

Applications SAS

Analyse de données

Sabri AYEB
Raed MANI
Somaya RABHIOUAN
Sophia YALAP

Sommaire

| | |
|---|----|
| Introduction | 2 |
| 1. Exploration des données..... | 2 |
| 2. Analyse de données | 5 |
| Problématique | 13 |
| 3. Analyse de l'impact des mesures restrictives contre l'épidémie COVID-19 : vision micro 13 | |
| 4. Analyse de l'impact des mesures restrictives contre l'épidémie COVID-19 : vision macro 24 | |
| Conclusion | 34 |
| Bibliographie : | 35 |

Introduction

Cela fait plus de deux ans maintenant que le monde entier est plongé dans une crise sanitaire sans précédent. La majorité des pays sont gravement touchés par la pandémie du COVID-19 qui ne cesse de s'étendre au fil des mois. Pour tenter de ralentir les contaminations et, pourquoi pas un jour, faire disparaître ce virus, les États prennent des mesures plus ou moins lourdes de conséquences ; et ce au jour le jour afin de suivre au mieux l'évolution du virus.

Nous disposons d'une base de données complète sur les données du COVID-19 dans le monde. Celle-ci contient plusieurs indicateurs propres aux conséquences de la pandémie tels que le nombre de morts journaliers, le nombre de personnes positives au virus, mais également des données démographiques telles que la densité de population dans chaque pays, l'IDH, l'espérance de vie, etc.

Nous tenterons d'analyser cette base afin d'obtenir une meilleure compréhension des mécanismes qui ont joué lors de cette crise sanitaire.

1. Exploration des données

Avant de se plonger dans l'analyse des données, il est nécessaire de commencer par une phase d'exploration afin de mieux comprendre le dataset et ainsi formuler clairement une problématique. On peut se poser des questions évidentes sur la qualité de la donnée :

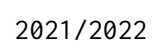
1. Quelles sont les variables qui sont utilisables ?
 - a. Proportion de valeurs manquantes
 - b. Valeurs extrêmes ou aberrantes
2. Les variables sont-elles facilement exploitables ?
 - a. Type de variable (discrète, continue, catégorielle)
 - b. Format SAS

En jouant sur l'ODS de SAS et la PROC CONTENTS on obtient un état primaire de notre table.

| Obs. | objets | nombre |
|------|--------------|--------|
| 1 | Observations | 133499 |
| 2 | Variables | 68 |

Dans une première approche, on cherche à vérifier la proportion de valeurs manquantes dans notre dataset. Comme très souvent, un grand nombre de variables sont touchées et il est difficile de vérifier la proportion au cas par cas. Une manière d'alléger l'analyse consiste à

Enseignante : Marion WILTHIEM



Ayant observé une grande proportion de valeurs manquantes pour certaines variables, nous avons décidé de les exclure de nos analyses. Pour cette raison et pour des choix personnels, nous avons décidé de ne conserver que les variables suivantes pour la suite de nos analyses :

| Nom de la variable |
|-------------------------|
| total_cases |
| new_cases |
| new_cases_smoothed |
| new_deaths |
| new_deaths_smoothed |
| total_deaths |
| date |
| location |
| continent |
| population |
| population_density |
| reproduction_rate |
| gdp_per_capita |
| life_expectancy |
| human_development_index |
| people_fully_vaccinated |
| handwashing_facilities |

| |
|----------------------------|
| hospital_beds_per_thousand |
| cardiovasc_death_rate |
| diabetes_prevalence |
| male_smokers |
| female_smokers |
| stringency_index |

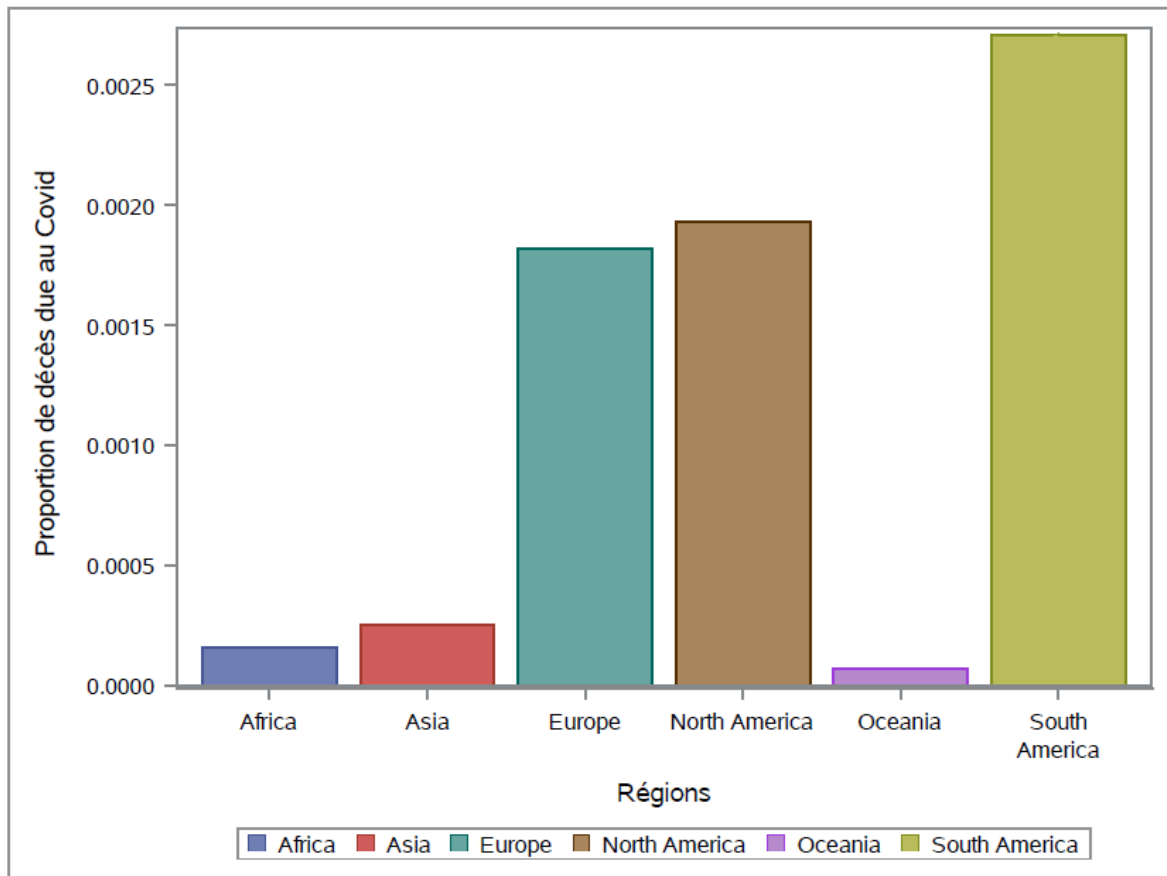
Se référer à la table `owid-covid-codebook_16112021` pour plus de détails

2. Analyse de données

Certaines variables comportent des valeurs négatives, les données faisant référence à ces dates ont été supprimées dans cette partie.

Un indicateur simple donnant une vue globale de l'épidémie est le nombre de décès total. 6 régions sont représentées, choisies de manière à souligner une variation très marquée de la mortalité dans le monde.

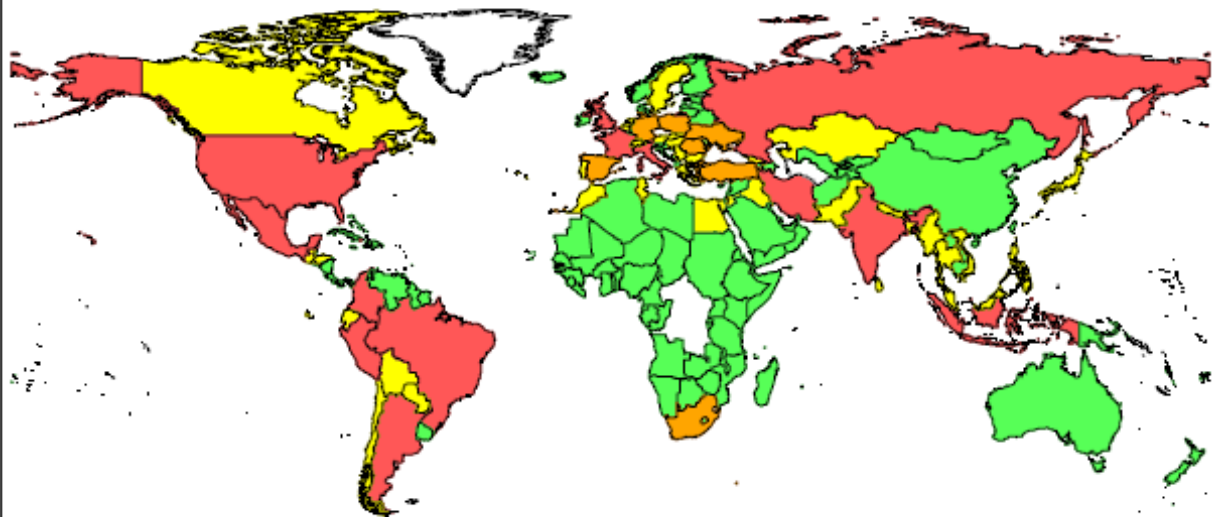
Bien que le nombre de décès soit facilement accessible, il est difficile de comparer des régions du monde ayant une population inégalement répartie. On pallie ce problème en transformant la variable représentant les décès totaux par la variable proportion de décès dans la population calculée comme *décès totaux/population*. De cette manière la représentation graphique se base sur une échelle similaire comme suit :



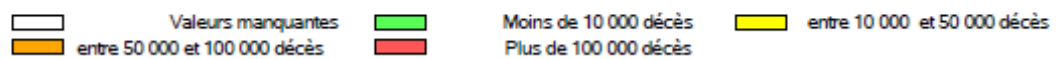
La proportion de morts, bien que très faible relativement à la population totale, est très inégale au sein des différentes régions. La région Amérique du nord comprend 10 fois plus de décès que le continent africain. Deux groupes majeurs se distinguent, d'une part l'Asie, l'Afrique et l'Océanie, et de l'autre, l'Europe, l'Amérique du Sud et l'Amérique du Nord.

Une autre façon d'avoir une vision globale est d'utiliser une heatmap du monde :

Covid death worldwide



Nombre de morts totaux



Pour plus de précision, nous avons décidé de regrouper nos continents en fonction de certaines variables disponibles dans la base afin d'avoir un premier aperçu des principaux foyers de contamination. On constate à première vue que les pays disposant d'un indice de développement humain plus faible ont, pondérément à leur population continentale, un nombre de personnes ayant un schéma vaccinal complet relativement faible. On peut supposer que ces pays ont un moindre accès au vaccin.

