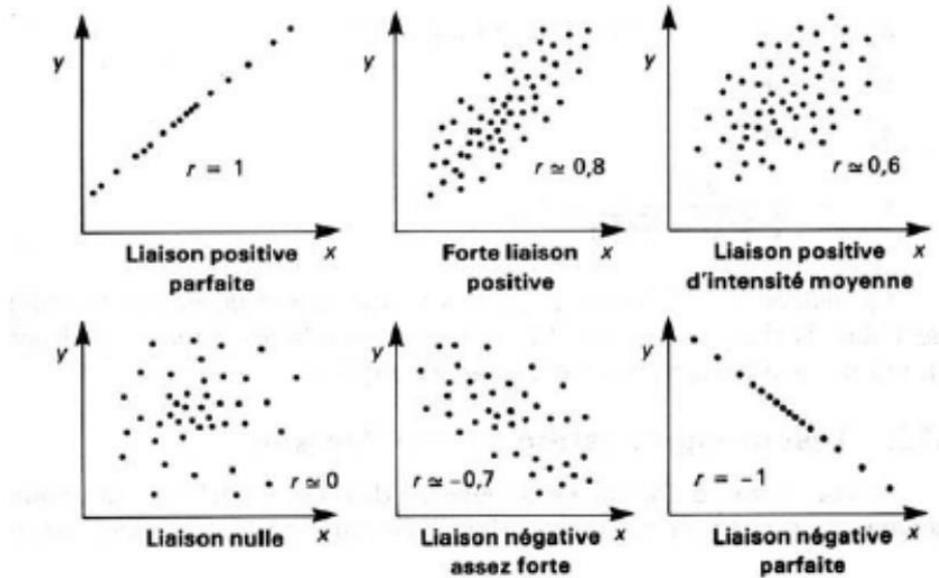


Figure 16. Coefficient de corrélations relatives à différents nuages de points.

La corrélation de Pearson évalue la relation linéaire entre deux variables quantitatives. Il évalue le degré de dépendance linéaire entre deux variables quantitatives.

Exemple : Le taux d'utilisation des masques a-t-il un impact sur la diffusion du COVID ?

Une relation est dite linéaire lorsqu'une modification de l'une des variables est associée à une modification proportionnelle de l'autre variable.

Par exemple, vous pouvez utiliser une corrélation de Pearson afin d'évaluer si les augmentations du nombre de personnes touchée par le COVID19 sont associées à la diminution température.

Le coefficient de corrélation

Le coefficient de corrélation, noté r_{XY} , entre deux échantillons X et Y permet de quantifier la relation de la corrélation par [68]:

Le signe de la corrélation (positive et négative) : la valeur d'une mesure nous permet de connaître exactement la valeur de l'autre.

La force de cette corrélation : décrit l'importance et le sens de la relation.

Le coefficient de corrélation varie entre -1 et +1. Il est calculé comme suit :

$$r = \frac{COV(x, y)}{\sigma(x)\sigma(y)}$$

- 0 signifie une totale absence de corrélation entre les deux variables (les deux variables sont indépendantes);
- 1 signifie une corrélation parfaite, c'est à dire que connaître la valeur d'une mesure nous permet de connaître exactement la valeur de l'autre.
- Une valeur négative (corrélation négative) signifiant que lorsqu'une des variables augmente, l'autre diminue ;
- Une valeur positive (corrélation positive) indique que les deux variables varient ensemble dans le même sens.

Lorsque le lien de causalité est établi, on peut déterminer le % de variation de y imputable à x, c'est le r^2 (Coefficient de détermination). Le r^2 c'est le pourcentage des variations de la variable y s'expliquent par la variable x.

Conclusion

Plusieurs hypothèses ont été avancées concernant l'influence de facteurs sur la propagation et la hausse du taux de covid, et pour confirmer sa validité ou non, nous nous appuyons sur les différentes analyses précédemment évoquées (test d'indépendance, test d'homogénéité, test de corrélation).

Chapitre III Résultat et discussion

Introduction

Dans ce chapitre, nous démontrerons si les hypothèses seront confirmées ou non en appliquant diverses études à certaines des statistiques déjà mentionnées dans le chapitre deux.

Analyses statistiques des données

Analyses quantitatives

Afin de décrire l'échantillon et de répondre à l'objectif principal, chacune des variables a été décrite. Pour les variables qualitatives, les effectifs et pourcentages ont été calculés pour chaque modalité de réponse. Nos analyses ont été réalisées par le logiciel Excel.

Facteurs socioéconomiques

A. Age

Parmi l'ensemble de la population testée, on retrouvait plus 15% de personnes touchées par le coronavirus dans les classes d'âge, [25; 35], [35; 45], [45 ; 55], [55 ; 65]. Au total, les personnes entre 18 et 65 ans représentaient près de 64,75% des effectifs. Les personnes de moins de 18 représentaient 17.58 % des effectifs. Spécifiquement, la classe d'enfants moins de 13 ans, représentait seulement 4.54 % des personnes infectées. Les plus de 65 ans représentaient 17.61 % des personnes malades. En observant également à partir des données nous avons constaté que pour la plupart du temps plus l'échantillon test est grand, et plus le nombre de cas n'est élevé.

Tableau 9. Distribution des personnes touchées par le coronavirus selon les différentes classes d'âge dans la ville de New-York.

Age	Personnes infectées par le COVID19 par rapport à la population testée (%)	Personnes infectées par le COVID19 par rapport aux autres classes (%)
[0 ; 5]	28,51	1,27
[5 ; 13]	31,14	4,27
[13 ; 18]	35,67	4,48
[18 ; 25]	31,49	7,56
[25 ; 35]	26,51	15,75
[35 ; 45]	29,54	15,47
[45 ; 55]	32,78	16,65
[55 ; 65]	32,94	16,88
[65 ; 75]	32,01	11,15
75 et plus	30,69	6,46

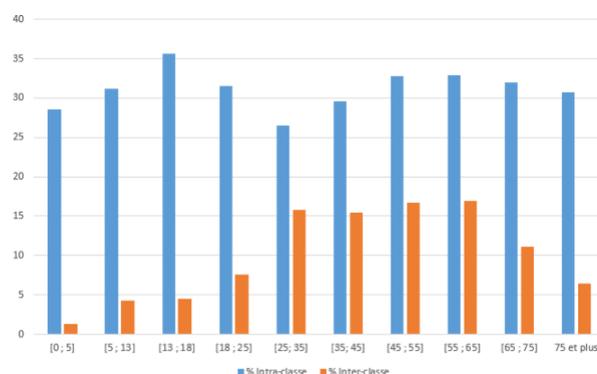


Figure 17. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus selon les différentes classes d'âge dans la ville de New-York.

B. Genre

Parmi l'ensemble des personnes confirmées Covid-19, on trouve une prédominance et les personnes dont le genre était "Homme" représentaient 31.70% des personnes testées et ceux avec un genre "Femme" représentaient 30.26% des femmes testées.

Tableau 10. Distribution des personnes touchées par le coronavirus selon le genre dans la ville de New-York.

Genre	Personnes infectées par le COVID19 (%)
Homme	31.70
Femme	30.26

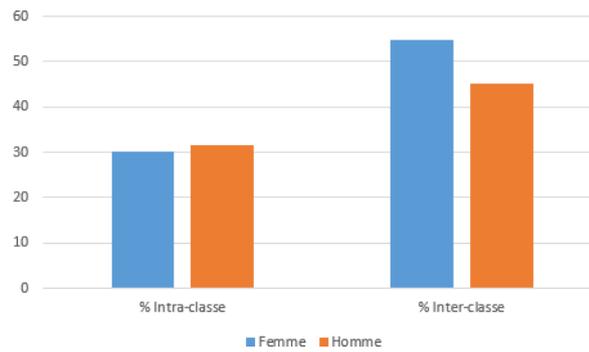


Figure 18. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus selon le genre dans la ville de New-York.

