

ANALYSE DES DONNÉES DE VACCINATION
ET MORTALITÉ DE LA COVID-19 EN
FRANCE

Université de Lille

LIMANE Boukar, TCHUIGOUA Pierre et MAYENE Bienvenue Schékina

January 24, 2023

Contents

0.1	PARTIE I : ANALYSE DES DONNÉES DE VACCINATION ET DE MORTALITÉ DE LA COVID 19 AU NIVEAU NATIONAL	3
0.1.1	A- Présentation des bases de données utilisées pour notre analyse :	3
0.1.2	B- Analyses descriptives des bases de données :	3
0.1.3	S'agissant de la mortalité due au covid-19, nous allons nous interroger sur :	10
0.2	PARTIE II : Comparaison des données de vaccination et de mor- talité de la France avec deux pays de l'Union Européenne	12
0.2.1	Comparaison des données de vaccinations	12
0.2.2	Comparaison des données de mortalité	16
0.3	PARTIE III : Cas du département des Alpes Maritimes	18
0.3.1	Analyse des données de vaccination et de mortalité du département des Alpes Maritimes:	18
0.3.2	Prévisions du nombre d'hospitalisation et de décès dans les Alpes-Maritimes:	21
0.4	RÉFÉRENCES	26

INTRODUCTION

Le covid-19 est un virus appartenant à la même famille que d'autres virus tels que le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) et certains types de rhumes courants.

Ce virus a fait son apparition sous une forme virulente dans la ville de Wuhan en Chine. Il s'est peu à peu exporté dans le monde entier par interaction humaine jusqu'à être le sujet majeur d'une crise sanitaire sans précédent qui fut déclarée par l'Organisation mondiale de la santé le 11 mars 2020.

En France, cette crise fut associée à la surmortalité journalière de 33% entre le 1er mars et le 30 avril 2020 comparativement aux valeurs moyennes des années 2000 à 2019. Une pandémie encore plus meurtrière que la grippe espagnole de 1918 sur le territoire français.

Afin d'entraver la propagation de cette dernière, la formation de nouveaux foyers de contagion et de conserver la capacité d'accueil des hôpitaux, il a été adopté, en France, comme dans de nombreux pays, des mesures de prévention contre la maladie telles que le confinement à domicile et l'application des mesures barrières ont été prises.

Ces décisions ont eu des conséquences, sociales et environnementales faisant planer une ombre sur l'économie française, l'éducation, la santé et les droits fondamentaux de la population.

Cependant, en fin 2020, grâce au travail acharné des laboratoires pharmaceutiques, un premier vaccin a été proposé et homologué par l'Organisation mondiale de la santé. Une campagne de vaccination est alors organisée en France ainsi qu'à l'échelle mondiale, et quelques mois plus tard une grande partie de la population fut vaccinée.

Tous les virus, y compris le SARS-CoV-2, mutent avec le temps. Certaines mutations peuvent affecter les propriétés du virus et influencer, par exemple, sur la facilité avec laquelle il se propage, la gravité de la maladie qu'il entraîne ou l'efficacité des vaccins.

Notre travail consistera à effectuer une analyse des données de vaccination et de mortalité de la covid 19 en France et dans l'Union européenne et de produire un rapport détaillé commentant cette analyse.

0.1 PARTIE I : ANALYSE DES DONNÉES DE VACCINATION ET DE MORTALITÉ DE LA COVID 19 AU NIVEAU NATIONAL

0.1.1 A- Présentation des bases de données utilisées pour notre analyse :

Les bases de données faisant l'objet de notre étude sont issues du site du gouvernement data.gouv.fr. Elles retracent différents indicateurs de vaccination, de mortalité et certaines variables socio-économiques permettant le suivi de l'épidémie de COVID-19 en France.

Etant donné la mise à jour quotidienne des données sur le site annoncé précédemment, nous avons choisi la période de mi-janvier 2023, période à laquelle notre analyse de données s'arrêtera.

0.1.2 B- Analyses descriptives des bases de données :

Dans cette partie nous allons essayer de vous présenter quelques études que nous trouvons intéressantes à réaliser dans le cadre d'une analyse exploratoire des bases de données que nous avons à notre disposition.

S'agissant des données de vaccination contre la covid-19, nous nous interrogerons sur :

- La part de la population française ayant reçu au moins une dose de vaccin.

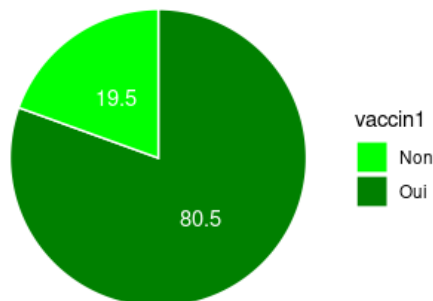


Figure 1: En vert foncé, les personnes ayant reçu au moins une dose de vaccin
En vert claire, les personnes n'ayant jamais reçu de dose de vaccin

D'après la figure 1, nous constatons que 80,5% de la population française a reçu au moins une première dose de vaccin lors de cette campagne contre la covid-19, tandis que 19,5% n'en ont jamais reçus.

- Le pourcentage de personne ayant suivi un chemin vaccinal complet en France.

Répartition des individus selon le statut vaccinal

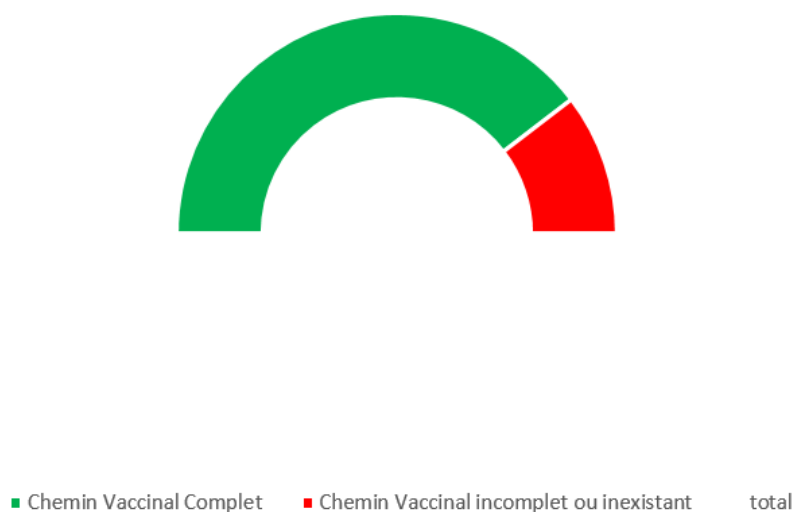


Figure 2

Nous constatons que sur le total de la population française, plus de 79% d'individus ont suivi un chemin vaccinal complet. Les 21% restants n'ont pas suivi de chemin vaccinal complet ou n'ont jamais été vacciné.