Nos variables en fonction des continents

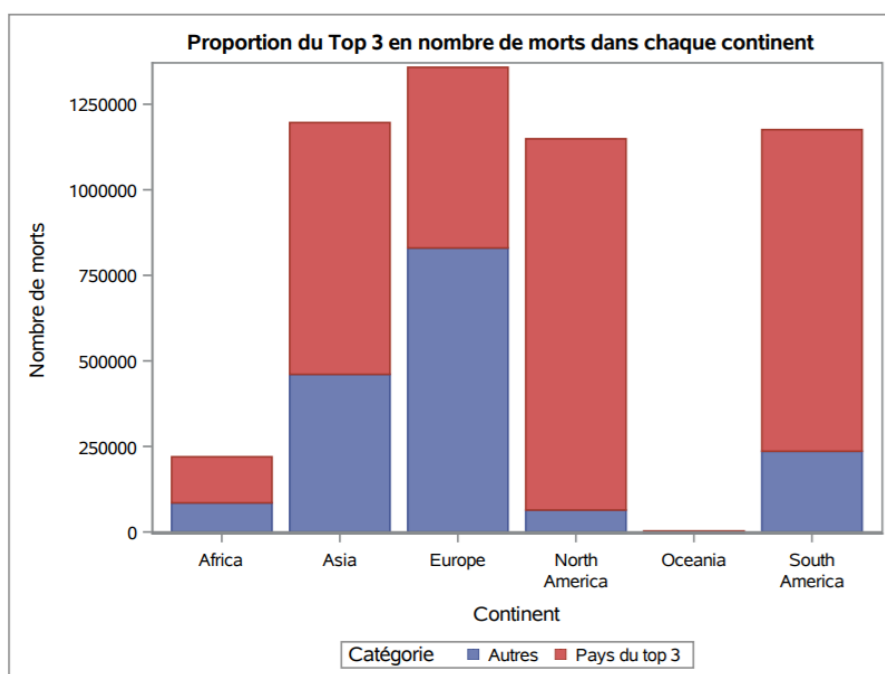
| continent | Total des cas | Total des décès | Personne complètement vacciner | population | Indice de dev humain | Installation lavage de main | Lit d'hôpital par milliers |
|---------------|---------------|-----------------|--------------------------------|------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Africa | 8563215 | 220851 | 87970587 | 1373486472 | 0.56 | 32.86 | 1.07 |
| Asia | 80778052 | 1197321 | 2120948083 | 4678444992 | 0.71 | 62.27 | 2.55 |
| Europe | 68939237 | 1361098 | 421642917 | 748962983 | 0.88 | 94.54 | 5.89 |
| North America | 56633390 | 1149017 | 318733978 | 596581283 | 0.86 | 80.96 | 2.27 |
| Oceania | 286165 | 3064 | 22504119 | 43219954 | 0.84 | 35.35 | 3.54 |
| South America | 38668412 | 1175785 | 239193034 | 434260137 | 0.77 | 64.41 | 2.22 |
| World | 253870057 | 5107084 | 3210992718 | 7874965730 | 0.71 | 54.41 | 2.67 |

Nous avons ensuite voulu observer le top 3 des pays avec le plus de morts par continent. Nous avons également décidé d'afficher les sous-totaux pour les différents continents, ce qui nous permet de pouvoir les comparer entre eux.

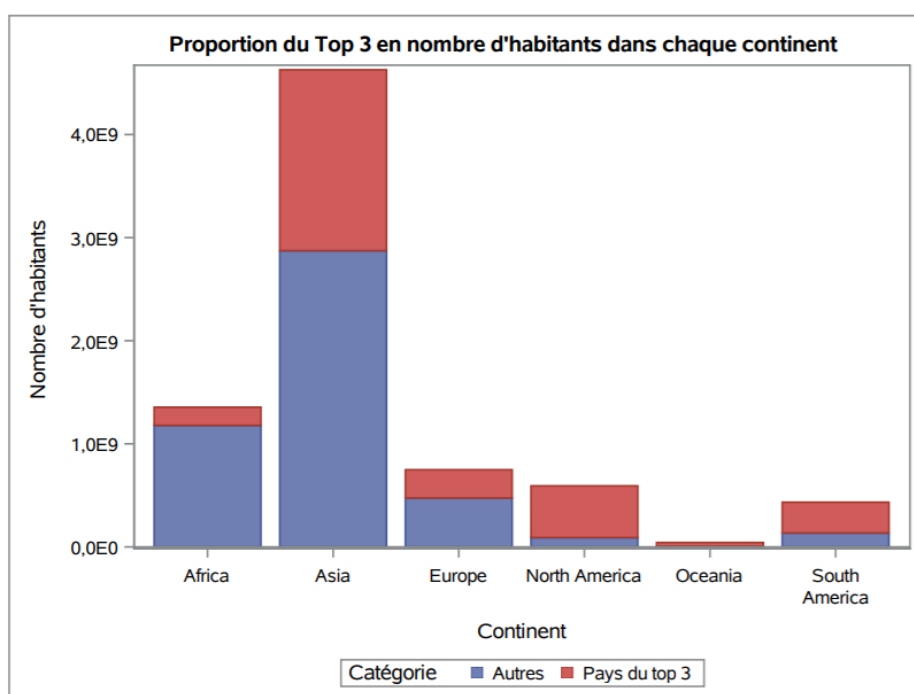
Top 3 des pays avec le plus de morts par continent

| Continent | Pays | Nombre de morts |
|---------------|-------------------|-----------------|
| Africa | South Africa | 89746 |
| | Tunisia | 25315 |
| | Egypt | 19567 |
| | Sous-Total | 134628 |
| | | |
| Asia | India | 463852 |
| | Indonesia | 143670 |
| | Iran | 128272 |
| | Sous-Total | 735794 |
| | | |
| Europe | Russia | 251796 |
| | United Kingdo | 143384 |
| | Italy | 132819 |
| | Sous-Total | 527999 |
| | | |
| North America | United States | 764363 |
| | Mexico | 291147 |
| | Canada | 29435 |
| | Sous-Total | 1084945 |
| | | |
| Oceania | Australia | 1898 |
| | Fiji | 694 |
| | Papua New Gui | 436 |
| | Sous-Total | 3028 |
| | | |
| South America | Brazil | 611346 |
| | Peru | 200672 |
| | Colombia | 127833 |
| | Sous-Total | 939851 |
| | | |
| Total | | 3426245 |

En guise de complément, nous avons souhaité connaître la proportion des pays du top 3 par rapport aux autres pays du continent. Pour cela nous avons fait un histogramme dans lequel nous avons distingué ces pays parmi les autres en termes de nombre de morts.



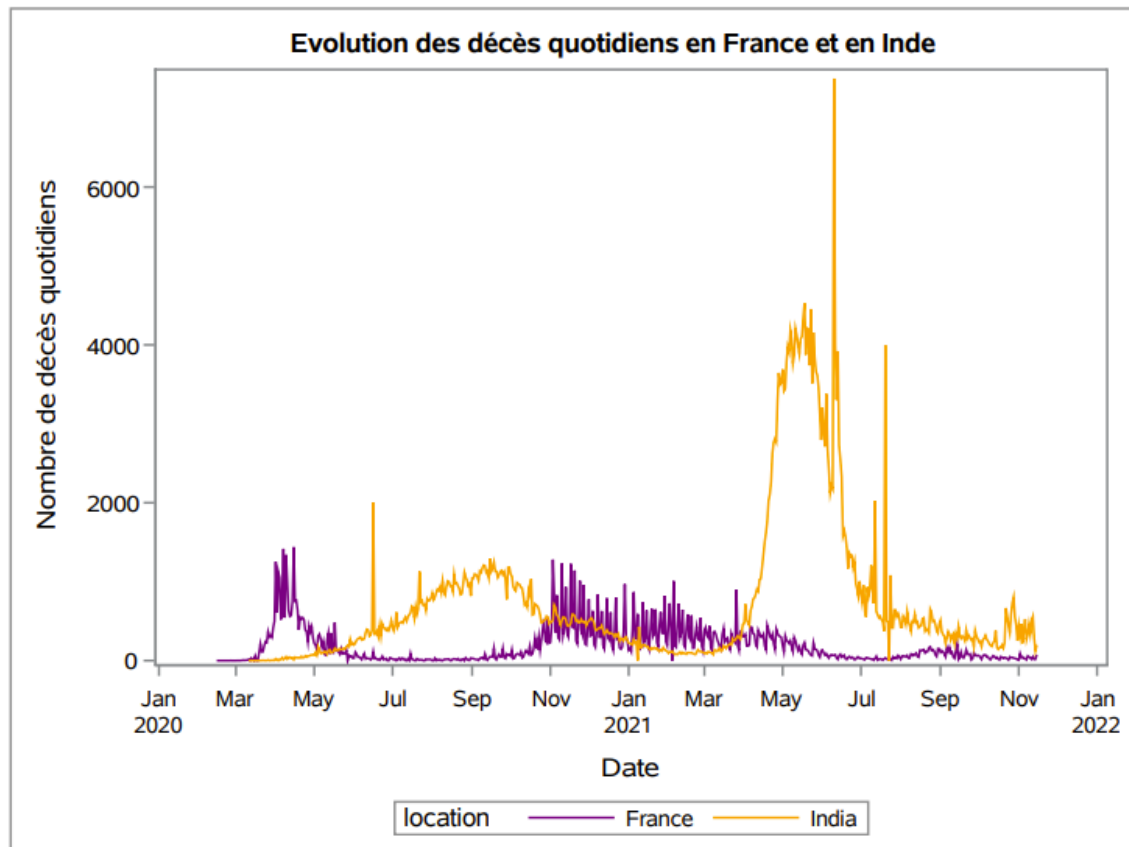
On observe que les pays formant le top 3 en Amérique sont prépondérants en termes de nombre de morts. Pour vérifier la cohérence des résultats, nous avons comparé ce graphique à un graphique similaire, montrant cette fois-ci la proportion des pays du top 3 en termes de nombre d'habitants.



Pour tous les continents hormis l'Afrique et l'Asie, nous observons des proportions équivalentes au graphique précédent, ce qui confirme la cohérence des résultats précédents. Concernant l'Asie, nous doutons de la véracité de ces dernières. En effet, certains pays en Asie ayant une politique de liberté restrictive comme la Chine ne semblent pas communiquer les données réelles. Par ailleurs, nous pouvons supposer qu'un continent

en développement comme l'Afrique ne dispose pas des ressources et moyens nécessaires pour communiquer et effectuer un bon suivi de l'épidémie.

Nous allons passer à présent à un graphique analysant les décès quotidiens liés au Covid-19, avec comme pays de comparaison la France et le nouvel épicode de la pandémie, l'Inde en sélectionnant la variable des nouveaux morts quotidiens.



Tout d'abord, à première vue on constate des décès beaucoup plus conséquents en Inde qu'en France et un décalage dans l'apparition des vagues de l'épidémie mondiale dans le temps entre ces deux pays.

En effet, en France la première vague apparaît dès mars 2020 avec des pics quotidiens allant jusqu'à environ 1 500 morts par jour en avril, avant un ralentissement du nombre de décès dès juin 2020. Période où justement la première vague épidémique en Inde débute, avec un pic atteignant environ 2 000 morts vers fin juin. Cette fois-ci, lorsque la première vague de décès en Inde tend à décroître, on observe une amplification des décès quotidiens liés à la seconde vague en France, avec un pic allant jusqu'à 1 300 morts environ fin novembre 2020. Contre un pic en Inde durant sa seconde vague largement plus meurtrière, atteignant presque 7 000 morts en juin 2021.

Cette différence plus que considérable peut être expliquée par plusieurs facteurs, dont le plus important est la différence en termes de population, où l'Inde est environ vingt fois plus peuplée que la France, les conditions sanitaires sont également très fragiles et variables en fonction des États.

Par ailleurs, on estime que les chiffres révélés par l'Inde seraient en réalité dix fois supérieurs au bilan officiel.