C. Pauvreté

38.17 % des personnes dont le niveau de pauvreté était très élevé sont trouvées infecter et ceux avec un niveau de pauvreté élevé représentaient 33.96 % des personnes testées. Pour les personnes dont le niveau de pauvreté était faible, seulement 23.93 % sont trouvées positif. On constate que plus le niveau de pauvreté augmente, plus qu'il y a un grand risque de vulnérabilité vis-à-vis le COVID19.

Tableau 11. Distribution des personnes touchées par le coronavirus selon les différents niveaux de pauvreté dans la ville de New-York.

Niveau de pauvreté	Personnes infectées par le COVID19 (%)
Faible	23,93
Moyen	30,18
Elevé	33,96
Très élevé	38,17

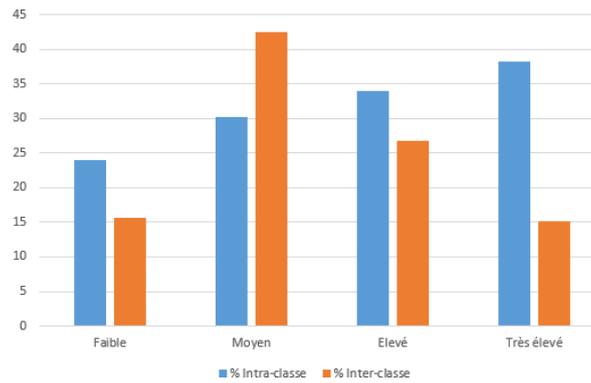


Figure 19. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus selon les différents niveaux de pauvreté dans la ville de New-York.

D. Région

Les personnes qui habitent dans les banlieues de New-York, i.e., Bronx, Brooklyn et Queens sont montrées vulnérable au COVID19 et ils représentaient un taux des cas positifs supérieur à 32 %. La région de Manhattan là où il y a une bonne prise en charge hospitalière, le taux des personnes infectées est relativement faible.

Tableau 12. Distribution des personnes touchées par le coronavirus dans différentes régions de la ville de New-York.

Région	Personnes infectées par le COVID19 (%)
Bronx	35,13
Brooklyn	32,56
Manhattan	23,45
Queens	32,50
Staten_Island	27,99

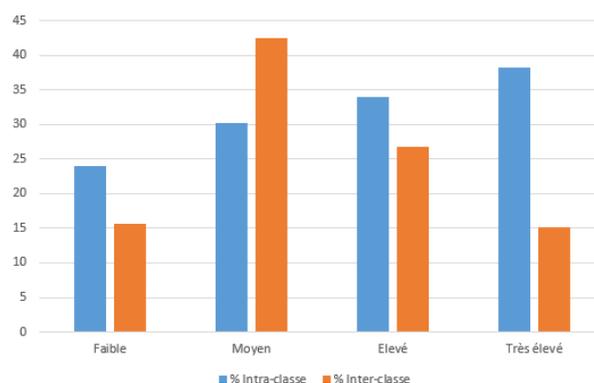


Figure 20. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus dans la ville de New-York.

Zone Géographique

Parmi les pays étudiés, le Brésil et l’Inde montraient le pourcentage le plus élevé des personnes infectées par le coronavirus, i.e., 3.26 % et 3.02 % des cas positifs pour le Brésil et l’Inde, respectivement. Le taux de décès chez ces personnes est de 2.63 et 1.45, respectivement. Le taux de personnes touchées en Tunisie est égal à 0.95 % de la population testée et dépasse celui de l’Inde par 0.23 %. L’Algérie présentait le taux le plus faible des personnes infectées (0.02 %). Cependant, dans notre pays, le taux de décès pour les malades hospitalisés pour suspicion de Covid était à 2.81%. Il était un peu élevé par rapport au taux de personnes trouvées positifs. La Tunisie et l’Italie présentaient le taux de décès le plus élevé (3.49 %).

Tableau 13. Distribution des personnes touchées par le coronavirus et les décès dans les cinq pays : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, et Italie.

Pays	Personnes infectées par le COVID19 (%)	Les décès (%)
Algérie	0,02	2,81
Tunisie	0,95	3,49
Inde	0,72	1,45
Brésil	3,26	2,63
Italie	3,02	3,49

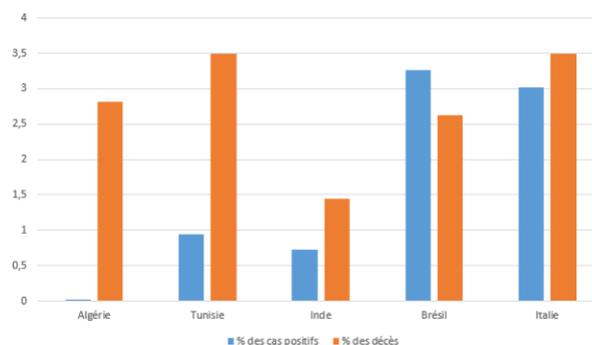


Figure 21. Histogramme des personnes touchées par le coronavirus et les décès dans les cinq pays : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, et Italie.

Evolution de la propagation de la pandémie de COVID19

Le Tableau présente les cumuls des cas des personnes infectées et les décès durant l'année 2020 dans les cinq pays d'étude : l'Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, Italie.

Pays	Mois (années 2020)	Personnes infectées par le COVID19 (Effectif cumulé)	Les décès (Effectif cumulé)
Algérie	Janvier	0	0
	Février	1	0
	Mars	584	35
	Avril	3848	444
	Mai	9267	646
	Juin	13571	905
	Juillet	29831	1200
	Août	44146	1501
	Septembre	51368	1726
	Octobre	57651	1956
	Novembre	82221	2410

	Décembre	92102	2596
Tunisie	Janvier	0	0
	Février	0	0
	Mars	312	8
	Avril	980	40
	Mai	1076	48
	Juin	1172	50
	Juillet	1514	50
	Août	3685	76
	Septembre	17405	246
	Octobre	59813	1317
	Novembre	96251	3219
	Décembre	111361	3894
L'Inde	Janvier	1	0
	Février	3	0
	Mars	1251	32
	Avril	33050	1074
	Mai	182143	5164
	Juin	566840	16893
	Juillet	1638870	35747
	Août	3621245	64469
	Septembre	6225763	97497
	Octobre	8137119	121641

	Novembre	9431691	137139
	Décembre	9884100	143355
Le Brésil	Janvier	0	0
	Février	1	0
	Mars	4578	159
	Avril	78161	5466
	Mai	498439	28834
	Juin	1368194	58314
	Juillet	2610101	91263
	Août	3862310	120828
	Septembre	4777521	142921
	Octobre	5516657	159477
	Novembre	6314739	172833
	Décembre	6880813	181115
L'Italie	Janvier	3	0
	Février	888	21
	Mars	101739	11591
	Avril	203591	27682
	Mai	232664	33340
	Juin	240436	34744
	Juillet	247158	35132
	Août	268218	35477
	Septembre	313011	35875

	Octobre	647674	38321
	Novembre	1585178	54904
	Décembre	1827336	63848

Table 14. Cumul des cas des personnes touchées par le coronavirus et les décès dans l'année 2020 dans cinq pays : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, et Italie.

Les Figure 22, 23, et 24 illustrent l'évolution de la propagation du **coronavirus** durant l'année 2020 (nombre de cas confirmés et de décès). D'après ces figures, on observe une progression faible dans les deux premiers mois de l'année 2020. Depuis le mois de mars avec l'entrée de plusieurs régions dans le monde infecté et testé positif, la pandémie ne cesse de gagner du terrain. Spécifiquement, l'Inde et le Brésil montraient un taux de propagation très élevé, passant pratiquement de 0 cas au mois de février à plus de 452409 cas positif en Inde et 566074 en Brésil. En Italie, la propagation de la pandémie était relativement stable de début de l'année jusqu'au mois de juillet où le nombre de nouveaux cas est augmenté d'une façon significative passant de moins de 7000 cas par jour à 937504 en mois de novembre. En Algérie, la pandémie avait évolué de façon progressive arrivant à 24570 en mois de novembre, mais relativement faible par rapport aux autres pays étudiés.