- Évolution du nombre de personne ayant reçu la première dose de vaccin depuis le début de la vaccination jusqu'au 13 janvier 2023.



Figure 3

Nous constatons que le nombre de personne ayant reçu la première dose de vaccin a progressivement augmenté au début de l'année 2021 avant de connaître une légère baisse durant le mois de février. Nous pouvons observer une évolution considérable au cours des mois qui ont suivi, avec des pics aux mois de mai et de septembre 2021.

Durant l'année 2022, nous observons que le nombre de personnes recevant une première dose de vaccin a atteint un planché de quelques milliers par jour devenant ainsi quasi insignifiant.

- Le nombre de personne ayant au moins pris une dose de vaccin en fonction de la classe d'âge

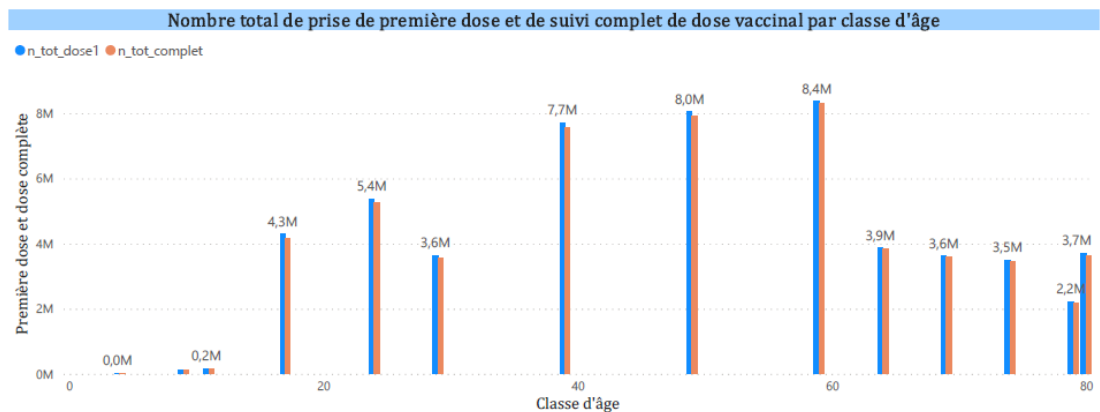


Figure 4

*En bleu, les individus ayant reçu une première dose de vaccin
En orange, les individus ayant suivi un chemin vaccinal complet*

Les classes d'âge apparaissant sur la figure 4 sont labélisées de la manière suivante :

0 : Tous âges	39 : 30-39
04 : 0-4	49 : 40-49
09 : 5-9	59 : 50-59
11 : 10-11	69 : 65-69
17 : 12-17	74 : 70-74
24 : 18-24	79 : 75-79
29 : 25-29	80 : 80 et +

Nous observons sur la figure 4 que le nombre d'individus ayant reçus une première dose de vaccin et celui de ceux ayant suivi un chemin vaccinal complet est presque similaire pour chaque classe d'âge avec une légère différence de 100.000 à 200.000 indivus. Nous constatons que ces individus sont majoritairement âgés de 30 à 59 ans.

- La répartition des vaccins entre les personnes ayant reçu au moins une dose de vaccin :

Répartition d'individus ayant pris la première dose selon le type de vaccin

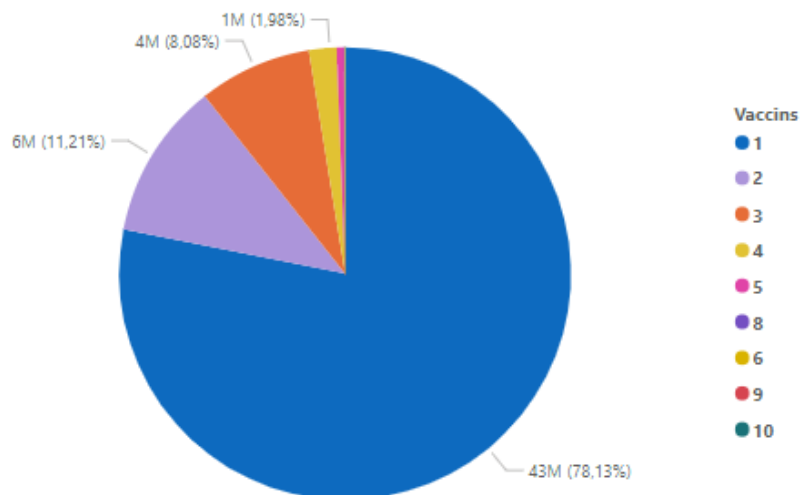


Figure 5:

Les vaccins apparaissant sur la figure 5 sont labélisés de la manière suivante :

- 0 : Tous vaccins
- 1 : COMIRNATY-30-adulte (Pfizer/BioNTech)
- 2 : Spikevax (Moderna)
- 3 : Vaxzevria (AstraZeneca)
- 4 : Janssen (Johnson&Johnson)
- 5 : COMIRNATY-10-enfant (Pfizer/BioNTech)
- 6 : NUVAXOVID (Novavax)
- 9 : Spikevax Bivalent (Moderna)
- 10 : Sanofi VidPrevtyn Beta