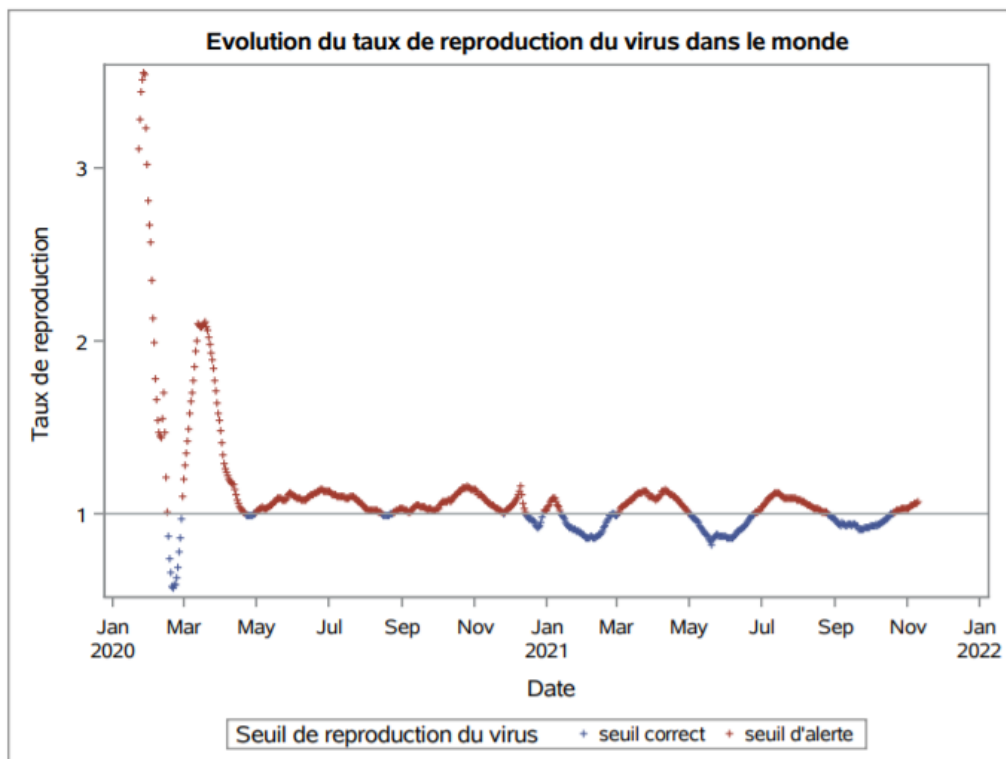
Enfin, nous allons mesurer le potentiel de contagiosité du COVID-19 au cours du temps. Ce dernier peut être évalué par un indicateur appelé taux de reproduction (R). Il correspond au nombre moyen d'infections secondaires pouvant être générées à partir d'un cas index, dans une population entièrement susceptible d'être infectée. Plus ce taux est élevé, plus le risque de transmission est important.

Dans le point épidémiologique réalisé lors de la Conférence de presse du Sénat le 4 novembre 2021, il nous est rappelé qu'un taux de reproduction effectif > 1 traduisait une progression de l'épidémie. Nous avons donc :

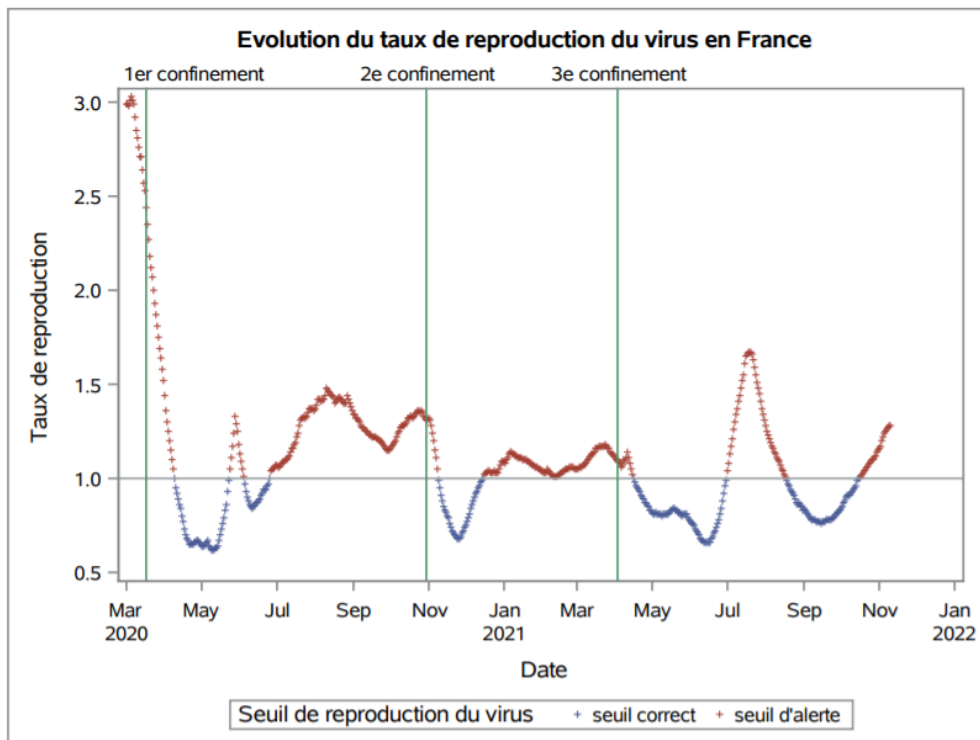
- Pour un $R > 1$, l'épidémie se développe
- Pour un $R < 1$, l'épidémie ne peut se développer

Afin de pouvoir maîtriser l'épidémie, il est donc nécessaire de s'assurer que le taux de reproduction du virus ne dépasse pas la valeur de "1".

C'est pour cela que nous avons voulu représenter l'évolution du taux de reproduction du virus dans le monde en déterminant les seuils décrits ci-dessus.



Nous pouvons observer que les États ont tenté de faire diminuer le taux de reproduction du virus au cours du temps et de le maintenir en dessous du seuil d'alerte.



En ce qui concerne la France, nous pouvons observer une diminution du taux de reproduction du virus dès qu'une mesure de confinement a été prise. D'après le graphique, le confinement semble être efficace pour limiter la propagation du virus.

Problématique

À travers nos analyses, nous tenterons de répondre à la problématique suivante : *dans quelle mesure les stratégies sanitaires ont été déterminantes dans la lutte contre le COVID-19 ?*

3. Analyse de l'impact des mesures restrictives contre l'épidémie COVID-19 : vision micro

Afin de contrôler l'épidémie, les gouvernements mondiaux ont adopté diverses mesures dites restrictives afin de diminuer la propagation du virus, mais surtout, de diminuer la pression sur les systèmes de santé qui menacent de s'écrouler.

Certaines recommandations ont fait état d'un consensus mondial : lavage des mains régulier, port du masque en milieu clos, isolement des infectés, réduction des contacts sociaux, etc.

Cependant un contraste évident des stratégies sanitaires existe. Loin d'une uniformité des actions macroéconomiques, mais aussi individuelles au niveau mondial, les États ont réagi différemment pour endiguer l'épidémie.

D'une part, cette différence s'explique par une temporalité différente, en effet les vagues de contaminations pour chaque pays ne surgissent pas à des périodes identiques, et cela est vrai même pour des pays voisins. Cette temporalité résulte d'une "mondialisation non-instantanée", la mobilité des individus, la durée d'inoculation du virus, ainsi que le taux de reproduction du virus sont responsables de ce lag de temps.

D'autre part, les moyens techniques, économiques, humains, mais surtout les différences politiques conduisent irrémédiablement à une division mondiale des stratégies sanitaires.

Ainsi, les gouvernements ont mis en place depuis l'apparition du virus un panel de restrictions selon la gravité de la situation sanitaire du pays et de la situation internationale dans une moindre mesure.

Ainsi, dans cette première analyse, présentée ci-dessous sous forme d'une PROC REPORT, nous avons sélectionné les nations suivantes : France, Inde, Nouvelle-Zélande, Tunisie, États-Unis. Et pour base de comparaison, nous avons décidé d'afficher selon la chronologie des confinements nationaux pour chaque pays, leur population totale, le nombre de morts du Covid, de cas positifs détectés, ainsi que les taux de mortalité et d'incidence pour 100 000 habitants sur la période donnée.

Impact d'une mesure de confinement national sur le Covid-19

| Pays | Chronologie des confinements nationaux | Nombre de morts | Population | Taux mortalité pour 100000 habitants | Nombre de cas positifs | Taux d'incidence pour 100000 habitants |
|----------------------|--|-----------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------|--|
| France | Début COVID-19 | 149 | 67564251 | 0.2205308 | 6683 | 9.8913255 |
| | Premier confinement | 26234 | 67564251 | 38.828226 | 171721 | 254.15956 |
| | Post confinement 1 | 9675 | 67564251 | 14.319703 | 1151417 | 1704.1808 |
| | Deuxième confinement | 23123 | 67564251 | 34.22372 | 1117697 | 1654.2728 |
| | Post confinement 2 | 37257 | 67564251 | 55.143067 | 2355027 | 3485.6111 |
| | Troisième confinement | 8855 | 67564251 | 13.106043 | 914642 | 1353.7366 |
| | Post confinement 3 | 13884 | 67564251 | 20.549329 | 2024949 | 2997.0716 |
| France | | 119177 | 67564251 | 176.39062 | 7742136 | 11458.924 |
| India | Début COVID-19 | 10 | 1393409033 | 0.0007177 | 536 | 0.0384668 |
| | Premier confinement | 5398 | 1393409033 | 0.3873952 | 190073 | 13.640862 |
| | Post confinement 1 | 159693 | 1393409033 | 11.460597 | 12398458 | 889.79314 |
| | Deuxième confinement | 214472 | 1393409033 | 15.391891 | 17044038 | 1223.1899 |
| | Post confinement 2 | 84279 | 1393409033 | 6.0484034 | 4823296 | 346.15076 |
| India | | 463852 | 1393409033 | 33.289005 | 34456401 | 2472.8131 |
| New Zealand | Début COVID-19 | . | 5122600 | . | 155 | 3.0258072 |
| | Premier confinement | 19 | 5122600 | 0.3709054 | 1317 | 25.709601 |
| | Post confinement 1 | 3 | 5122600 | 0.058564 | 159 | 3.1038926 |
| | Deuxième confinement | 4 | 5122600 | 0.0780853 | 2099 | 40.975286 |
| | Post confinement 2 | 9 | 5122600 | 0.175692 | 5359 | 104.61484 |
| New Zealand | | 35 | 5122600 | 0.6832468 | 9089 | 177.42943 |
| Tunisia | Début COVID-19 | . | 11935764 | . | 24 | 0.2010764 |
| | Premier confinement | 43 | 11935764 | 0.3602618 | 994 | 8.3279126 |
| | Post confinement 1 | 5372 | 11935764 | 45.007592 | 167550 | 1403.7644 |
| | Deuxième confinement | 277 | 11935764 | 2.3207563 | 11522 | 96.53341 |
| | Post confinement 2 | 5658 | 11935764 | 47.403752 | 139422 | 1168.1029 |
| | Troisième confinement | 499 | 11935764 | 4.1807127 | 7060 | 59.149963 |
| | Post confinement 3 | 13466 | 11935764 | 112.8206 | 389144 | 3260.3192 |
| Tunisia | | 25315 | 11935764 | 212.09367 | 715716 | 5996.3987 |
| United States | Début COVID-19 | 1 | 332915074 | 0.0003004 | 24 | 0.007209 |
| | Premier confinement | 68062 | 332915074 | 20.444253 | 1117319 | 335.61682 |
| | Politique sans confinement | 696300 | 332915074 | 209.15244 | 46104205 | 13848.638 |
| United States | | 764363 | 332915074 | 229.59699 | 47221548 | 14184.263 |

Ainsi, on constate ici que l'on obtient des confinements qui ne sont décidés ni aux mêmes périodes ni en nombre égal, la France et la Tunisie ont ainsi opéré trois confinements (comptabilisé en mois pour les deux derniers confinements en France contre quelques jours pour la Tunisie) pour le moment, contre un seul seulement aux États-Unis. La Nouvelle-Zélande quant à elle ayant adopté un système d'alerte, adopte couramment un confinement légèrement assoupli en dehors des confinements nationaux. Cependant nous nous concentrerons ici seulement sur ces derniers par souci de complexité de lecture et de disponibilité de documentations.

Durant les prémices de l'épidémie mondiale, avant que les pays ne mettent en place un premier confinement, la France qui a mis en place son premier confinement relativement tôt

est le premier pays à enregistrer un mort en dehors de l'Asie. Et ayant comptabilisé le plus grand nombre de morts et de cas positifs avec 149 morts et 6683 cas devant l'Inde avec 10 morts et 536 cas détectés.

Durant le premier confinement, tous les pays ont dû faire face à une augmentation significative de leur nombre de morts et de cas positifs.