Considérons l'évolution des décès, on observe une augmentation rapide des cas en Brésil et l'Italie à partir du mois d'avril. En Inde, le nombre de décès augmente significativement à partir du mois de mai. En Algérie, la pandémie de COVID19 se propage rapidement à partir du mois de juin, avec un taux de décès relativement stable autour de 200 victimes.

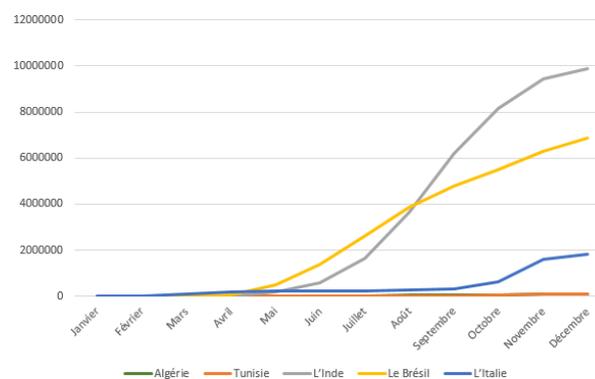


Figure 22. Courbe d'évolution des personnes touchées par le coronavirus dans l'année 2020 dans cinq pays : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, et Italie.

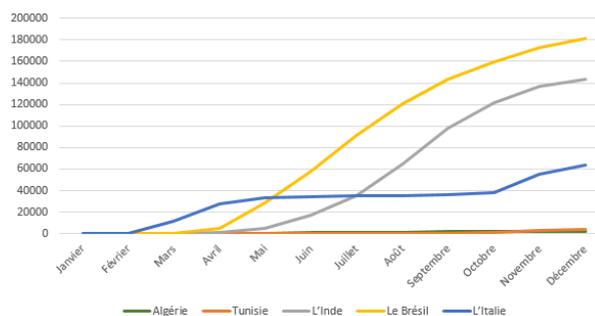


Figure 23. Courbe d'évolution des décès par le coronavirus dans l'année 2020 dans cinq pays : Algérie, Tunisie, Inde, Brésil, et Italie.

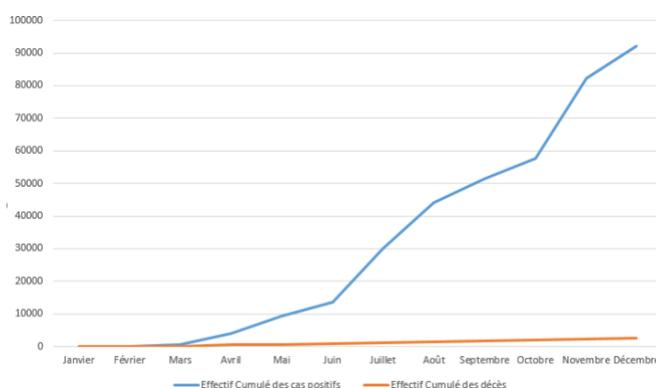


Figure 24. Courbe d'évolution des personnes touchées par le coronavirus et les décès en Algérie dans l'année 2020.

III.2.4. Impact de la température sur la propagation de la pandémie

L'historique présente l'évolution de la pandémie de COVID-19 en prenant en considération la température mensuelle moyenne durant l'année 2020. On constate que plus la température augmente, plus le nombre de cas des personnes infectées par le virus augmente. Ceci est expliqué par le fait que plus la température augmente, plus de déplacement et de contact de personnes, augmenteraient naturellement la capacité de transmission du coronavirus, ainsi que la probabilité d'infection. Même observation on peut faire sur les cas de décès, sauf qu'on observe deux pics ne mois d'avril et en mai de novembre.

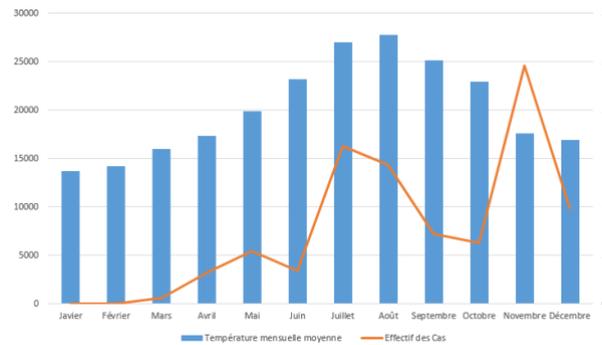


Figure 25. Evolution des personnes touchées par le coronavirus et les températures en Algérie dans l'année 2020.

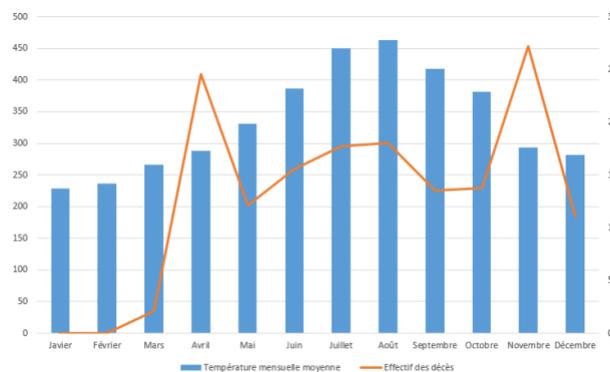


Figure 26. L'évolution des décès et les températures mensuelles en Algérie dans l'année 2020.

Tester l'hypothèse de l'impact des facteurs socioéconomiques sur la propagation de COVID19

Relation entre l'âge et la vulnérabilité au COVID19

Pour étudier s'il existe une relation de dépendance entre l'âge des personnes et la probabilité d'être infecté par le COVID19, nous appliquons un test de khi deux d'indépendance.

a) L'hypothèse nulle et l'hypothèse alternatives

H0 : Les distributions d'effectifs des personnes touchées par le COVID19 entre les différentes classes d'âge sont égales : il n'existe pas une relation entre l'âge et le COVID19.

H1 : Les distributions d'effectifs des personnes touchées par le COVID19 entre les différentes classes d'âge sont différentes : il existe une relation entre l'âge et le COVID19.

b) Calcule des valeurs théoriques :

La valeur théorique = Total de ligne × Total de colonne / grand total

Age	Total Cas Positif	Total cas négatif
[0-5]	12752.02896	28639.97104
[5-13]	39113.78037	87846.21963
[13-18]	35756.02129	80304.97871
[18-25]	68367.78264	153548.2174
[25-35]	169191.7464	379990.2536
[35-45]	149198.9237	335088.0763
[45-55]	144703.4268	324991.5732
[55-65]	145930.8158	327748.1842
[65-75]	99208.08654	222812.9135
Plus de 75	59975.38747	134699.6125

c) Calcule des valeurs khi deux :

La valeur de khi deux est calculée d'abord pour chaque cellule par la formule suivante :

La valeur khi deux = (Valeur observé - valeur théorique) ² / Valeur théorique

Age	Total Cas Positif	Total Cas Négatif
[0-5]	70.92644535	31.58020251
[5-13]	4.579328734	2.038959207
[13-18]	893.7283045	397.935082
[18-25]	33.58136778	14.95219998
[25-35]	3286.238568	1463.207115
[35-45]	252.509243	112.4304622
[45-55]	593.160218	264.1062824
[55-65]	702.3815072	312.7373736
[65-75]	153.2287002	68.22551673
Plus de 75	0.738017513	0.328604407

Khi deux observé :

La valeur de Khi deux observé totale est calculée comme suit :

$$X^2 \text{ observé} = \sum \text{valeur khi deux}$$

$$X^2 \text{ observé} = 8658.613498$$

$$\text{Le Degré de liberté (ddl)} = (m - 1) * (n - 1).$$

Tel que m est le nombre de modalités de la première variable, et n est le nombre de modalités de la deuxième variable.