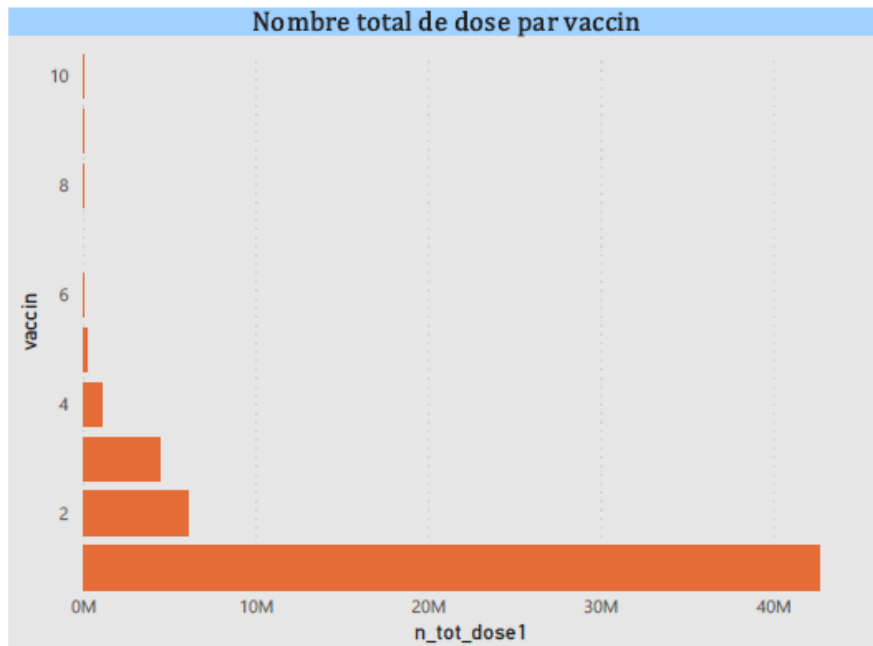


Figure 6:

D'après les données dont nous disposons sur les graphiques ci-dessus, nous constatons que le vaccin qui a été le plus administré ou pris comme première dose est le Pfizer/BioNTech (COMIRNATY-30-adulte) avec une proportion de 78%, suivi du Moderna (Spikevax) avec une proportion 11,21%, l'AstraZeneca (Vaxzevria) avec une proportion 8,08% et enfin le JohnsonJohnson (Janssen) avec une proportion 1,98%.

- Evolution de la prise de la première dose de vaccination chez les hommes et les femmes.



Figure 7:
En bleu, les hommes
En jaune, les femmes

D'après la figure ci-dessus, nous remarquons que les femmes ont une petite avance de quelques jours en termes de première vaccination. La part d'hommes et de femmes dans la population des primo-vaccinés devient relativement la même à partir du troisième de 2021.

Nous constatons à ce jours, que le pourcentage de primo-vaccination des hommes est devenu légèrement plus élevé que celui des femmes, voir confondu.

- La répartition de la vaccination contre le covid-19 entre les différentes classes sociales :

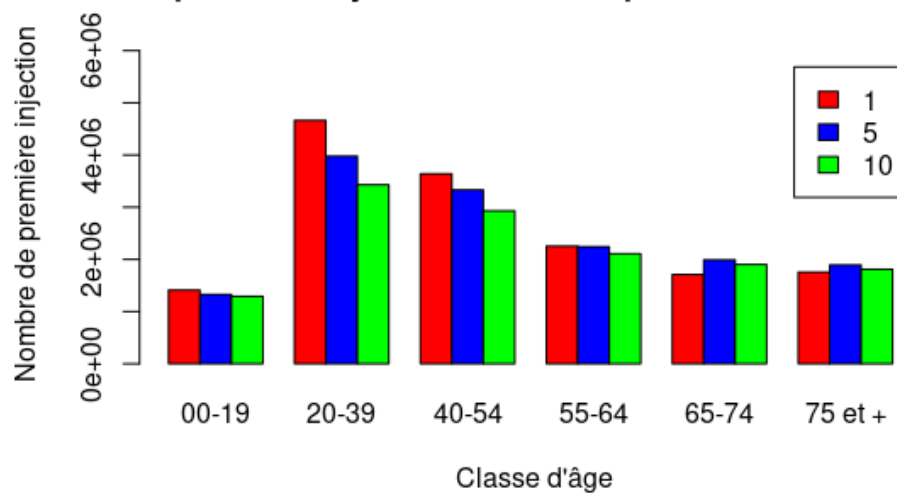
La base de données faisant l'objet de cette étude s'intitule *donnees-de-vaccination-par-indice-de-defavorisation-par-tranche-dage* . Elle fournit un indicateur géographique de désavantage social spécifiquement adapté aux études de santé sur la population française.

Cet indicateur est défini à l'échelle communale comme la première composante principale d'une analyse factorielle de quatre variables issues du recensement de la population et des déclarations fiscales :

- Le revenu fiscal médian par unité de consommation,
- La part des diplômés de niveau baccalauréat (minimum) dans la population de 15 ans ou plus non scolarisée ;
- La part des ouvriers dans la population active de 15 à 64 ans,
- La part des chômeurs dans la population active de 15 à 64 ans.

le premier décile représente les 10 % de la population résidant dans les communes les plus favorisées.
Le dernier décile (le décile 10) représente les 10 % de la population résidant dans les communes les plus défavorisées.

Effectif de première injection de vaccin par décline de défavorisa



*Figure 8: En rouge : les plus favorisé (1)
En vert : les plus défavorisés (10)
En bleu : la classe moyenne (5)*

Les individus ayant le plus reçu de première dose sont ceux appartenant à la tranche d'âge comprise entre 20 et 39 ans. Ils sont suivis de très près par ceux compris entre 40 à 54 ans. Parmi ces individus, nous remarquons que ceux ayant le plus pris la première dose de vaccin sont issues d'un milieu plus aisé, contrairement aux plus défavorisés. Toutefois, cette différence entre les plus aisés et les plus défavorisés n'est pas très significative pour les autres tranches d'âges. Nous constatons même que pour les 65 à 74 ans, ceux ayant pris le plus de première dose de vaccin sont les individus au revenu moyen.