Au premier abord, les États-Unis sont ceux ayant eu la plus grande hausse du nombre de décès et de cas positifs, on observe une augmentation de 68 062 morts au premier confinement et une multiplication de leurs cas positifs par 46 554 par rapport au chiffre de la première période. Soit une hausse du taux de mortalité de 20 morts pour 100 000 habitants et une hausse plus conséquente du taux d'incidence de 335 nouveaux cas pour 100 000 habitants. Puis viennent l'Inde et la France.

Cependant, il est plus juste statistiquement de comparer les taux de mortalité et d'incidence que les chiffres bruts de décès et de cas détectés durant chacune des périodes données, en effet, il est plus précis de regarder le nombre de cas et de morts en proportion de chaque population.

Ainsi, en ces termes, pendant la période du premier confinement la France est le pays le plus touché selon le taux de mortalité, avec environ 40 morts pour 100 000 habitants et 20 morts pour les USA.

Et en termes de cas positifs, les États-Unis ont eu le taux le plus élevé d'incidence, avec environ 336 cas pour 100 000 habitants contre 8 pour la Tunisie, pays le moins touché durant cette période.

Après une dite « presque » adaptation de ces pays à un phénomène nouveau d'épidémie mondiale, nous pourrions à présent, à partir des périodes suivantes, mieux analyser les chiffres pour démontrer des résultats relativement plus concluants, de l'impact des mesures de confinements mises en place.

Pendant la période suivant le premier confinement et précédant le deuxième, les plus hauts taux de mortalité concernent en premier lieu la Tunisie, avec 45 morts pour 100 000 habitants (par rapport à env. 0.4 mort pendant le premier confinement), vient après la France, avec 14 morts pour 100 000 habitants (taux inférieur de 24 morts par rapport au premier confinement).

On peut dire que pour le cas de la France, le premier confinement a eu un effet sur la troisième période observée, permettant de limiter le nombre de morts, cependant, le taux d'incidence a explosé, avec 1704 cas pour 100 000 habitants contre 254 cas pendant le premier confinement. Cas similaire en Tunisie et en Inde où ce taux a atteint respectivement 1404 (contre 8 au premier confinement) et 890 (contre 14 au premier confinement) nouveaux cas par 100 000 habitants.

Ce phénomène s'explique par le déconfinement, les contacts sociaux n'étant plus autant limités, cette période incluant l'été 2020 pour tous les pays, la population a certainement succombé à un fort relâchement des gestes barrières, en particulier après un tel isolement strict jamais connu auparavant. Par ailleurs, la Nouvelle-Zélande est le pays qui s'en sort le mieux, avec 3 cas pour 100 000 habitants durant la période considérée.

L'impact inquiétant du premier confinement a poussé tous les États considérés (sauf les États-Unis), à mettre en place un deuxième confinement.

Ce confinement a permis à la Tunisie d'enregistrer un taux de mortalité de 2 pour 100 000 habitants, contre 45 durant la période précédente et également un taux d'incident plus faible comparativement à cette dernière (97 nouveaux cas contre 1404).

Pour les autres pays, la seconde vague a été plus meurtrière, avec un confinement mis en place peut-être un peu trop tard, avec un virus ayant déjà gagné en force, l'Inde y enregistre son taux de mortalité et d'incidence le plus élevé durant son second confinement.

En France, ce reconfinement a permis de limiter le nombre de cas positifs, le taux de mortalité atteint 34 morts pour 100 000 habitants, en Nouvelle-Zélande le taux d'incidence atteint environ 41 cas pour 100 000 habitants, pays le moins touché visiblement.

Durant la cinquième période, suivant la levée du deuxième confinement et précédent le troisième, on observe encore une fois une aggravation de la situation où la levée des restrictions permettant un ralentissement de la propagation du virus, a conduit à des taux records.

En France, on y atteint les records nationaux du taux de mortalité et d'incidence, avec 55 morts et environ 3486 nouveaux cas pour 100 000 habitants.

La Tunisie, arrive en seconde position concernant ces deux derniers taux, avec respectivement, 47 morts et 1168 nouveaux cas détectés pour 100 000 habitants.

Jusqu'ici ces deux derniers pays sont les seuls à avoir mis en place un troisième confinement, s'étant révélés assez concluants, et où la France y a enregistré son taux de mortalité le plus bas (hors prémices du Covid).

Concernant Les États-Unis, n'ayant mis en place qu'un confinement national, la comparaison avec les différentes phases de confinement ne peut se faire par période.

De plus, on doit prendre en compte le fait que les périodes de confinements entre pays ne sont pas équivalentes.

Aussi, et surtout une autre limite de ces comparaisons peut être liée à la véracité des chiffres en Inde, plusieurs experts à travers le Monde font état d'un consensus, les chiffres réels seraient dix fois plus meurtriers.

En résumé, la Norvège est le pays ayant eu le taux de mortalité le plus faible et où donc les mesures de confinements ont été les plus concluantes contre la propagation du Covid, on peut également ajouter qu'elle fait partie des pays ayant adopté les mesures les plus strictes au monde.

En France et en Tunisie en situation de confinement les dégâts en termes de décès et de patients sont limités comparativement aux périodes suivantes sans confinement, démontrant ainsi l'efficacité de ces mesures.

Aux États-Unis avec seulement un confinement national et en Inde où les chiffres doivent être multipliés par 10, ces deux pays ont été ceux ayant le moins bien géré la crise du Covid-19 jusqu'ici.

Au total, sur la période allant du 1er janvier 2020 au 15 novembre 2021, notre classement des pays selon la gestion de la crise est le suivant :

- La Nouvelle-Zélande avec un taux de mortalité d'environ 0.7 mort pour 100 000 (35 morts au total)
- La France avec un taux de mortalité d'environ 176 morts pour 100 000
- La Tunisie avec un taux de mortalité d'environ 212 morts pour 100 000
- Les États-Unis avec un taux de mortalité d'environ 230 morts pour 100 000
- L'Inde avec un taux de mortalité d'environ 330 morts pour 100 000

Ainsi, ces résultats indiquent que les mesures de confinement ont un impact significatif sur le taux de mortalité et d'incidence, mais que des mesures de confinements sans suivi constant sur le long terme ne permettent pas de complètement résorber ces taux. D'autres mesures plus constantes auraient un impact beaucoup plus significatif, comme cela est illustré en Nouvelle-Zélande.

Nous allons nous intéresser à présent à travers le tableau ci-dessous à une autre mesure sanitaire contre le Covid-19 qui est la vaccination complète d'une population, sur les mêmes pays : France, Inde, Nouvelle-Zélande, Tunisie, États-Unis avec le taux de létalité en pourcentage.

Nous avons séparé ces pays en deux groupes, selon si la majorité de la population est vaccinée ou non. Ainsi dans le premier groupe on retrouve la France, la Nouvelle-Zélande et les États-Unis et dans le second l'Inde et la Tunisie.

Impact de la vaccination sur le Covid-19

| Classement | Country | Pourcentage de vaccinés | Nombre total de décès | Taux de létalité en pourcentage |
|---|---------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Majorité de la population vaccinée | France | 69% | 119021 | 1.62% |
| | New Zealand | 67% | 34 | 0.38% |
| | United States | 58% | 763092 | 1.62% |
| Majorité de la population vaccinée | | | 882147 | 1.62% |
| ***** | | | | |
| Minorité de la population vaccinée | India | 27% | 463655 | 1.35% |
| | Tunisia | 40% | 25311 | 3.54% |
| Minorité de la population vaccinée | | | 488966 | 1.39% |
| ***** | | | | |

Le taux de létalité est un indicateur permettant de faire état de la virulence d'une maladie, et en l'occurrence du Covid-19, mais également de la qualité des soins et conditions auxquelles la population est sujette.

Ainsi, on observe que pour les pays ayant plus de la moitié de leurs populations respectives vaccinées, le taux de létalité est inférieur à 2%, tandis que l'Inde et la Tunisie ayant moins de 50% de leur population qui est vaccinée enregistrent un taux de létalité supérieur à 3%.

Le pays où la prise en charge du virus est considérée ici comme la plus optimale est la Nouvelle-Zélande, avec un taux de létalité de 0.38%, pas étonnant du fait de son apparition dans la plupart des classements sur les meilleurs systèmes de santé. Viennent en seconde position la France et les États-Unis, avec un taux de létalité à 1.62%, ce qui représente un assez bon pourcentage.

En Tunisie, avec environ 40% de la population vaccinée, on enregistre un taux de létalité de 3.54%, ce qui est assez élevé. Ce taux peut aussi bien être expliqué par le pourcentage de vaccination de la population, qui n'a pas atteint encore la majorité, mais également par un secteur sanitaire fragile, avec peu de moyens et l'exode des professionnels de santé.

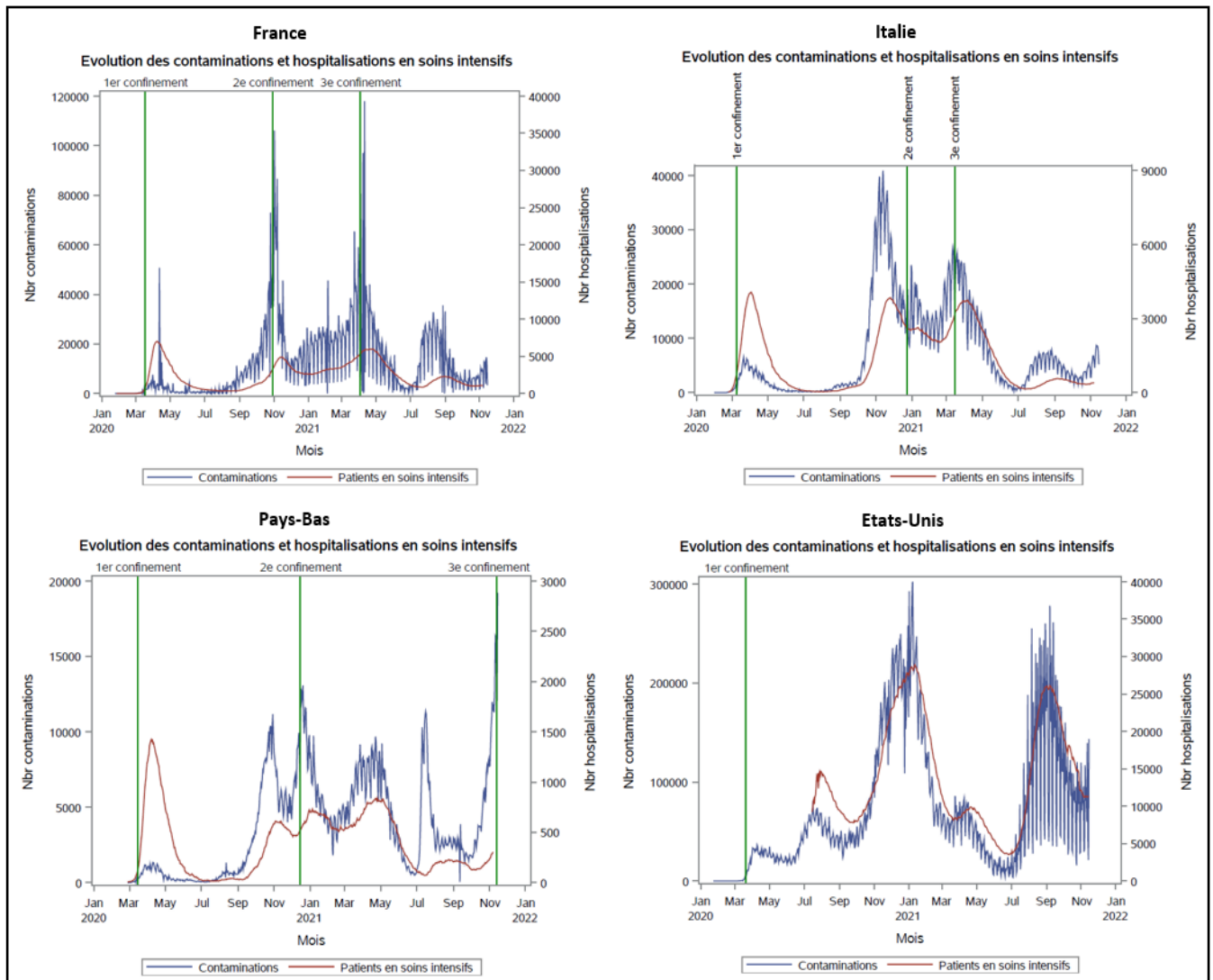
En Inde ce taux avoisine les 10% environ (en multipliant par 10), taux affligeant, mais sans surprise. En effet, d'une part ce pays émergent rencontre bien des difficultés à faire face à un défi sanitaire d'une telle ampleur avec la plus grande population au monde, des structures sanitaires submergées et pour la plupart sans moyens suffisants.