On a 2 modalités pour la variable (cas de covid) et 10 modalités pour la variable (âge).

$$ddl = (2 - 1) * (10 - 1) = 1 * 9 = 9$$

$$P_{\text{observé}} = \text{LOI.KHIDEUX}(x ; \text{degrés-liberté})$$

Tel que le x est la valeur de x^2 observé. Donc :

$$P_{\text{observé}} = \text{LOI.KHIDEUX}(8658.613498; 9) = 0$$

$$P_{\text{théorique}} = 0.05.$$

Khi deux théorique :

$$\text{Khi deux théorique} = \text{KHIDEUX.INVERSE}(P_{\text{théorique}}; \text{degrés-liberté})$$

$$\text{Khi deux théorique} = \text{KHIDEUX.INVERSE}(0.05 ; 9) = 16.91897762$$

d) Décision

Etant donné que x^2 observé est **supérieur au** x^2 théorique ($8658.613498 > 16.91897762$) et $p_{\text{observé}} = 0$ (**largement inférieur à 0.05**) donc H_0 est rejeté H_1 est accepté c'est-à-dire il existe une forte dépendance entre les deux variables (Covid et âge).

Relation entre la pauvreté et la vulnérabilité au COVID19

Pour étudier s'il existe une relation de dépendance entre le niveau de pauvreté des personnes et la probabilité d'être infecté par le COVID19, nous appliquons un test de khi deux d'indépendance.

a) L'hypothèse nulle et l'hypothèse alternatives :

H0 : Les distributions d'effectifs des personnes touchées par le COVID19 entre les différents niveaux de pauvreté sont égales : il n'existe pas une relation entre l'âge et le COVID19.

H1 : Les distributions d'effectifs des personnes touchées par le COVID19 entre les différents niveaux de pauvreté sont différentes : il existe une relation entre l'âge et le COVID19.

b) Calcul des valeurs théoriques :

Niveau de pauvreté	Total Cas Positif	Total cas négatif
Faible	186821.8469	419548.1531
Moyen	401031.8251	900602.1749
Elevé	223888.5928	502789.4072
Très élevé	112626.7352	252927.2648

c) Calcule des valeurs khi deux :

Niveau de pauvreté	Total Cas Positif	Total Cas Négatifs
Faible	9309.015328	4145.239165
Moyen	165.2156992	73.56939084
Elevé	2348.71026	1045.864188
Très élevé	6430.233226	2863.337707

Khi deux observé :

$X^2_{\text{observé}} = 26381.18496$

Ddl :

On a 2 modalités pour la variable (cas) et 4 modalités pour la variable (niveau de pauvreté).

$Ddl = (2-1) \times (4-1) = 1 \times 3 = 3$

$P_{\text{observé}} = \text{LOI.KHIDEUX}(x ; \text{degrés-liberté}) = \text{LOI.KHIDEUX}(26381.18496; 3) = 0$

$P_{\text{théorique}} = 0.05$

Khi deux théorique

Khi deux_{théorique}= KHI DEUX.INVERSE (0.05 ; 3) =7.814727764

d) Décision

Etant donné que $x^2_{\text{observé}}$ est **supérieur au** x^2 théorique (26381.18496>7.814727764) et $p_{\text{observé}}=0$ (**largement inférieur à 0.05**) donc **H_0** est rejeté **H_1** est accepté c'est-à-dire il existe une dépendance entre les deux variable (covid et niveau de pauvreté).

Relation entre le genre et la vulnérabilité au COVID19

Pour étudier s'il existe une relation de dépendance entre le genre des personnes (Homme ou Femme) et la probabilité d'être infecté par le COVID19, nous appliquons un test de khi deux d'indépendance.

a) L'hypothèse nulle et l'hypothèse alternatives :

H_0 : Les distributions d'effectifs des personnes touchées par le COVID19 entre les différentes modalités du genre sont égales : il n'existe pas une relation entre l'âge et le COVID19.

H_1 : Les distributions d'effectifs des personnes touchées par le COVID19 entre les différentes modalités du genre sont différentes : il existe une relation entre l'âge et le COVID19.

b) Calcule des valeurs théoriques :

Valeurs théoriques :

Genre	Total positif	cas	Total négatif	cas	Total
Femme	510959,7809		1143025,219		1653985
Homme	400067,2191		894956,7809		1295024
Total	911027		2037982		2949009

Valeurs khi deux :

Genre	Total cas positif	Total cas négatif	Total
Femme	214,243447	95,77197679	310,0154238
Homme	273,6284792	122,3185154	395,9469946
Total	487,8719263	218,0904921	705,9624184

Khi deux observé:

$$X^2_{\text{observé}} = 705,9624184$$

Ddl :

$$Ddl = (\text{nombre lignes} - 1) \times (\text{nombre colonnes} - 1) = (2-1) \times (2-1) = 1.$$

P observé :

$$P_{\text{observé}} = \text{LOI.KHIDEUX}(x ; \text{degrés-liberté}) = \text{LOI.KHIDEUX}(1,5106E-155; 1) = 1,5106E-155.$$

Khi deux théorique :

$$K_{\text{théorique}} = \text{KHIDEUX.INVERSE}(0.05 ; 1) = 3,841459149$$

$$P_{\text{théorique}} = 0,05$$

Interprétation de khi deux :

- ✓ Si khi deux observé inférieur khi deux théorique.
- ✓ H0 rejeté (distribution d'une région égale à autre),
- ✓ Il n'y a pas d'indépendance entre les régions et le Covid.

Dans ce cas

- ✓ Khi deux observé > khi deux théorique (705,9624184 > 3,841459149)
- ✓ P observé < p théorique (1,5106E-155 < 0,05)
- ✓ Donc H1 est accepté ;(distribution des femmes inégale distribution des hommes) il ya

indépendance entre les genres et le covid.

Relation entre le genre et la vulnérabilité au COVID19

Pour étudier s’il existe une relation de dépendance entre le genre des personnes (Homme ou Femme) et la probabilité d’être infecté par le COVID19, nous appliquons un test de khi deux d’indépendance.

a) L’hypothèse nulle et l’hypothèse alternatives :

H₀ : Les distributions d’effectifs des personnes touchées par le COVID19 entre les différentes modalités du genre sont égales : il n’existe pas une relation entre l’âge et le COVID19.

H₁ : Les distributions d’effectifs des personnes touchées par le COVID19 entre les différentes modalités du genre sont différentes : il existe une relation entre l’âge et le COVID19.

Calcul des valeurs théoriques :

Région	Total positif cas	Total négatif cas	Total
Bronx	132571,5978	297749,4022	430321
Brooklyn	285579,1128	641396,8872	926976
Manhattan	189576,1433	425778,8567	615355
Queens	268566,8448	603188,1552	871755
Staten_Island	48595,30139	109142,6986	157738
Total	924889	2077256	3002145

Calcul des valeurs de khi deux :

Région	Total positif cas	Total négatif cas	Total
Bronx	2613,370802	1163,591733	3776,962535
Brooklyn	930,1139843	414,1291169	1344,243101
Manhattan	10808,44715	4812,413047	15620,8602
Queens	814,0632052	362,4580234	1176,521229
Staten_Island	404,0808766	179,915214	583,9960906
Total	15570,07602	6932,507134	22502,58315

Khi deux observé:

$$X^2_{\text{observé}} = 22502,58315$$

Ddl :

$$ddl = (\text{nombre lignes} - 1) \times (\text{nombre colonnes} - 1) = 4.$$

P observé :

$$P_{\text{observé}} = \text{LOI.KHIDEUX}(x ; \text{degrés-liberté}) = \text{LOI.KHIDEUX}(22502,58315; 1) = 1,5106E-155.$$

Khi deux théorique :

$$\text{Khi deux}_{\text{théorique}} = \text{KHIDEUX.INVERSE}(0.05 ; 1) = 9,487729037$$

P théorique : 0,05

Interprétation de khi deux :

- ✓ Si khi deux observé inférieur khi deux théorique.
- ✓ H0 rejeté (distribution d'une région égale à autre),
- ✓ Il n'y a pas indépendance entre les régions et le covid.

Dans ce cas

- ✓ Khi deux observé > khi deux théorique (22502,58315 > 9,487729037)
- ✓ P observé < p théorique (0 < 0,05)
- ✓ Donc H1 est accepté ; il ya indépendance entre les régions et le covid.