0.1.3 S'agissant de la mortalité due au covid-19, nous allons nous interroger sur :

- L'évolution du nombre de décès et du nombre d'hospitalisation

Pour cela, nous avons observé l'évolution du taux de personnes décédées durant les 7 derniers jours (pour 100 000 hab.), le taux de nouvelles hospitalisations ainsi que le taux d'hospitalisation en soins critiques.

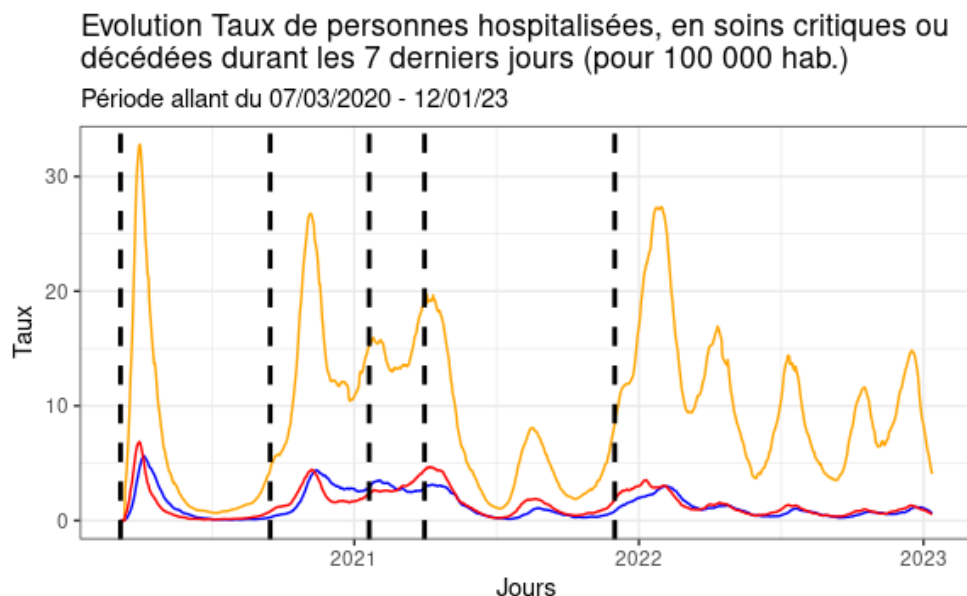


Figure 9: En jaune, les hospitalisations

En rouge, les hospitalisations en soin critique

En bleu, les décès

En noire, l'apparition différents variants

D'après la figure 9, nous constatons une forte vague d'hospitalisation durant la période de janvier à mars 2020. Celle-ci correspond au début de la pandémie de la covid-19.

Cette période caractérisée par de nombreuses hospitalisations s'accompagne d'une augmentation du taux d'hospitalisations en soins critique (en rouge) et des décès (bleu). Ces courbes (rouge et bleu) sont très fortement corrélées et ont tendance à évoluer de manière très proportionnelle.

De façon générale, nous observons une répétition des vagues d'hospitalisations, notamment durant la période de fin 2020, mi 2021, fin 2021 et pratiquement durant toute l'année 2022.

Les lignes noirs verticales sur le graphique représentent les périodes d'apparition des différents variants.

Nous constatons qu'à chaque apparition d'un nouveau variant, le taux d'hospitalisation explose, entraînant ainsi une augmentation du taux d'hospitalisation critique et du taux de décès.

0.2 PARTIE II : Comparaison des données de vaccination et de mortalité de la France avec deux pays de l'Union Européenne

0.2.1 Comparaison des données de vaccinations

Notre comparaison s'effectuera entre la France, l'Italie et la Suède. Dans cette comparaison nous essayerons de voir :

- Le pays ayant le plus vacciné sa population
- Le pays ayant le plus exporté des doses de vaccin
- Le pays ayant le plus reçu des doses de vaccin

Nombre de dose de vaccin reçu

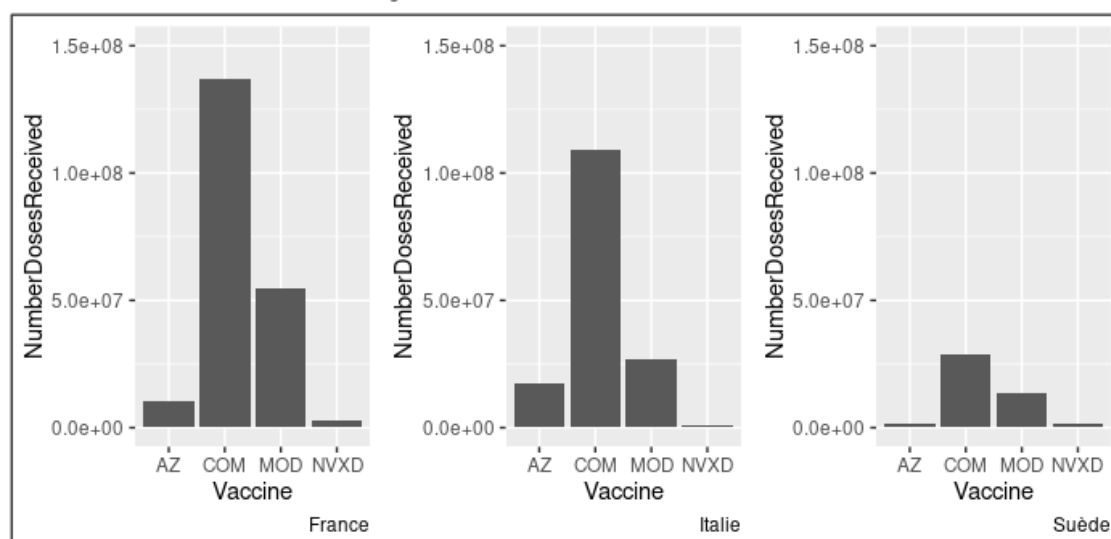


Figure 10: Nombre de dose de vaccin reçu par la France, l'Italie et la Suède

Nous avons décidé de comparer les vaccins suivant :

- AZ : AstraZeneca - Vaxzevria
- COM: Pfizer BioNTech - Comirnaty
- MOD: Moderna - Spikevax
- NVXD : Novavax – Nuvaxovid

D'après la figure 10, nous constatons que la France est le pays ayant le plus reçu de dose de vaccin Pfizer BioNTech et Moderna.