D'autre part, ajouter à cela le fait que seulement environ un quart de la population est vaccinée n'améliore pas la situation. Ce qui explique ses taux de mortalité, d'incidence et de létalité affolants.

Cependant on peut ajouter que les chiffres disponibles ne permettent une analyse complète de l'effet de la vaccination sur la Covid-19, en effet, pour la plupart les campagnes n'ont été annoncées que récemment et il faudrait analyser sur un plus long terme l'effet de cette mesure, pour pouvoir obtenir des chiffres davantage significatifs.

Pour conclure sur ces deux mesures sanitaires présentées on peut dire que l'une couplée à l'autre améliorerait la situation, dans les pays considérés ici, la Nouvelle-Zélande détient la première place en termes de gestion du virus, grâce à des mesures sanitaires plus strictes sur l'ensemble de la période. Ainsi, en plus des mesures actuelles les autres pays auraient dû et devraient être plus constants dans les mesures mises en place.

Une représentation graphique permet de mettre en évidence l'impact fort des confinements sur la propagation du virus dans les populations 4 pays : la France, l'Italie, les Pays-Bas, et les États-Unis.



Plusieurs points sont à relever, on observe que le nombre de contaminations est étroitement lié au nombre de patients en soins intensifs. Il existe une corrélation mise en évidence entre ces deux variables.

D'autre part, les stratégies sanitaires de quarantaine visant à confiner la population sur l'ensemble du territoire semblent avoir l'effet escompté. Cependant l'impact du premier confinement sur le nombre de contaminations semble difficilement discernable. Cela s'explique par le manque d'outils de dépistage au début de l'épidémie, en effet pour ces quatre pays le 1er confinement a commencé à une période quasi identique, mars à avril.

Comment le gouvernement a décidé de ce premier confinement ?

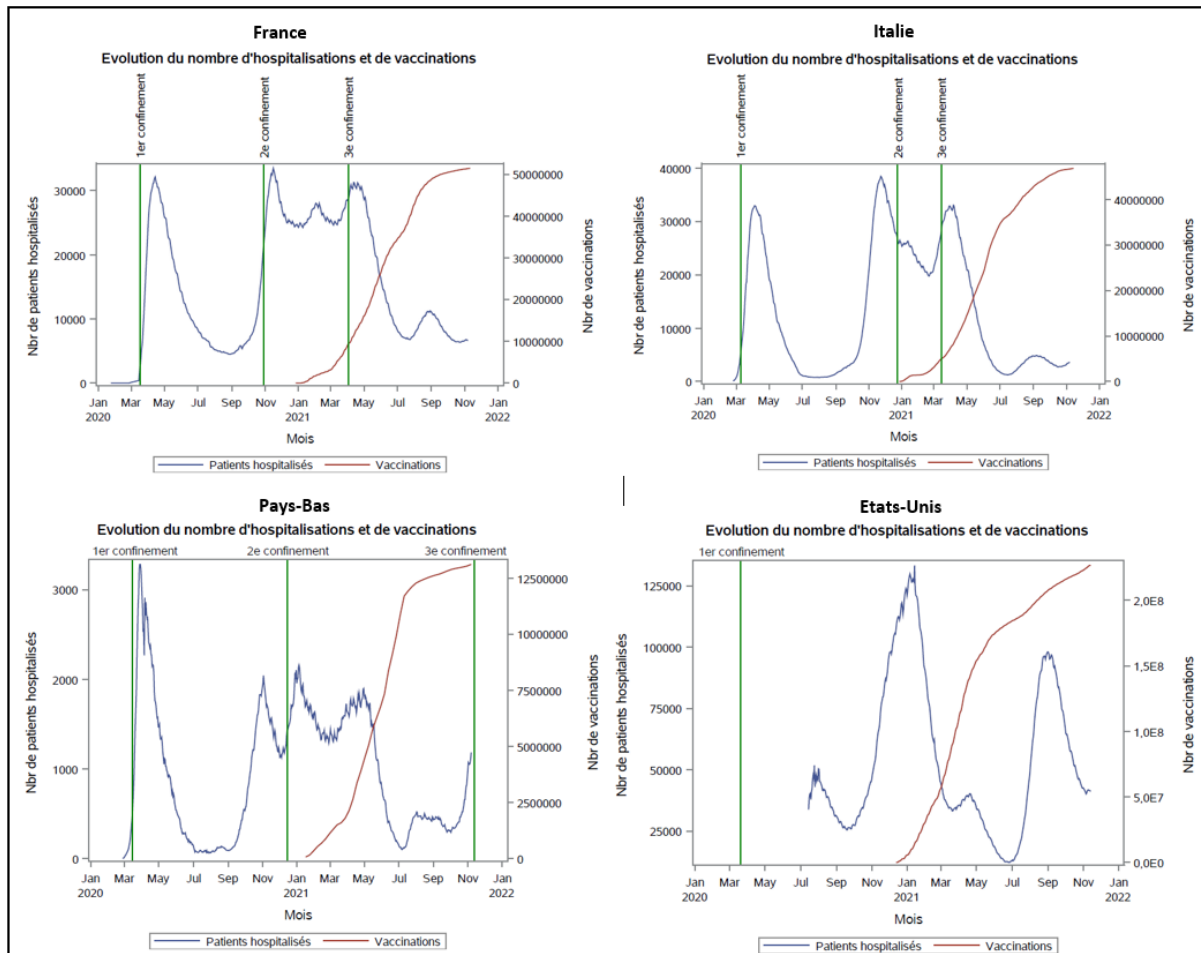
En se basant sur les nouvelles hospitalisations quotidiennes ainsi que les données issues de l'OMS afin de déterminer le taux de reproductivité du virus. Néanmoins les confinements et mesures sanitaires ont été plus que tardifs, il faut souligner que le premier confinement de la Chine a eu lieu le 23 janvier 2020 soit plus de 3 mois avant le premier confinement français.

La croissance du nombre de contaminations lors des confinements suivants continue durant une courte période, la décroissance n'est pas immédiate. Cela est d'autant plus vrai pour les patients en soins intensifs, on observe le début d'une diminution seulement plusieurs semaines voire mois suivant le début du confinement.

Ce lag temporel est dû à la période d'incubation du virus et du développement des formes graves. Chez un patient infecté qui n'est pas considéré à risque, la période d'incubation durant laquelle aucun symptôme n'est présent dure 4 à 5 jours. La guérison ne commence qu'au bout du 7e jour. Ainsi, chez un patient à risque on peut déduire que l'hospitalisation a lieu au moins une semaine suivant l'infection dans la majorité des cas. Ce lag est amplifié par la saturation des hôpitaux qui ne prennent en charge seulement les patients rencontrant des difficultés respiratoires, repoussant plus tardivement la prise en charge des malades.

En France, par exemple, au 31 décembre 2019 5995 lits sont dédiés aux soins intensifs. Au mois d'avril 2020, les hôpitaux sont à presque de 200% de leur capacité d'accueil des malades en soins intensifs. Cette surcharge du système de santé a entraîné des délais de prise en charge des patients atteints sévèrement, mais ne présentant pas de problèmes respiratoires.

Le graphique suivant représente l'évolution du nombre d'hospitalisations tous cas confondus (soins intensifs/réanimation/surveillance continue) ainsi que le nombre de vaccinations dans les mêmes pays que précédemment.



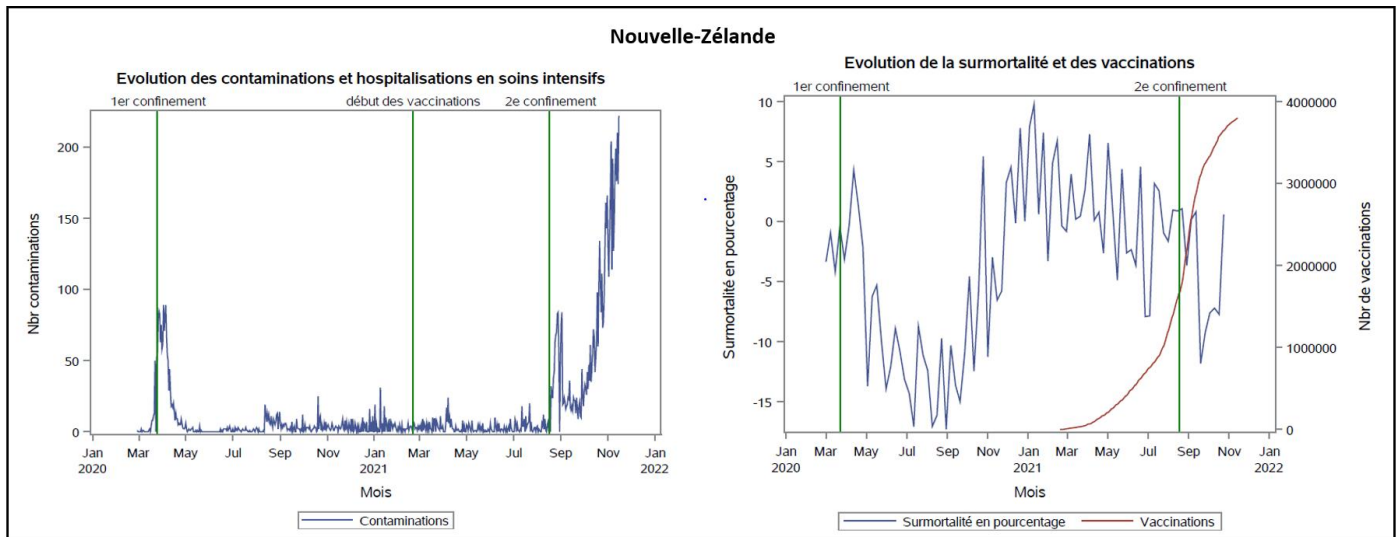
L'impact des confinements sur les hospitalisations est plus évident que le cas particulier des patients en soins intensifs.

Cette variable est corrélée au nombre de personnes ayant reçu au moins une dose, en effet, bien que non évidente pour les États-Unis, la croissance du nombre de personnes vaccinées coïncide avec la diminution du nombre d'hospitalisations. La vaccination semble donc jouer un rôle majeur dans le ralentissement de l'épidémie et de la diminution des cas les plus graves nécessitant une prise en charge hospitalière.

Il s'avère néanmoins ardu de déterminer si la diminution des hospitalisations est uniquement impactée par la vaccination, le développement d'une immunité innée à la population ainsi que des comportements sociétaux tels que le départ en vacances d'une grande partie de la population réduirait effectivement le nombre d'hospitalisations sur le territoire français par exemple. Tandis que le retour de vacances et la reprise de l'année scolaire s'alignent avec une explosion du nombre d'hospitalisations notamment aux États-Unis et Pays-Bas.

Un cas particulier démontrant l'efficacité des mesures restrictives lorsqu'elles sont appliquées de manière continue et rigoureuse est la Nouvelle-Zélande. Bien que les retombées économiques et sociales peuvent prêter à débat, le pays connaît un nombre de

décès parmi les plus faibles du monde. Au 10 octobre 2021, 28 décès ont été comptabilisés depuis le premier cas officiel de coronavirus, le 28 février 2020.