Test homogénéité

Comparaison de l'Algérie et la Tunisie

Pays	Total cas positif	Total cas négatif	Total
Algérie	92102	2596	94698
Tunisie	111361	3894	115255
Total	203463	6490	209953

Les représentations graphiques n°3

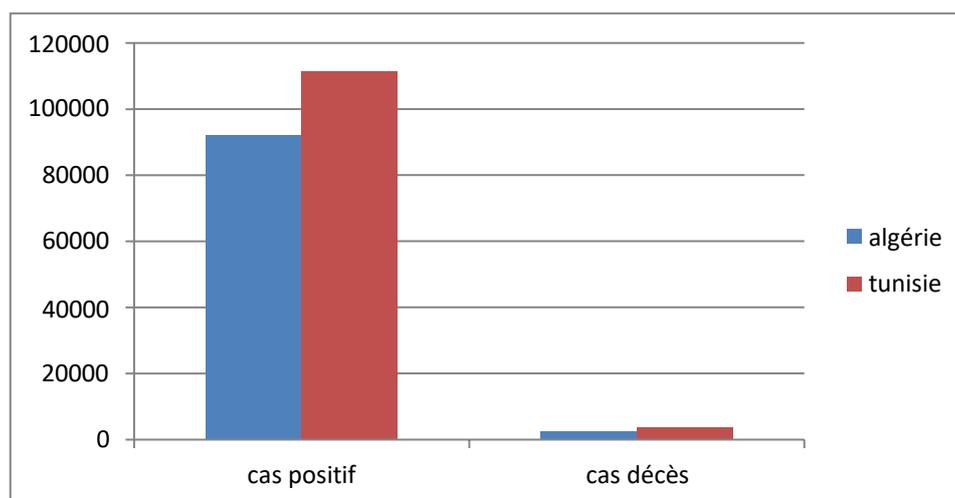


Figure 27. Histogramme des cas positifs et de décès en Algérie et en Tunisie dans l'année 2020.

Commentaire: d'après l'histogramme on observe que le total des cas positif et les cas de décès dans la Tunisie sont plus élevés par rapport à le total des cas positif et le total des cas décès dans l'Algérie.

H0: les deux populations sont homogènes.

H1: les deux populations ne sont homogènes.

- Si le X^2 observé est inférieur au X^2 théorique : homogénéité
- Si le X^2 observé est supérieur au X^2 théorique : pas d'homogénéité

Calcul des valeurs théoriques :

Pays	Total cas positif	Total cas négatif
Algérie	91770.726	2927.274295
Tunisie	111692.27	3562.725705

Calcul des valeurs khi deux :

Pays	Total cas positif	Total cas négatif
Algérie	1.1958351	37.48970793
Tunisie	0.9825448	30.80300518

Khi deux observé :

$X^2_{\text{observé}} = 70.471093$

Ddl :

$Ddl = (m - 1) \times (n - 1) = (2 - 1) \times (2 - 1) = 1 \times 1 = 1$

P observé :

$P_{\text{observée}} = \text{LOI.KHIDEUX}(x ; \text{degrés-liberté}) = \text{LOI.KHIDEUX}(70.471093; 1) = 4.671E-17.$

$P_{\text{théorique}} = 0.05$

Khi deux théorique

$Khi\ deux_{\text{théorique}} = \text{KHIDEUX.INVERSE}(\text{probabilité} ; \text{ddl}) = \text{KHIDEUX.INVERSE}(0.05 ; 1) = 3.8414591$

Décision

Etant donné que $X^2_{\text{observé}}$ est **supérieur** au $X^2_{\text{théorique}}$ ($70.471093 > 3.8414591$) donc le H_0 est rejeté, H_1 est accepté donc il n'existe pas une homogénéité entre les populations (**distribution Algérie \neq distribution Tunisie**)

Comparaison de l'Algérie et l'Inde

Calcul des valeurs observés :

Pays	Total positif cas	Total négatif cas	Total
Algérie	92102	2596	94698
Inde	9884100	143355	10027455
Total	9976202	145951	10122153

Cette tableau exprimer les cas positifs et les décès entre deux pays (Algérie et Inde), on observe que le total des positifs et décès dans Inde sont plus élevés par rapport Algérie.

Calcul des valeurs théoriques :

Pays	Total cas positif	Total cas négatif	Total
Algérie	861,66206	24,28693	885,949
Inde	9791629,1	142013,8	9933643
Total	9792490,8	142038,1	9934529

Calcul des valeurs khi deux :

Pays	Total cas positif	Total cas négatif	Total
Algérie	9661327,4	272315,5	9933643
Inde	873,28324	12,66575	885,949
Total	9662200,7	272328,2	9934529

Khi deux observé :

X^2 observé = 9934528,9.

Ddl :

$Ddl = (\text{nombre lignes} - 1) \times (\text{nombre colonnes} - 1) = 1.$

P observé :

$P_{\text{observée}} = \text{LOI.KHIDEUX}(x ; \text{degrés-liberté}) = \text{LOI.KHIDEUX}(9934528,9;1) = 4.671E-17.$

Khi deux théorique

$\text{Khi deux}_{\text{théorique}} = \text{KHIDEUX.INVERSE}(\text{probabilité} ; \text{ddl}) = \text{KHIDEUX.INVERSE}(0.05 ; 1) = 3,8414591$

P théorique : 0,05

Décision:

- ✓ H0 est accepté (distribution effectifs Algérie = distribution effectifs Inde)
- ✓ Khi deux observé est inférieur de khi deux théorique
- ✓ P observé est supérieur de P théorique (0,05)

Dans ce cas, on observe

Khi deux observé est supérieur de khi deux théorique ($9934528,9 > 3,8414591$) et le P observé inférieur de P théorique ($0 < 0,05$).

Interprétation :

H₀ est rejeté (distribution d'effectifs Algérie inégal distribution effectifs Inde) c'est-à-dire l'effectifs entre Algérie et Inde ne pas homogène.

Comparaison de l'Algérie et le Brésil :

Valeurs observés :

Pays	Total cas positif	Total cas négatif	Total
Algérie	92102	2596	94698
Brésil	6901952	181402	7083354
Total	6994054	183998	7178052

Cette tableau exprimer les cas positifs et les décès entre deux pays (Algérie et brésil), on observe que le total des positifs et décès dans brésil sont plus élevés par rapport Algérie.

Calcul des valeurs théoriques :

Pays	Total cas positif	Total cas négatif	Total
Algérie	1215,0755	34,24829	1249,324
Brésil	6810896,5	179008,8	6989905
Total	6812111,6	179043,1	6991155

Calcul des valeurs de khi deux :

Pays	Total cas positif	Total cas négatif	Total
Algérie	6798287,8	191617,5	6989905
Brésil	1217,3291	31,99471	1249,324
Total	6799505,2	191649,5	6991155

Khi deux observé :

X^2 observé = 6991154,6

Ddl :

Ddl = (nombre lignes – 1) × (nombre colonnes-1) = 1.

P observé :

$P_{\text{observée}} = \text{LOI.KHIDEUX}(x ; \text{degrés-liberté}) = \text{LOI.KHIDEUX}(6991154,6; 1) = 0.$

Khi deux théorique :

Khi deux théorique

$\text{Khi deux}_{\text{théorique}} = \text{KHIDEUX.INVERSE}(\text{probabilité} ; \text{ddl}) = \text{KHIDEUX.INVERSE}(0.05 ; 1) = 3,8414591.$

P théorique : 0,05

Décision:

- ✓ H0 est accepté (distribution effectifs Algérie = distribution effectifs brésil)
- ✓ Khi deux observé est inférieur de khi deux théorique
- ✓ P observé est supérieur de P théorique (0,05)

Dans ce cas, on observe

Khi deux observé est supérieur de khi deux théorique ($6991154,6 > 3,8414591$) et le P observé inférieur de P théorique ($0 < 0,05$).

Interprétation :

H_0 est rejeté (distribution d'effectifs Algérie inégal distribution effectifs brésil) c'est-à-dire l'effectifs entre Algérie et brésil ne pas homogène.

Test de corrélation

Pour savoir est ce qu'il y a une corrélation entre la température et le nombre des cas de covid19, on fait une analyse de corrélation par le test de Spearman.

H0 : il n'existe pas une corrélation entre les deux variables.