L'Italie est le pays ayant le plus reçu des doses du vaccin AstraZeneca.

La Suède est le pays ayant reçu le moins de doses de vaccin parmi les 3. Ceci peut s'expliquer par la population de ce pays.

En effet, la population de la suède s'élève à moins de 11 millions d'habitants tandis que la population de la France s'élève à plus de 67 millions d'habitant et celle de l'Italie à plus de 59 millions.

Compte tenu de son nombre d'habitant relativement faible par rapport aux deux autres pays, la Suède a donc eu logiquement moins besoin de doses de vaccin que la France et l'Italie.

Nombre de dose de vaccin exporté

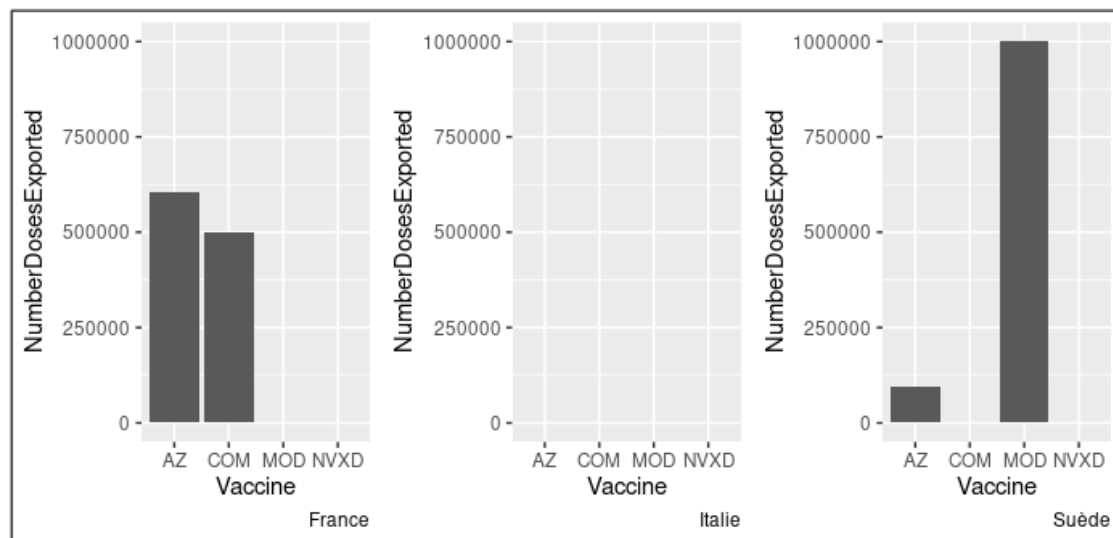


Figure 11: Nombre de dose de vaccin exporté par la France, l'Italie et la Suède

fizer BioN

Le graphique ci-dessus, nous permet de constater que :
 La Suède est le pays ayant le plus exporté de dose du vaccin Moderna, la France est le pays ayant le plus exporté des doses du vaccin AstraZeneca et Pfizer BioNTech tandis que l'Italie quant à elle n'a rien exporté comme doses de vaccin.

Le graphique ci-dessus, nous permet de constater que :
 La Suède est le pays ayant le plus exporté de dose du vaccin Moderna, la France est le pays ayant le plus exporté des doses du vaccin AstraZeneca et Pfizer BioNTech tandis que l'Italie quant à elle n'a rien exporté comme doses de vaccin.

Nous pouvons expliquer cela par la crainte d'une pénurie de renouvellement de stock de vaccin des dirigeants italiens.