Relativement à la France, la Nouvelle-Zélande présente un nombre de contaminations quotidiennes en moyenne 1000 fois plus faible. Bien que les données des patients en soins intensifs soient manquantes, on peut en déduire du nombre d'infections que les hospitalisations sont extrêmement faibles. Le graphique de droite représente l'évolution de la surmortalité dû au Covid-19 dans le temps. On observe une surmortalité suivant les confinements négatifs. Malgré des données limitées dans le temps, la vaccination semble être corrélée négativement à la surmortalité en pourcentage du pays.

Cette minimisation drastique du nombre de décès ainsi que d'hospitalisations s'explique par un contrôle minutieux de l'épidémie.

À la différence d'un grand nombre de pays développés, la Nouvelle-Zélande a limité les vols en provenance de Chine dès février, et mis en place une période d'isolement pour les citoyens rapatriés de Chine.

Le succès de la stratégie de la Nouvelle-Zélande tient en majorité à l'instauration de tests de manière précoce ainsi qu'à la mise en place d'un système d'alerte à 4 niveaux, allant d'un contrôle aux frontières, le niveau 1 à un confinement total sur l'ensemble du territoire, niveau d'alerte 4.

Cette stratégie d'alerte permet une adaptabilité des mesures restrictives, et fait preuve d'une grande flexibilité qui reste claire pour les citoyens néo-zélandais.

Après avoir analysé en détail les stratégies sanitaires mises en place au sein même des pays pour limiter la propagation du virus, nous allons étudier et comparer les stratégies sanitaires des différents pays entre eux afin de pouvoir déterminer la pertinence d'une stratégie par rapport à une autre.

4. Analyse de l'impact des mesures restrictives contre l'épidémie COVID-19 : vision macro

Le but de cette partie est de comparer les stratégies sanitaires prises par les différents pays dans le monde afin de mesurer leur importance dans la lutte contre le COVID-19.

Afin de répondre à cette problématique, nous devons disposer d'un indicateur qui nous permettrait de mesurer les restrictions mises en place dans les différents pays. La variable "stringency index" ou indice de sévérité nous semble la plus adaptée. En effet, l'indice de sévérité est une mesure basée sur 9 indicateurs dont la fermeture des écoles, la fermeture des lieux de travail, les interdictions de voyager... Le tout forme un nombre allant de 0 à 100 où 100 est la réponse la plus stricte. C'est donc sur cet indicateur que nous avons comparé les mesures de restrictions prises par les pays dans le monde.

Stringency_index est une variable qui évolue avec le temps pour un même pays. En effet, les stratégies sanitaires mises en place ne sont pas constantes et dépendent de l'état sanitaire du pays. Les mesures prises par le gouvernement pendant la première vague de contamination comme le confinement strict, l'interdiction de voyager, la fermeture des restaurants font augmenter l'indicateur. À l'inverse, le relâchement de ces mesures pendant les périodes plus "creuses" diminue le score d'indice de sévérité.

Nous avons donc décidé d'orienter nos analyses sur deux axes :

1. Établir un unique score de sévérité par pays afin de pouvoir les comparer entre eux sans prendre en compte la temporalité. Le but étant de comprendre de manière générale comment chaque pays a souhaité gérer la crise sanitaire
2. Conserver l'évolution du score de sévérité et se concentrer sur deux pays qu'on pourrait comparer sur la même période.

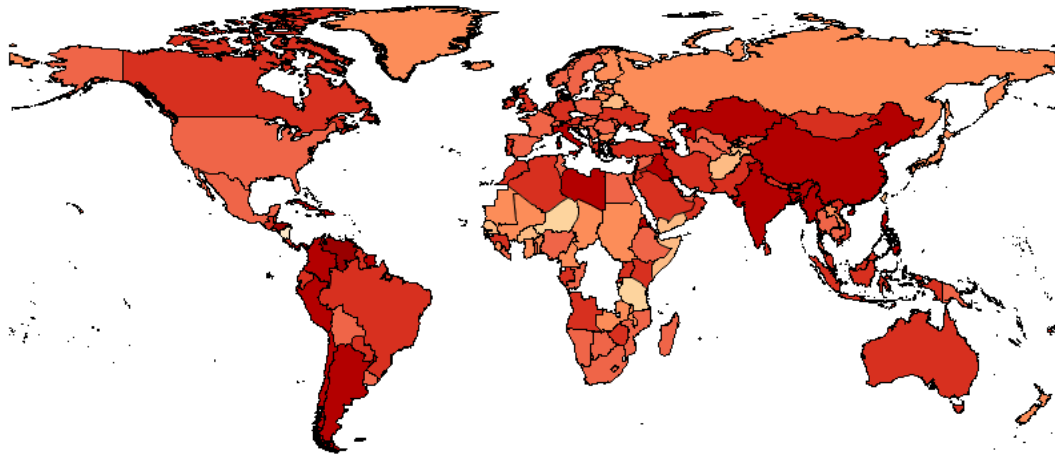
Score unique de sévérité :

Afin de déterminer le score unique de sévérité pour chaque pays, nous avons décidé de nous baser sur la moyenne des indices de sévérité sur toute la période.

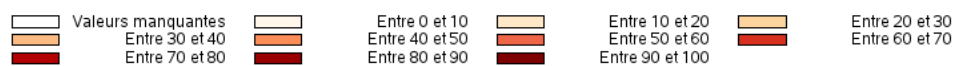
Outre les valeurs manquantes, certains indices de sévérité étaient à 0 au début de la crise. Cela s'explique par le fait que certains pays aient connu des premiers cas de covid bien avant les autres. Nous pouvons citer par exemple la Chine, qui a connu les premiers cas quelques semaines avant la France. Ainsi, le gouvernement français a décidé de mettre en place des mesures de restrictions plus tardivement que la Chine. Nous avons tout de même pris la décision de conserver ces valeurs nulles dans le calcul de la moyenne afin d'assurer une cohérence dans la temporalité et ainsi pouvoir comparer les pays sur une même période.

Une fois l'indice obtenu, nous avons décidé de mettre en valeur nos résultats à l'aide d'une heatmap du monde.

Indice de sévérité des mesures prises contre le COVID-19 dans le monde



Indice de rigueur COVID-19



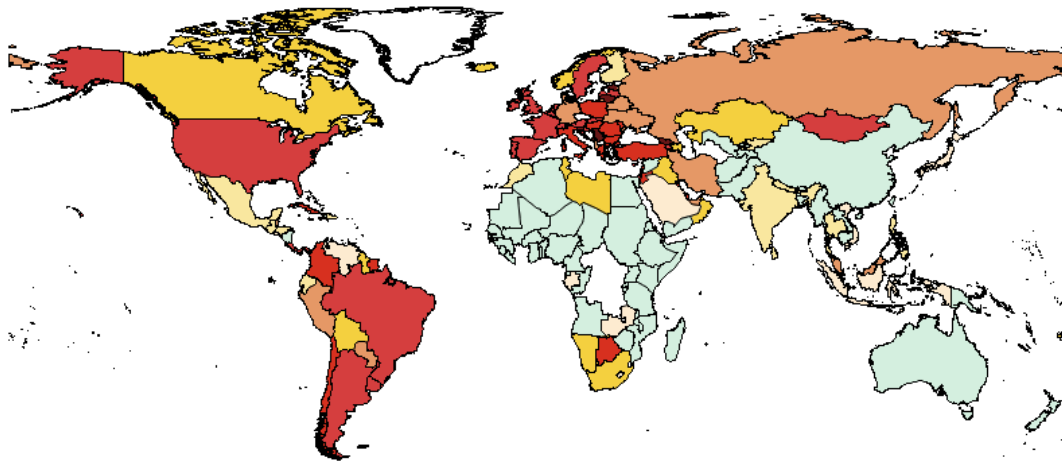
Cette dernière nous permet d'avoir une vision globale du niveau de restriction général mis en place dans chaque pays pendant la crise.

Afin de pouvoir répondre à notre problématique qui est de mesurer l'impact des restrictions sanitaires dans la lutte contre le covid, nous avons décidé de confronter la worldmap précédente avec une seconde worldmap qui nous donne une indication sur la proportion de cas de COVID-19.

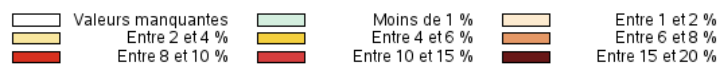
Nous avons décidé de sélectionner cet indicateur car les mesures de restrictions ont pour but de diminuer la propagation du virus et donc le nombre de cas positifs. Ainsi, le cumul de cas et non le cumul de morts par exemple, nous semble être le meilleur indicateur. Par ailleurs, nous avons décidé de calculer la proportion de cas dans chaque pays et non directement le nombre de cas pour remettre à l'échelle les valeurs et faciliter ainsi la comparaison.

La proportion ou le pourcentage de cas de covid a été calculé en divisant le nombre cumulé de cas positifs par le nombre total d'habitants dans le pays. Il est important de préciser que le pourcentage de cas de covid ne correspond pas exactement au nombre de cas positifs par habitant. En effet, il ne faut pas oublier qu'une même personne peut contracter plus d'une fois le virus et ainsi augmenter le nombre de cas sans pour autant que le nombre de personnes augmente. Néanmoins, la probabilité d'être testé positif au covid-19 plus d'une fois depuis le début de la pandémie étant assez faible, nous avons décidé de ne pas prendre en compte ce cas de figure.

Cas de COVID-19 dans le monde



Proportion de cas de COVID-19 par pays



Prenons l'exemple de l'Inde qui semble être un des pays avec le plus grand indice de sévérité. Nous remarquons qu'il fait partie des pays avec le moins de pourcentage de cas. Il en est de même pour la Chine. On pourrait alors penser que les restrictions sanitaires ont permis de limiter la propagation du virus. Or, si nous prenons l'exemple de l'Argentine qui a un indice de restriction similaire à celui de l'Inde, nous constatons l'effet inverse. L'Argentine fait état d'un assez grand pourcentage de cas de covid. Il en est de même pour le Chili. Ainsi, ces seules analyses ne nous permettent pas conclure qu'un système de restrictions strict est plus efficace dans la lutte contre le covid.

En outre, les mesures de restrictions font suite à un état sanitaire préoccupant, et non l'inverse : plus le nombre de cas augmente, plus les mesures de restrictions vont être fortes. Il est donc possible que les pays ayant le plus grand nombre de cas soient également ceux ayant les mesures sanitaires les plus strictes.

Par conséquent, nous allons à présent nous intéresser un peu plus en profondeur sur l'indicateur de mesure des restrictions sanitaire nommé indice de rigueur. En effet nous avons dans un premier temps décidé de comparer les pays ayant l'indicateur le plus élevé et le plus bas par continent.