H1 : il existe une corrélation entre les deux variables.

- Si la valeur critique F est inférieure à p théorique, le H_0 est rejeté.

Mois	Température mensuelle moyenne	Total cas positif	Total décès
Janvier	13.7	0	0
Février	14.2	1	0
Mars	16	583	35
Avril	17.3	3264	409
Mai	19.9	5419	202
Juin	23.2	4304	259
Juillet	27	16260	295
Août	27.8	14315	301
Septembre	25.1	7222	225
Octobre	22.9	6283	230
Novembre	17.6	24570	454
Décembre	16.9	9881	186

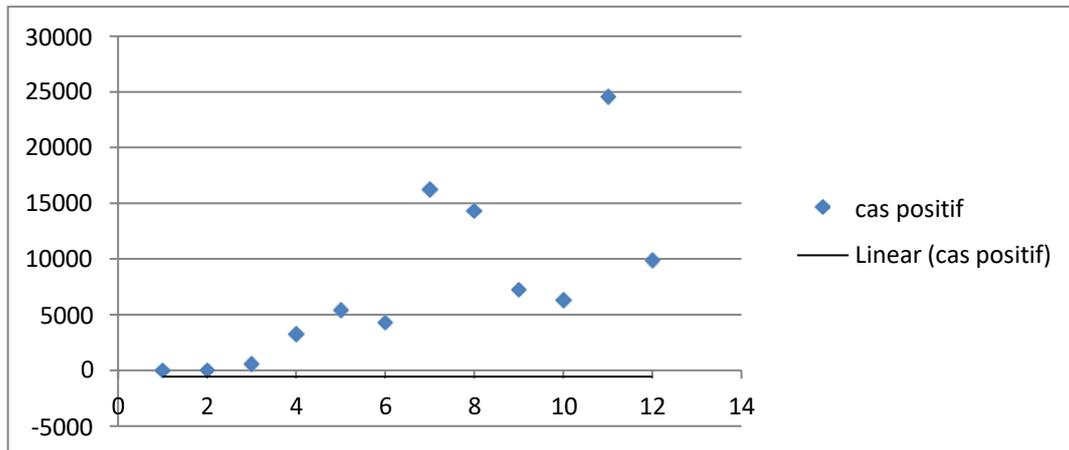


Figure 28. Diagramme de dispersion représentant la distribution mensuelle des cas positifs en relation avec les températures.

Coefficient de corrélation

On calcule le coefficient de corrélation, En travaillant dans l’Excel on peut trouver la valeur de coefficient de corrélation avec la fonction = PEARSON (matrice1 ; matrice2).

Rapport détaillé :

Dans notre cas =PEARSON (total température ; total cas positif) = 0.446875823

En travaillant dans l’Excel on peut trouver la régression linéaire.

	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Valeur critique de F
Régression	1	122663423.3	2.495283053	0.145268337
Résidus	10	49158119.83		
Total	11			

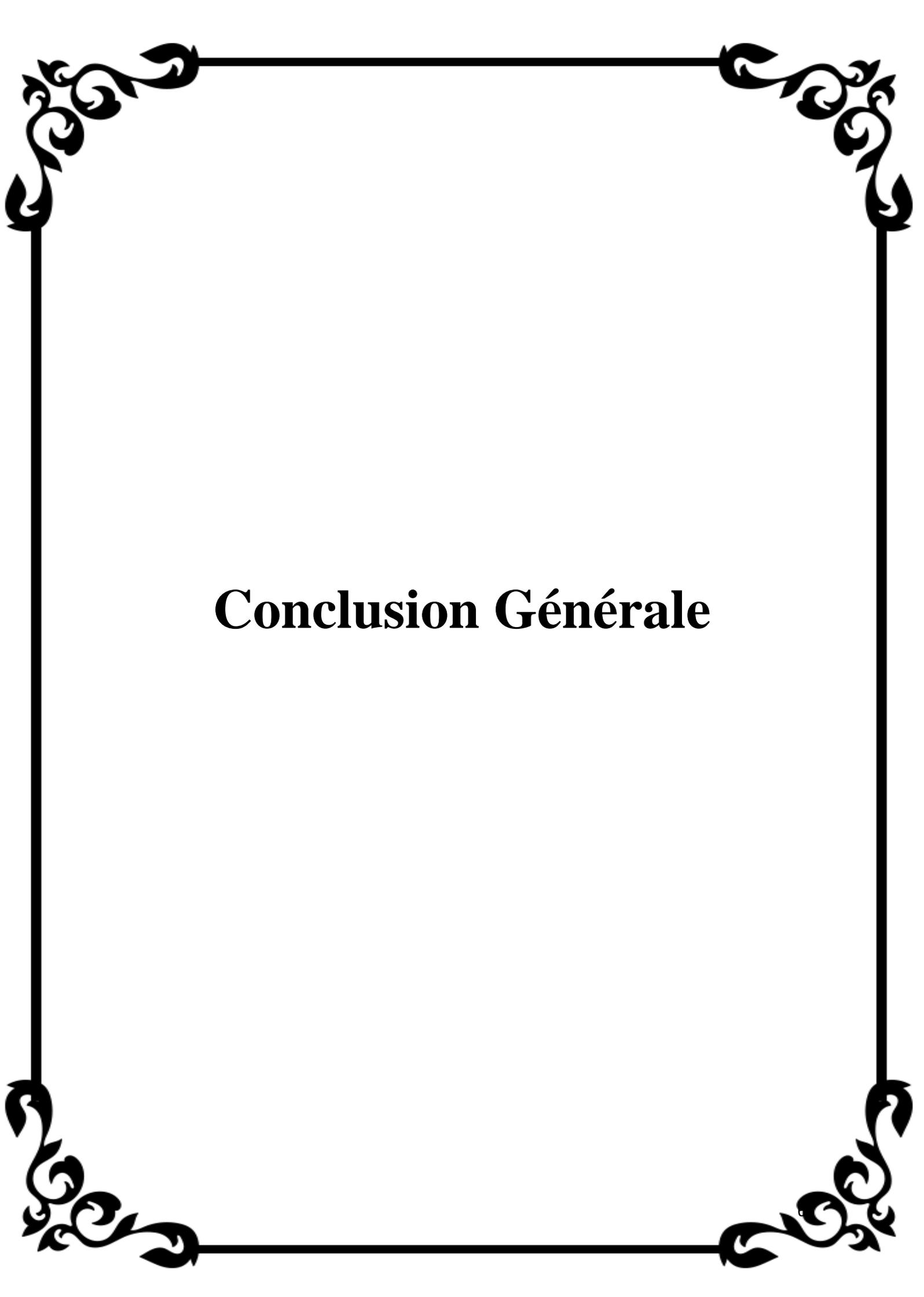
Décision

D’après la régression linéaire on observe que la valeur critique de F est supérieure de p théorique (0.145268337 > 0.05) donc H₀ est accepté il n’y a pas une corrélation entre la température et les nombres cas positif.

Conclusion

Il existe des hypothèses valables et d'autres qui ne sont pas vraies, ce qui indique la présence de facteurs d'influence tel que le genre, après avoir étudié ce facteur, nous avons trouvé un pourcentage 31,70% plus élevé d'hommes infectés par rapport au taux d'infection chez les femmes 30.26%. Pour l'âge, nous avons trouvé que le groupe [25;45] représentait environ 31 % et le groupe [45;75] de 44 % était plus touché. Concernant facteur de pauvreté, 38,17% des personnes ayant un niveau de pauvreté très élevé se sont révélées infectées, et le niveau de pauvreté élevé représentait 33,96 % des personnes testées. Pour les personnes à faible niveau de pauvreté, seuls 23,93 % se sont révélés positifs. Nous constatons que plus le niveau de pauvreté est élevé, plus le risque d'exposition au COVID19 est grand. et pour le facteur de région on a trouvé les personnes qui habite dans (Bronx, Brooklyn, Queens) représentaient un taux des cas positifs supérieur à 32% par opposition à Manhattan. Quant au facteur température, il n'a eu aucun effet sur les cas de Covid, et cela annule l'hypothèse selon laquelle plus la température est élevée, moins il y a de cas d'infection.