Nombre de première dose de vaccin administrée selon les classes d'âge

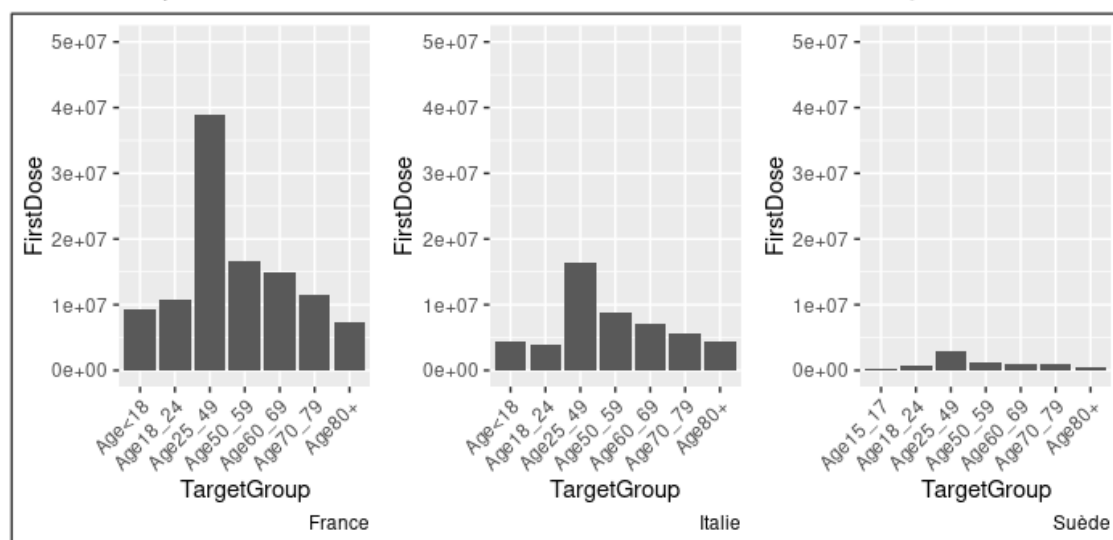


Figure 12

Nombre de seconde dose de vaccin administrée selon les classes d'age

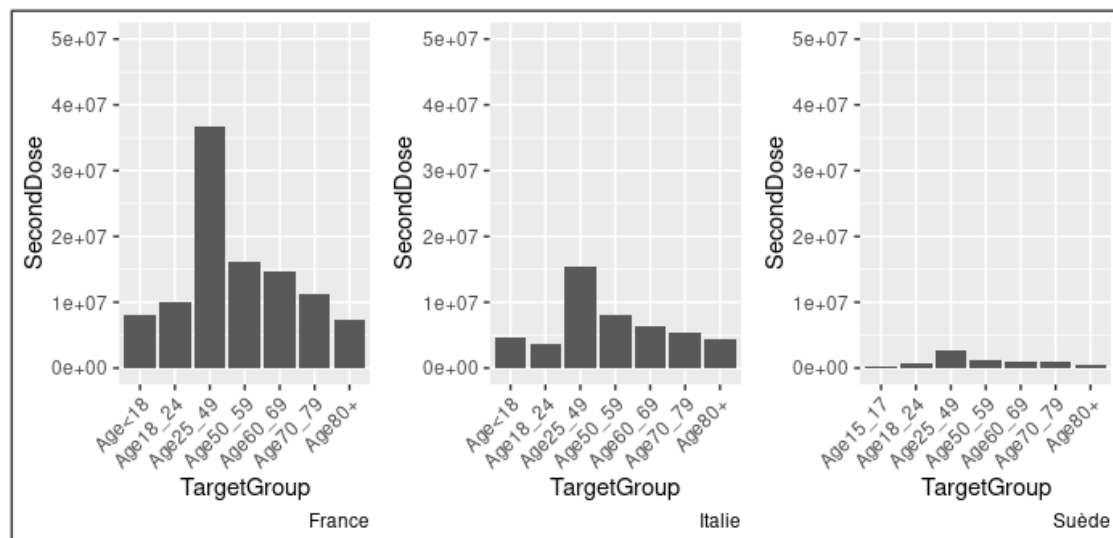


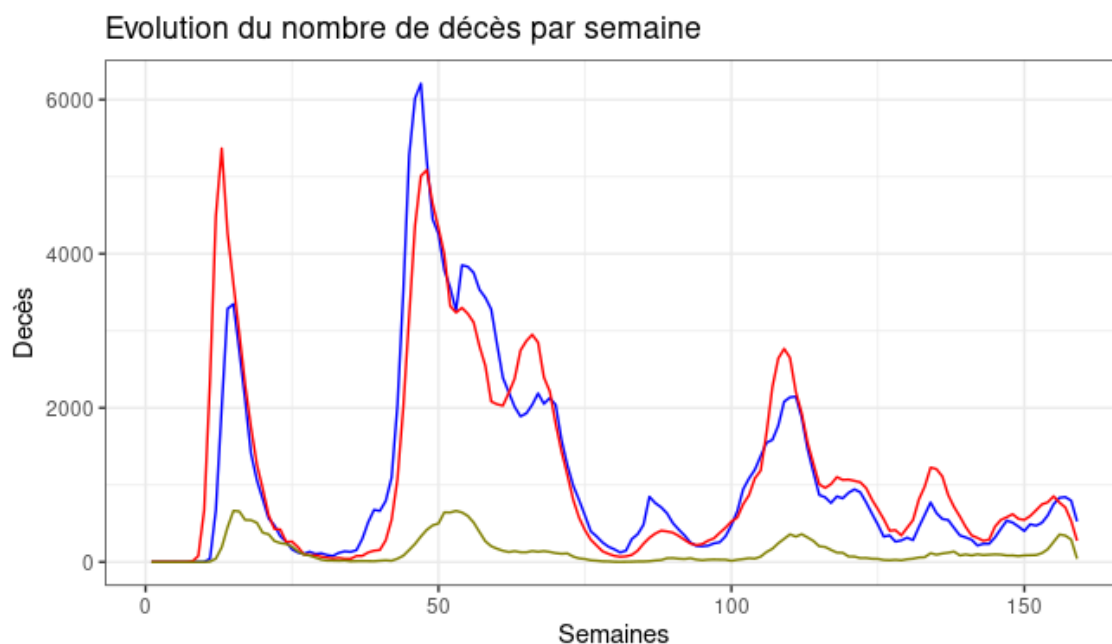
Figure 13

D'après les figures 12 et 13, nous pouvons voir que la France est le pays ayant administré le plus de doses (première et seconde) parmi les 3.

Dans ces trois pays, les individus appartenant à la classe d'âge allant de 25 à 49 ans sont ceux qui ont été le plus vaccinés.

Cela pourrait s'expliquer par le fait que cette tranche d'âge représente la part de la population la plus active et donc la plus exposée au virus.

0.2.2 Comparaison des données de mortalité



*Figure 14: Evolution du nombre de décès par semaine pour la France, l'Italie et la Suède
En rouge : L'Italie, En Bleu : La France, en Vert : La Suède*

Nous pouvons voir de façon générale qu'il y'a eu "3 vagues" de décès dans les pays constituant notre étude.

Nous constatons que dans les premières semaines d'apparition de la covid-19, l'Italie a été le pays le plus touché par les décès dû au virus, la France arrivant en seconde position.

Vers la 25ième semaine de l'année 2020 (durant les mois de juin, juillet), le nombre de décès a considérablement diminué pour les 3 pays avant d'augmenter à nouveau vers le dernier trimestre de l'année avec cette fois-ci la France en tête.

Cette vague de décès a duré jusqu'à environ mi 2021 avant de reprendre à nouveau en début 2022 mais dans une proportion moin-

dre que les années précédentes.

La figure 15 nous présente l'évolution du nombre total de décès recensé dans les 3 pays.

A ce jour, l'Italie est la pays ayant le plus enregistré de cas de décès suivi de près par la France avec plus de 160.000 pertes en vies humaines.