TOP des pays avec les indices de rigueur les plus et moins élevés

| | | Indice de rigueur | Part de la pop ayant été contaminé | | Part de la pop ayant décédé du covid | | Part de décès parmi les contaminés | |
|---------------|-----------|-------------------|------------------------------------|--------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|--------|
| Africa | Burundi | 14.92 | 0.00165 | 0.17% | 0.00000 | 0.00% | 0.00187 | 0.19% |
| | Eritrea | 76.96 | 0.00196 | 0.20% | 0.00001 | 0.00% | 0.00722 | 0.72% |
| Asia | Taiwan | 34.07 | 0.00069 | 0.07% | 0.00004 | 0.00% | 0.05141 | 5.14% |
| | Palestine | 76.90 | 0.08753 | 8.75% | 0.00091 | 0.09% | 0.01040 | 1.04% |
| Europe | Belarus | 33.37 | 0.06664 | 6.66% | 0.00051 | 0.05% | 0.00772 | 0.77% |
| | Italy | 70.01 | 0.08059 | 8.06% | 0.00220 | 0.22% | 0.02730 | 2.73% |
| North America | Nicaragua | 10.93 | 0.00252 | 0.25% | 0.00003 | 0.00% | 0.01244 | 1.24% |
| | Honduras | 83.30 | 0.03747 | 3.75% | 0.00103 | 0.10% | 0.02748 | 2.75% |
| Oceania | Vanuatu | 22.92 | 0.00002 | 0.00% | 0.00000 | 0.00% | 0.16667 | 16.67% |
| | Australia | 60.57 | 0.00743 | 0.74% | 0.00007 | 0.01% | 0.00991 | 0.99% |
| South America | Uruguay | 56.72 | 0.11382 | 11.38% | 0.00175 | 0.18% | 0.01538 | 1.54% |
| | Venezuela | 84.82 | 0.01465 | 1.46% | 0.00018 | 0.02% | 0.01197 | 1.20% |

Pour ce faire nous allons commencer par déterminer l'indice de rigueur moyen par pays à travers une première PROC MEANS. Nous allons ensuite estimer certains autres indicateurs de comparaison qui sont la part de la population ayant été contaminée, la part de la population étant décédée du covid ainsi que la part de décès parmi les contaminés grâce à une seconde PROC MEANS. Enfin, nous allons incorporer ces deux résultats dans la PROC TABULATE ci-dessus.

Nous obtenons donc pour chaque continent deux pays sélectionnés en fonction de leur indice de rigueur ainsi que 3 autres indicateurs mesurant le pourcentage de la population ayant été contaminé (au maximum puisqu'une même personne peut être contaminée plus d'une fois) dans un premier temps suivi du pourcentage comme dit précédemment de la population ayant décédé du covid et enfin le taux de létalité de la maladie à travers le pourcentage de décès parmi les personnes ayant été contaminés.

Et on constate qu'au premier abord il n'y a pas de relation claire entre nos indicateurs puisqu'en fonction du continent le pays le moins strict n'est pas forcément celui avec le plus de contaminations et de décès ou même le moins puisqu'on peut légitimement estimer que les pays les moins touchés auront des mesures sanitaires plus souples. Cependant, on aperçoit à minima que les pays avec les indices de rigueur les plus faibles sont ceux ayant les taux de létalité les plus élevés, mais malheureusement avec seulement 2 pays par continent, les comparaisons sont limitées. C'est donc dans cette optique que nous allons désormais sélectionner non pas 2 pays par continent, mais 6 en nous basant toujours sur notre indice de rigueur afin de regrouper les 3 pays avec l'indice le plus élevé ainsi que les 3 pays avec l'indice le plus bas par continent.

TOP des pays avec les indices de rigueur les plus et moins élevé

continent=Africa

| | | Indice de rigueur | Part de la pop ayant été contaminé | | Part de la pop ayant décédé du covid | | Part de décès parmi les contaminés | |
|--------|----------|-------------------|------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| Africa | Burundi | 14.92 | 0.00165 | 0.17% | 0.00000 | 0.00% | 0.00187 | 0.19% |
| | Tanzania | 20.61 | 0.00043 | 0.04% | 0.00001 | 0.00% | 0.02766 | 2.77% |
| | Niger | 27.94 | 0.00027 | 0.03% | 0.00001 | 0.00% | 0.03461 | 3.46% |
| | Gabon | 69.85 | 0.01614 | 1.61% | 0.00012 | 0.01% | 0.00729 | 0.73% |
| | Libya | 75.80 | 0.05249 | 5.25% | 0.00076 | 0.08% | 0.01453 | 1.45% |
| | Eritrea | 76.96 | 0.00196 | 0.20% | 0.00001 | 0.00% | 0.00722 | 0.72% |

TOP des pays avec les indices de rigueur les plus et moins élevé

continent=Asia

| | | Indice de rigueur | Part de la pop ayant été contaminé | | Part de la pop ayant décédé du covid | | Part de décès parmi les contaminés | |
|------|-------------|-------------------|------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|--------|
| Asia | Taiwan | 34.07 | 0.00069 | 0.07% | 0.00004 | 0.00% | 0.05141 | 5.14% |
| | Yemen | 34.26 | 0.00033 | 0.03% | 0.00006 | 0.01% | 0.19384 | 19.38% |
| | Afghanistan | 39.09 | 0.00393 | 0.39% | 0.00018 | 0.02% | 0.04657 | 4.66% |
| | Bangladesh | 74.41 | 0.00946 | 0.95% | 0.00017 | 0.02% | 0.01776 | 1.78% |
| | Myanmar | 75.87 | 0.00938 | 0.94% | 0.00035 | 0.03% | 0.03686 | 3.69% |
| | Palestine | 76.90 | 0.08753 | 8.75% | 0.00091 | 0.09% | 0.01040 | 1.04% |

TOP des pays avec les indices de rigueur les plus et moins élevé

continent=Oceania

| | | Indice de rigueur | Part de la pop ayant été contaminé | | Part de la pop ayant décédé du covid | | Part de décès parmi les contaminés | |
|---------|------------------|-------------------|------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|--------|
| Oceania | Vanuatu | 22.92 | 0.00002 | 0.00% | 0.00000 | 0.00% | 0.16667 | 16.67% |
| | New Zealand | 41.12 | 0.00177 | 0.18% | 0.00001 | 0.00% | 0.00385 | 0.39% |
| | Papua New Guinea | 53.01 | 0.00362 | 0.36% | 0.00005 | 0.00% | 0.01322 | 1.32% |
| | Fiji | 60.31 | 0.05807 | 5.81% | 0.00077 | 0.08% | 0.01324 | 1.32% |
| | Australia | 60.57 | 0.00743 | 0.74% | 0.00007 | 0.01% | 0.00991 | 0.99% |

Commençons par l'Afrique, l'Asie et l'Océanie où on constate d'un côté que la part des individus contaminés dans la population générale est plus élevée concernant les pays avec un indice de rigueur plus élevé, mais que paradoxalement ce sont les pays avec un indice de rigueur plus faible qui vont constater un taux de létalité c'est-à-dire un pourcentage de décès parmi les individus contaminés plus élevés.

TOP des pays avec les indices de rigueur les plus et moins élevé

continent=North America

| | | Indice de rigueur | Part de la pop ayant été contaminé | | Part de la pop ayant décédé du covid | | Part de décès parmi les contaminés | |
|---------------|-----------|-------------------|------------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| North America | Nicaragua | 10.93 | 0.00252 | 0.25% | 0.00003 | 0.00% | 0.01244 | 1.24% |
| | Dominica | 45.93 | 0.07393 | 7.39% | 0.00048 | 0.05% | 0.00656 | 0.66% |
| | Haiti | 51.13 | 0.00213 | 0.21% | 0.00006 | 0.01% | 0.02874 | 2.87% |
| | Jamaica | 73.40 | 0.03037 | 3.04% | 0.00078 | 0.08% | 0.02579 | 2.58% |
| | Cuba | 73.43 | 0.08474 | 8.47% | 0.00073 | 0.07% | 0.00864 | 0.86% |
| | Honduras | 83.30 | 0.03747 | 3.75% | 0.00103 | 0.10% | 0.02748 | 2.75% |

TOP des pays avec les indices de rigueur les plus et moins élevé

continent=South America

| | | Indice de rigueur | Part de la pop ayant été contaminé | | Part de la pop ayant décédé du covid | | Part de décès parmi les contaminés | |
|---------------|-----------|-------------------|------------------------------------|--------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| South America | Uruguay | 56.72 | 0.11382 | 11.38% | 0.00175 | 0.18% | 0.01538 | 1.54% |
| | Bolivia | 57.85 | 0.04431 | 4.43% | 0.00161 | 0.16% | 0.03628 | 3.63% |
| | Paraguay | 61.97 | 0.06399 | 6.40% | 0.00226 | 0.23% | 0.03537 | 3.54% |
| | Chile | 72.01 | 0.09050 | 9.05% | 0.00198 | 0.20% | 0.02186 | 2.19% |
| | Suriname | 72.41 | 0.08462 | 8.46% | 0.00192 | 0.19% | 0.02274 | 2.27% |
| | Venezuela | 84.82 | 0.01465 | 1.46% | 0.00018 | 0.02% | 0.01197 | 1.20% |

TOP des pays avec les indices de rigueur les plus et moins élevé

continent=Europe

| | | Indice de rigueur | Part de la pop ayant été contaminé | | Part de la pop ayant décédé du covid | | Part de décès parmi les contaminés | |
|--------|---------|-------------------|------------------------------------|--------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| Europe | Belarus | 33.37 | 0.06664 | 6.66% | 0.00051 | 0.05% | 0.00772 | 0.77% |
| | Estonia | 39.59 | 0.16044 | 16.04% | 0.00128 | 0.13% | 0.00795 | 0.79% |
| | Iceland | 42.62 | 0.04584 | 4.58% | 0.00010 | 0.01% | 0.00216 | 0.22% |
| | Ireland | 65.32 | 0.10003 | 10.00% | 0.00112 | 0.11% | 0.01117 | 1.12% |
| | Greece | 68.42 | 0.08088 | 8.09% | 0.00162 | 0.16% | 0.02007 | 2.01% |
| | Italy | 70.01 | 0.08059 | 8.06% | 0.00220 | 0.22% | 0.02730 | 2.73% |

En revanche pour les 3 autres continents à savoir l'Amérique du Nord et du Sud et l'Europe le constat précédemment effectué s'avère tout bonnement obsolète puisqu'on constate que l'indice de mesure des restrictions sanitaire n'influence en rien la part des contaminés dans la population générale, et pareillement pour le constat proposé précédemment sur le taux de

létalité du virus puisque pour ces 3 continents il n'y a à priori pas de réelle différence entre les pays avec un indice de rigueur faible et ceux avec un indice élevé.

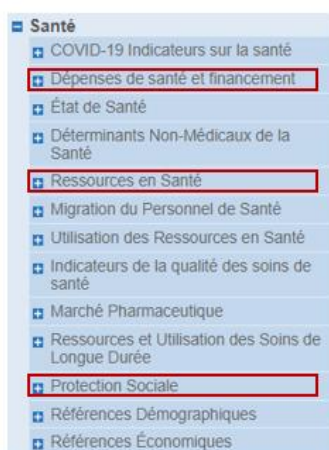
On en déduit que finalement l'indice de rigueur estimant le niveau de sévérité des mesures sanitaires prises par les États n'est pas un bon indicateur de l'impact du covid sur les pays.

Par conséquent, nous décidons de nous intéresser à un autre indicateur qui est le système de santé de chaque pays. Pour cela nous avons décidé de nous baser sur la base de données de l'OCDE.

L'Organisation de Coopération et de Développement Economiques réunit des pays membres et différents partenaires qui travaillent en étroite collaboration à l'échelle nationale, régionale et locale sur les problématiques internationales clés de notre temps.

La base de données comparative des systèmes de santé sur laquelle nous allons nous baser est la source statistique la plus vaste pour comparer les systèmes de santé des pays de l'OCDE. Cet outil essentiel permet de réaliser des analyses comparatives et de tirer des enseignements des comparaisons des divers systèmes de santé à l'échelle internationale. Parmi les pays membres de l'OCDE, nous retrouvons l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Chili, la Colombie, la Corée, le Costa Rica, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, Israël, l'Italie, le Japon, la Lettonie, la Lituanie, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Slovénie, la Suède, la Suisse et la Turquie.