Ainsi que la relation entre l'Algérie et les autres pays n'est pas homogène en termes de taux de cas d'infection. Où l'Algérie présentait un taux plus faible par rapport les autres pays.

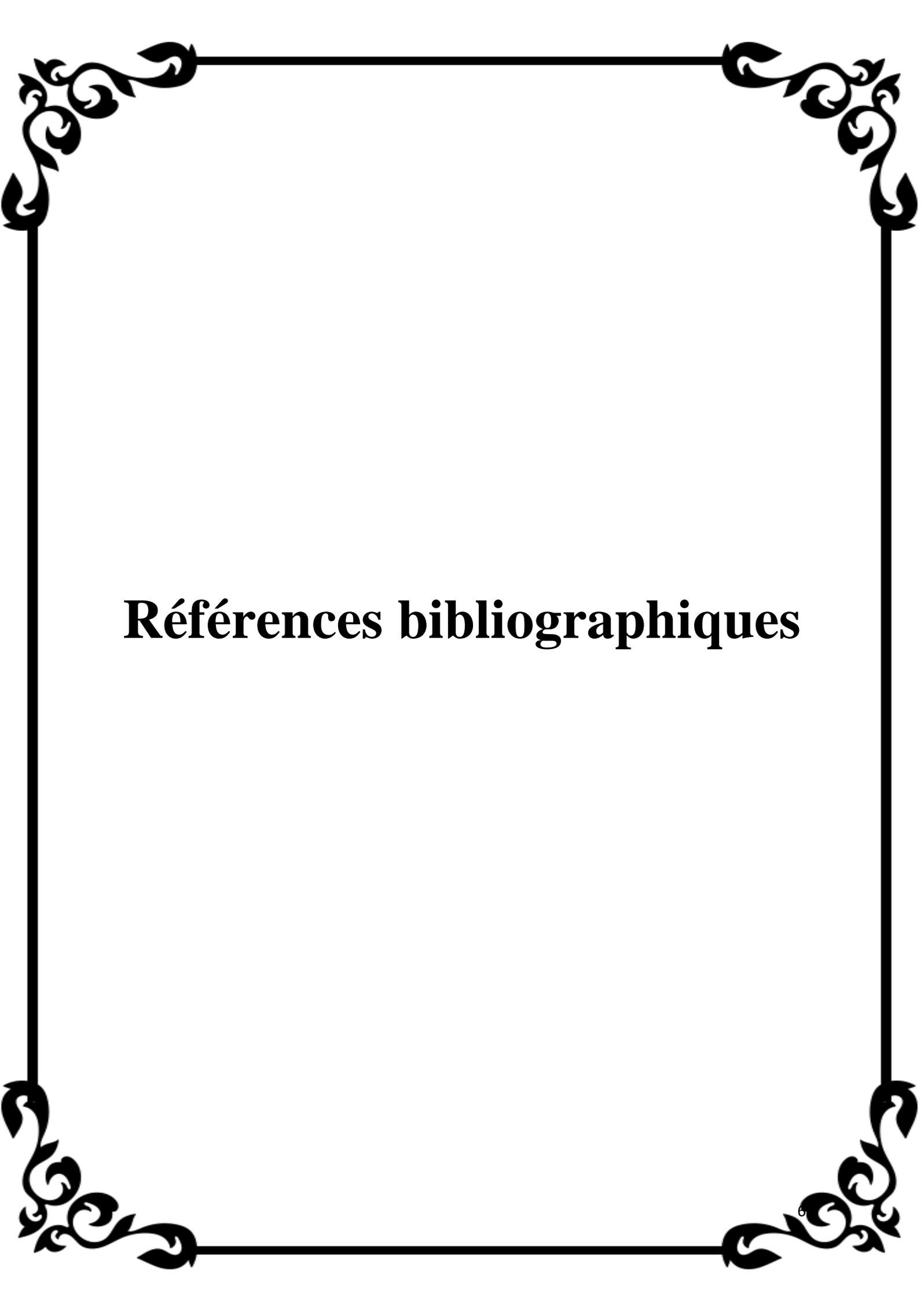


Conclusion Générale

Le Covid-19 est une maladie respiratoire pouvant être mortelle chez les patients fragilisés par l'âge ou une autre maladie chronique. Elle se transmet par contact rapproché avec des personnes infectées. La maladie pourrait aussi être transmise par des patients asymptomatiques mais les données scientifiques manquent pour en attester avec certitude. Après avoir mené diverses études, nous avons constaté qu'il existe des facteurs influençant le taux élevé de covid-19. Le groupe d'âge a eu un impact, car nous avons remarqué que le groupe des jeunes et les personnes âgées étaient plus touchés. Quant au genre, les hommes avaient un pourcentage plus élevé de maladie que les femmes, et cela est dû au grand nombre de communications et au manque de respect de la quarantaine. La pauvreté a également été l'un des facteurs les plus importants affectant la propagation de cette épidémie, en raison du manque de possibilités pour faire face à la pandémie, et pour le facteur région, nous avons constaté que les personnes vivant dans (Bronx, Brooklyn, Queens) représentent une moyenne de cas positifs. Plus élevée, contrairement à Manhattan, en raison de sa disponibilité d'hôpitaux ciblés. Quant à l'hypothèse selon laquelle plus la température est très élevée, plus le nombre de cas n'est faible, l'étude précédente la réfutait.

Et après avoir étudié la relation d'homogénéité entre les cas de Covid en Algérie et le reste des pays, il a été constaté qu'il n'y a pas une telle relation entre eux, car l'Algérie a enregistré le pourcentage le plus faible par rapport à la Tunisie, l'Inde, le Brésil et l'Italie

Enfin, le virus Corona, comme tous les virus, possède à la fois des facteurs influents et non influents.



Références bibliographiques

- [1] : <https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/coronavirus-covid-19.html>
- [2] : Crawford, D. H. (2018). *Viruses: a very short introduction*. Oxford University Press.
- [3] : <https://www.leparisien.fr/societe/sante/coronavirus-contagion-immunite-mortalite-les-mysteres-qui-perdurent-21-04-2020-8302983.php>
- [4] : Carter, J., Saunders, V., & Saunders, V. A. (2007). *Virology: principles and applications*. John Wiley & Sons.
- [5] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Capside>
- [6] : Waterson, A. P., & Wilkinson, L. (1978). *An introduction to the history of virology*. Cambridge University Press, Bentley House, 200 Euston Road, London NW1 2DB.
- [7] : <http://www.chups.jussieu.fr/polys/viro/oldpoly/POLY.Chp.1.html>
- [8] : Murray, K. O., Walker, C., & Gould, E. (2011). The virology, epidemiology, and clinical impact of West Nile virus: a decade of advancements in research since its introduction into the Western Hemisphere. *Epidemiology & Infection*, 139(6), 807-817.
- [9] : Merchinsky, M., & Moss, B. (1992). Introduction of foreign DNA into the vaccinia virus genome by in vitro ligation: recombination independent selectable cloning vectors. *Virology*, 190(1), 522-526.
- [10] : [https://www.news-medical.net/health/How-does-Viral-Replication-Work-\(French\).aspx](https://www.news-medical.net/health/How-does-Viral-Replication-Work-(French).aspx)
- [11] : Crédit d'image : Design_Cells/Shutterstock.com
- [12] : Agut, H., Burrel, S., & Boutolleau, D. (2000). Classification et mode de transmission des virus humains. *EMC-Maladies infectieuses*, 8-000.
- [13] : 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(1), 13-8.
- [14] : Peterschmitt, M. (2001). Diagnostiquer les maladies virales.
- [15] : Understanding Influenza (Flu) Infection: An Influenza Virus Binds to a Respiratory Tract Cell

[16] : https://hitek.fr/actualite/chercheurs-institut-pasteur-destruction-cellules-infection-vih-sida_18139

[17] : https://www.sciencesetavenir.fr/sante/virus-zika-le-risque-de-microcephalie-du-foetus-varie-de-1-a-13_12632

[18] : Chang, T. W. (1971). Recurrent viral infection (reinfection). *New England Journal of Medicine*, 284(14), 765-773.