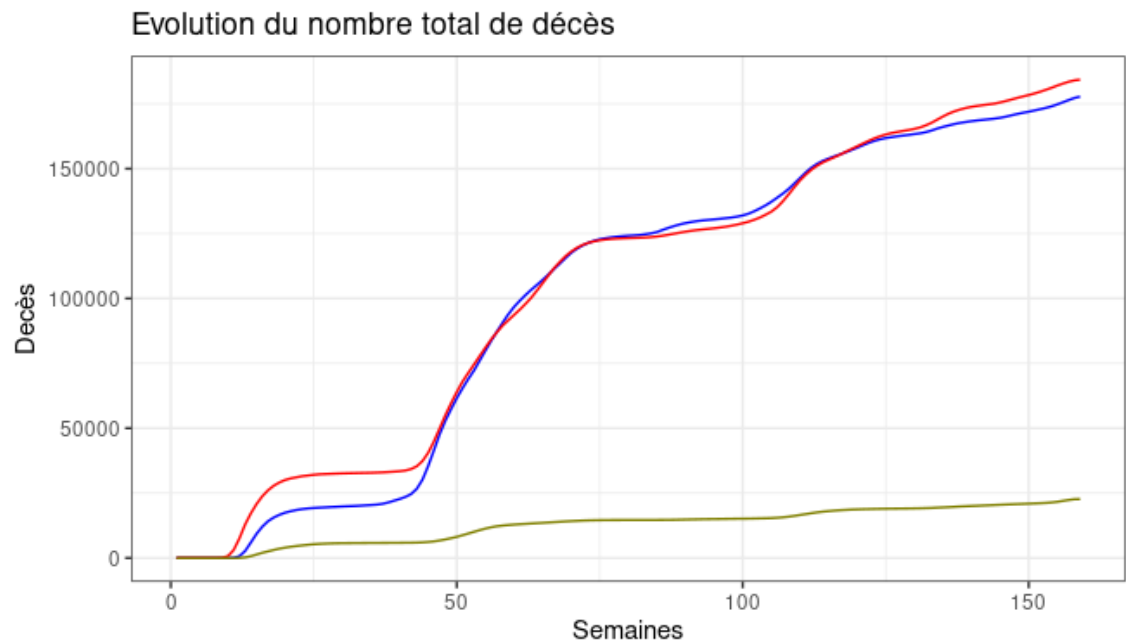


Figure 15

0.3 PARTIE III : Cas du département des Alpes Maritimes

0.3.1 Analyse des données de vaccination et de mortalité du département des Alpes Maritimes:

Comment notre département a été affecté par la pandémie de covid ?

Comment les inégalités sociales-économiques du département des Alpes Maritimes se sont manifestées durant la pandémie de la covid?

Le département des Alpes-Maritimes comptant un peu plus de 1.100.000 habitants a un taux de schéma vaccinal initial de 77,6 %, meilleur que celui de la région Provence-Alpes-Côte d’Azur avec 74,9%, mais moindre que le niveau national qui est de 78,7%.

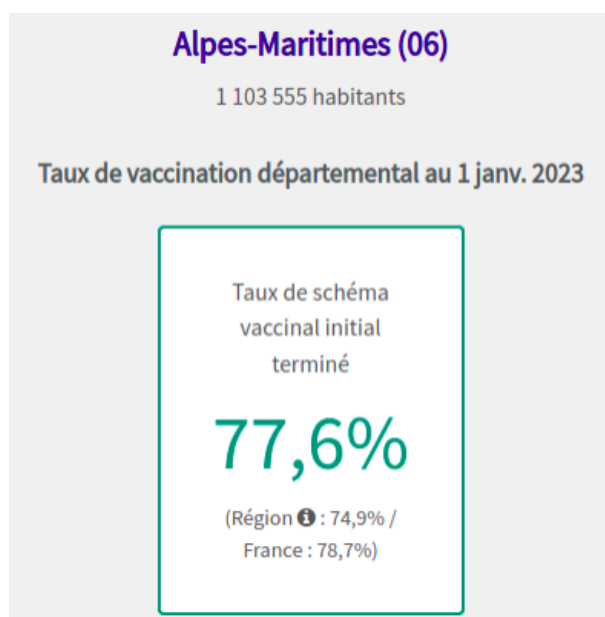


Figure 16:

Les Alpes-Maritimes étaient en avance en matière de taux de schéma vaccinal initial par rapport à l'échelle nationale depuis le début de la campagne de vaccination jusqu'au troisième trimestre de 2021, période après laquelle son taux reste légèrement inférieur à

la moyenne nationale.

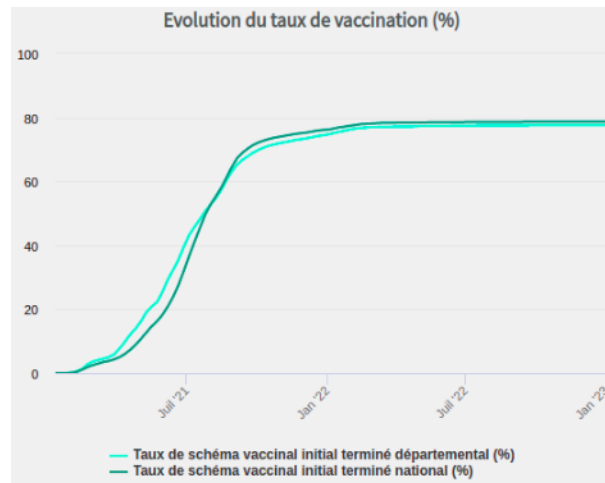


Figure 17:

Selon la figure 18, si nous nous intéressons au taux de première injection en fonction des différentes classes d'âges, il apparaît une corrélation positive entre ces dernières et le taux de première injection. La covid-19 affectant beaucoup plus les personnes âgées, celles-ci ont été priorisées lorsque les vaccins ont été conçus.