La base de données comparative des systèmes de santé contient les tables suivantes :



Parmi l'ensemble de ces tables, nous avons décidé de conserver les variables suivantes :

- Le pourcentage du produit intérieur brut dans la table dépenses de santé et financement (value1)
- Le pourcentage de l'emploi civil total en santé et action sociale dans la table ressources en santé (value2)
- Le pourcentage de la population totale couverte par l'assurance santé publique totale et privée primaire dans la table protection sociale (value3)

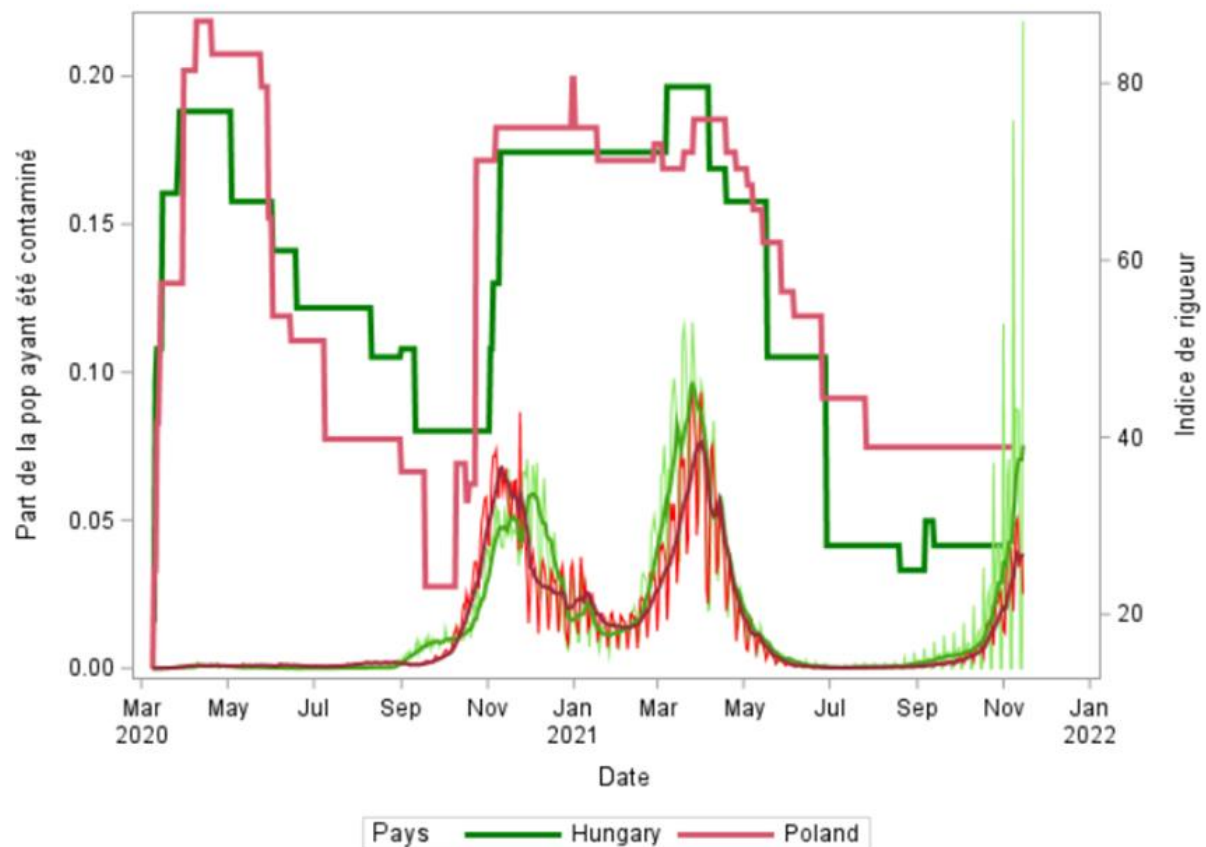
Puisque l'objectif est de comparer les pays sur leurs systèmes de santé, nous avons voulu écarter toute variable qui aurait pu justifier un écart dans les données. Ainsi nous avons voulu comparer des pays du même continent. On a donc décidé de conserver pour l'analyse, parmi les 38 pays membres de l'OCDE, 18 pays d'Europe qui sont les suivants :

| Pays | value1 | value2 | value3 |
|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Allemagne | 11.697 | 100 | 13.38 |
| Autriche | 10.434 | 99.9 | 10.46 |
| Belgique | 10.659 | 98.6 | 13.21 |
| Danemark | 9.956 | 100 | 17.48 |
| Espagne | 9.132 | 100 | 7.54 |
| Finlande | 9.153 | 100 | 16.57 |
| France | 11.112 | 99.9 | . |
| Grèce | 7.838 | 100 | 5.84 |
| Hongrie | 6.35 | 94 | 6.75 |
| Irlande | 6.679 | 100 | 11.65 |
| Italie | 8.669 | 100 | 7.84 |
| Luxembourg | 5.371 | 100 | 10.52 |
| Pologne | 6.462 | 93.4 | 5.97 |
| Portugal | 9.531 | 100 | 8.36 |
| Royaume-Uni | 10.154 | 100 | 12.36 |
| Slovénie | 8.524 | 100 | 6.42 |
| Suisse | 11.291 | 100 | 13.91 |
| Suède | 10.921 | 100 | 15.74 |

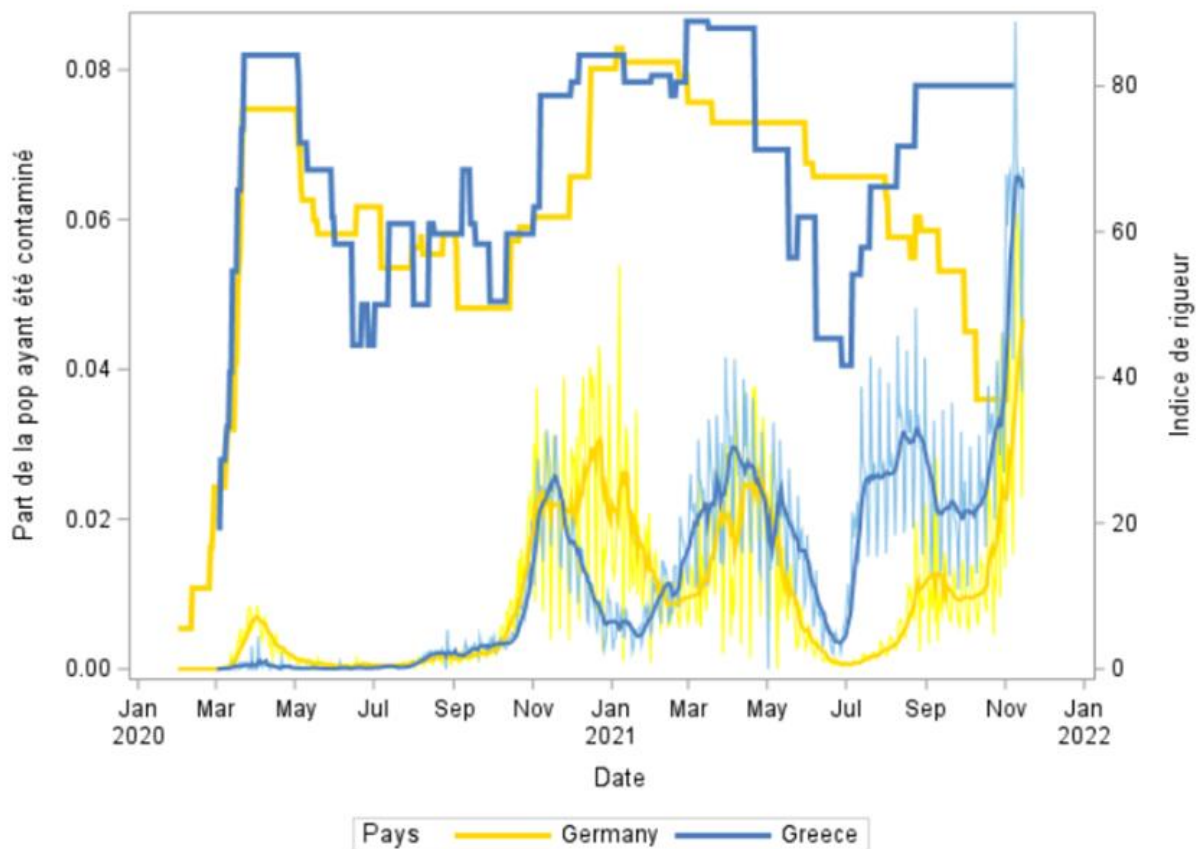
Cette nouvelle table nous permet alors de pouvoir comparer les systèmes de santé des différents pays.

Suivant ces indicateurs nous avons été en mesure de regrouper 2 groupes de pays avec des systèmes de santé très différents, de fait nous avons d'un côté la Hongrie et la Pologne et de l'autre l'Allemagne et la Grèce. Nous pouvons à présent mesurer l'évolution du score de sévérité au cours du temps pour ces pays.

Évolution du score de sévérité :



On décide donc faire une première représentation graphique avec la Hongrie et la Pologne en prenant en compte la part des individus contaminés harmonisés sur la population globale du pays ainsi que l'indice de rigueur pour avoir un œil sur les restrictions sanitaires et on constate qu'ils ont exactement les mêmes courbes ce qui signifie qu'en fixant les systèmes de santé ainsi que les indices de rigueur on obtient des résultats en termes de contamination très équivalents.



Notre deuxième représentation graphique va nous permettre de peaufiner cette hypothèse puisqu'en effet on constate que sur la période janvier 2020 jusqu'à mai 2021 les deux états ont des stratégies sanitaires équivalentes et de fait comme dit précédemment, puisque leurs systèmes de santé sont équivalents, ils ont des courbes de contamination très proches sauf qu'après cette période on constate que l'Allemagne a adopté des mesures sanitaires moins restrictives que la Grèce et que malgré cela leur courbe de contamination est restée très proche. Nous pouvons supposer de part cette analyse que les systèmes de santé semblent être un meilleur indicateur de la contamination que le taux de rigueur.

Conclusion

La lutte contre la propagation du Covid-19 s'est révélée pour le monde entier beaucoup plus difficile que prévu. Face à une crise mondiale d'une telle envergure, les pays du monde entier ont dû prendre différentes dispositions nécessaires dans le cadre de cette lutte. Parmi elles, les mesures de confinement, les campagnes de vaccination et autres mesures représentées par l'indice de rigueur dans chaque pays ont été prises en compte dans notre analyse.

Ainsi, on a pu constater que la mise en place de mesures restrictives n'est pas sans effets, un confinement décidé à la suite d'une apparition d'une nouvelle vague épidémique permet son ralentissement, la vaccination semble également présenter un effet diminutif sur le nombre d'hospitalisations.

Par ailleurs, des mesures restrictives mises en place de manière plus constante sur l'ensemble de la période ont visiblement permis d'obtenir davantage de résultats quant à l'endiguement du virus, c'est notamment le cas pour la Nouvelle-Zélande qui, au travers de ses mesures bien plus rigoureuses et structurées, a permis de minimiser ses chiffres de manière considérable.

D'un point de vue critique, une comparaison de l'impact des mesures sanitaires prises par des pays avec des niveaux de PIB par habitant différent est discutable. Du fait, notamment dans les pays les moins avancés, de la présence accrue d'inégalités d'accès aux soins, de la déficience du système sanitaire, des manques de moyens médicaux mis à disposition.

La pandémie a entraîné une crise profonde dans ces pays, à travers un accroissement de la pauvreté et le creusement des inégalités, autres séquelles de la crise sanitaire mondiale.

Bibliographie :

- https://www.researchgate.net/profile/Mustapha-Sodqi/publication/349077589_COVID-19_epidemiology_and_pathophysiology/links/60ba07c9299bf10dff92a11c/COVID-19-epidemiology-and-pathophysiology.pdf
- <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/infection-a-coronavirus/documents/bulletin-national/covid-19-point-epidemiologique-du-4-novembre-2021>
- <https://mtournus.perso.math.cnrs.fr/images/RKPS20.pdf>
- <https://www.gouvernement.fr/info-coronavirus/carte-et-donnees>
- <https://promosante.org/liens/bases-de-donnees/>
- <https://www.oecd.org/fr/apropos/document/ratification-convention-ocde>
- <https://stats.oecd.org/Index.aspx?ThemeTreeId=9&lang=fr>