[19] : <https://fr.dreamstime.com/illustration-stock-virus-rougeole-illustration-image9626457>

[20] : <https://soinssantegc.com/fievre-jaune-vaccin/>

[21] : Van-Tam, J., & Sellwood, C. (Eds.). (2010). *Introduction to pandemic influenza*. CABI.

[22] : <https://www.lindependant.fr/2020/06/09/coronavirus-allemande-bresil-chine-le-point-sur-la-pandemie-dans-le-monde-la-situation-saggrave-selon-loms.8924007.php>

[23] : Sardon, J. P. (2020). De la longue histoire des épidémies au Covid-19. *Les analyses de Population Avenir*, (5), 1-18.

[24] : www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/global-Covid-19

[25] : Ahmad, T. (2020). Corona virus (covid-19) pandemic and workfrom home: Challenges of cybercrimes and cybersecurity. *Available at SSRN 3568830*.

[26] : International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) .Taxonomy. <https://talk.ictvonline.org/taxonomy>

[27] : <https://www.edimark.fr/Front/frontpost/getfiles/24589.pdf>

[28] : Woo PC, Lau SK, Li KS, Tsang AK, Yuen KY. Genetic related-ness of the novel human group C betacoronavirus to Tylonycteris bat coronavirus HKU4 and Pipistrellus bat coronavirus HKU5. *Emerg Microbes Infect* 2012; 1:e35.

[29] : Kin, N., & Vabret, A. L'infection à MERS-CoV: enjeux sanitaires, diagnostic et épidémiologie.

[30] : Lefeuvre, C., Przyrowski, É., & Apaire-Marchais, V. (2020). Aspects virologiques et diagnostic du coronavirus Sars-CoV-2. *Actualites Pharmaceutiques*, 59(599), 18-23

- [31] : Cui J, Li F, Shi ZL (2019) Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. *Nat Rev Microbiol* 17(3):181–192. <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0118-9>
- [32] : https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/avis_conseil_scientifique_12_fevrier_2021.pdf
- [33] : « Investigation of novel SARS-COV-2 variant. Variant of Concern 202012/01 » [PDF], sur assets.publishing.service.gov.uk, Public Health England (en), décembre 2020 (consulté le 29 décembre 2020).
- [34] : <https://www.cerballiance.fr/fr/faq/covid-19/quest-ce-que-le-variant-anglais-du-covid-19>
- [35] : <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-maladies/2693187-variant-anglais-covid-france-c-est-quoi-contagion-vaccin-symptome-test-1620392444.amhtml/#>
- [36] : <https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/03/10/covid-19-le-variant-anglais-se-revele-64-plus-mortel>
- [37] : <https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/03/10/covid-19-le-variant-anglais-se-revele-64-plus-mortel>
- [38] : (en) Sarah Newey, Tom Collins et Will Brown, « Two cases of 'highly concerning' South Africa virus variant detected in UK » (<https://www.telegraph.co.uk/global-health/science-and-disease/two-cases-highly-concerning-south-africa-virus-variant-detected/>), sur <https://www.telegraph.co.uk/>, The Daily Telegraph, 23 décembre 2020 (consulté le 24 décembre 2020).
- [39] : (en) Clive Cookson, David Pilling et Joseph Cotterill, « Coronavirus variant first detected in South Africa identified in Britain » (<https://www.ft.com/content/c4c64d0c-8465-45d4-8511-65164975018d>), sur <https://www.ft.com/>, Financial Times, 23 décembre 2020 (consulté le 24 décembre 2020).
- [40] : Audrey Le Guellec, « Les variants du coronavirus progressent en France : à partir de quand faut-il s'inquiéter ? » (<https://www.lci.fr/sante/covid-19-les-variants-du-virus-progressent-en-france-a-partir-de-quand-faut-il-s-inquieter-2178190.html>), sur LCI, 12 février 2021
- [41] : « Covid-19 : le variant sud-africain plus "toxique" que le britannique ? » (<https://www.lci.fr/sante/covid-19-et-si-le-variant-sud-africain-etait-plus-toxique-que-le-britannique-2175383.html>), sur LCI (consulté le 14 janvier 2021)

[42] : « E484K, la mutation qui pourrait permettre au Covid-19 d'échapper aux vaccins » (https://www.huffingtonpost.fr/entry/coronavirus-mutation-e484k-pourrait-permettre-au-covid-19-dechapper-au-vaccin_fr_5ffeb7c0c5b63642b70067d3) , sur Le HuffPost, 13 janvier 2021 (consulté le 15 janvier 2021)

[43] : <https://www.lemonde.fr/blog/realitesbiomedicales/2021/04/15/covid-19-ce-quit-faut-savoir-sur-le-variant-bresilien-p-1/>

[44] : <https://www.pasteur.fr/fr/espace-presse/documents-presse/covid-19-analyse-sensibilite-du-variant-indien-b16172-aux-anticorps-monoclonaux-aux-serums-personnes>

[45] : <https://quoidansmonassiette.fr/point-sur-le-variant-indien-b-1-617/>

[46] : <https://www.dhhs.nh.gov/dphs/cdcs/covid19/documents/covid19-faq-fr.pdf>

[47] : <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-a-on-covid-19-hiv-and-antiretrovirals>

[48] : <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-a-on-covid-19-hiv-and-antiretrovirals>

[49] : https://www.sciencesetavenir.fr/sante/covid-19-la-piste-de-la-transmission-aeroportee-toujours-prend-de-l-ampleur_153760.amp

[50] : <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html>

[51] : https://www.lexpress.fr/actualite/societe/sante/toux-fievre-fatigue-comment-distinguer-le-covid-19-de-la-grippe-ou-du-rhume_2135384.amp.html

[52] : <https://www.doctissimo.fr/sante/epidemie/coronavirus-chinois/symptomes-coronavirus-que-faire>

[53] : <https://www.aximedfrance.com/diagnostics/tests-rapides/maladies-infectieuses/serologie-covid-19/>

[54] : <https://www.who.int/fr/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>

[55] : <https://www.dhhs.nh.gov/dphs/cdcs/covid19/documents/covid19-faq-fr.pdf>

[56] : World Health Organisation. Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public. Taken from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novelcoronavirus-2019/advice-for-public>. Accessed March 22, 2020.

[57] : Dab, W. (1989). *Épidémiologie*. G. Brücker et D. Fassin, *Santé publique*. Aubin Imprimeur: Ligugé, Poitiers, 11-53.

[58] :SAIDI, O., HAJEM, S., MALOUCH, D., MANSOUR, N. B., & HSAIRI, M. RAPPEL SUCCINCT SUR LES DIFFÉRENTS TYPES D'ENQUÊTES ÉPIDÉMIOLOGIQUES.

[59] :Merrer, J. (2020). Particularités des différentes enquêtes épidémiologiques. *Sages-Femmes*, 19(1), 53-55.

[60] :Amdaoud, M., Arcuri, G., &Levratto, N. (2020). *Covid-19: analyse spatiale de l'influence des facteurs socio-économiques sur la prévalence et les conséquences de l'épidémie dans les départements français*. EconomiX-UMR7235, Université Paris Nanterre.

[61] :<https://covid19.who.int/>

[62] :<https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2019/alger-port/valeurs/60369.html>

[63] : <https://www1.nyc.gov/site/doh/covid/covid-19-data.page>

[64] :Martin, O. (2007). L'analyse de données quantitatives. L'enquête et ses méthodes. *Lectures, Les rééditions*.

[65] :Riou, B., & Landais, P. (1998, October). Principes des tests d'hypothèse en statistique: α , β et P. In *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation* (Vol. 17, No. 9, pp. 1168-1180). Elsevier Masson.

[66] :Rakotomalala, R. (2011). Pratique de la régression logistique. *Régression logistique binaire et polytomique, Université Lumière Lyon*, 2, 258.

[67] : Spiegel, M. R., & Stephens, L. J. (2002). *Statistique*. Ediscience.

[68] :Schober, P., Boer, C., &Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia&Analgesia*, 126(5), 1763-1768