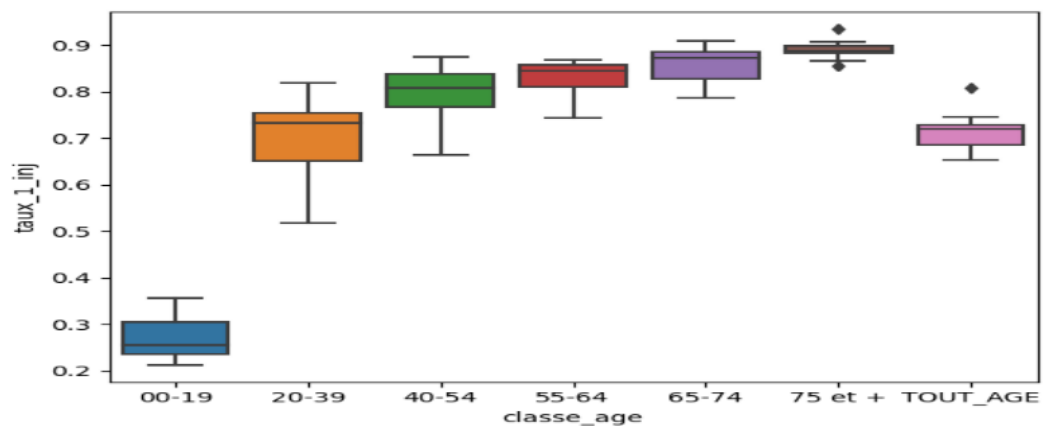


Figure 18:

Comment les inégalités sociales-économiques du département des Alpes Maritimes se sont manifestées durant la pandémie ?

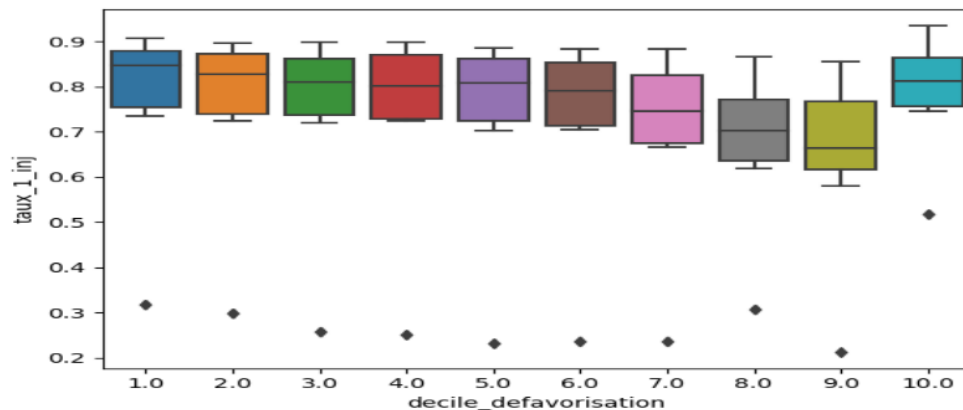


Figure 19:

La figure 19 nous montre que le taux de première injection baisse légèrement du premier au sixième décile, avant une baisse beaucoup plus marquée entre le sixième et le neuvième décile, suivi d'une remontée de ce dernier au dixième décile. Nous constatons alors qu'il n'y a pas de différence marquée entre les plus favorisés et les plus défavorisés en terme de première injection dans les Alpes-Maritimes.

Comment ont évolué les hospitalisations et les décès?



Figure 20: En violet, les hospitalisations

En rouge, les décès

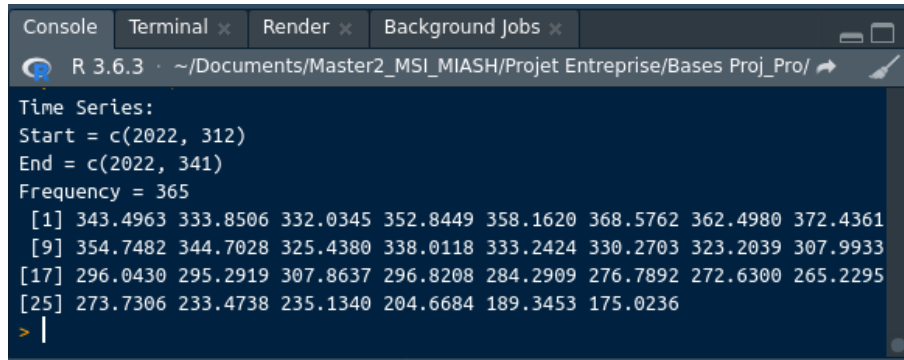
Le département des Alpes Maritimes a subi plusieurs vagues d'hospitalisations et de décès correspondant à l'apparition et à la propagation des différents variants qui sont apparus. Les premiers trimestres de 2021 et 2022 ont été les plus marquants avec plus de 700 hospitalisations par jour en début 2021 et plus de 600 hospitalisations en début 2022. Pendant ces pics le nombre de décès quotidien approchait la vingtaine.

0.3.2 Prévisions du nombre d'hospitalisation et de décès dans les Alpes-Maritimes:

Pour l'étude de prédiction des hospitalisations et des décès dans les Alpes-Maritimes, nous utiliserons un modèle ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average).

En effet, le modèle ARIMA prend en compte les tendances et les saisons des données, il est flexible pour gérer les valeurs manquantes et il peut également être utilisé pour identifier les relations causales entre différentes variables d'une série chronologique.

Prévisions du nombre d'hospitalisation



```
Console Terminal x Render x Background Jobs x
R 3.6.3 · ~/Documents/Master2_MSI_MIAASH/Projet Entreprise/Bases Proj_Pro/
Time Series:
Start = c(2022, 312)
End = c(2022, 341)
Frequency = 365
[1] 343.4963 333.8506 332.0345 352.8449 358.1620 368.5762 362.4980 372.4361
[9] 354.7482 344.7028 325.4380 338.0118 333.2424 330.2703 323.2039 307.9933
[17] 296.0430 295.2919 307.8637 296.8208 284.2909 276.7892 272.6300 265.2295
[25] 273.7306 233.4738 235.1340 204.6684 189.3453 175.0236
> |
```

Figure 20

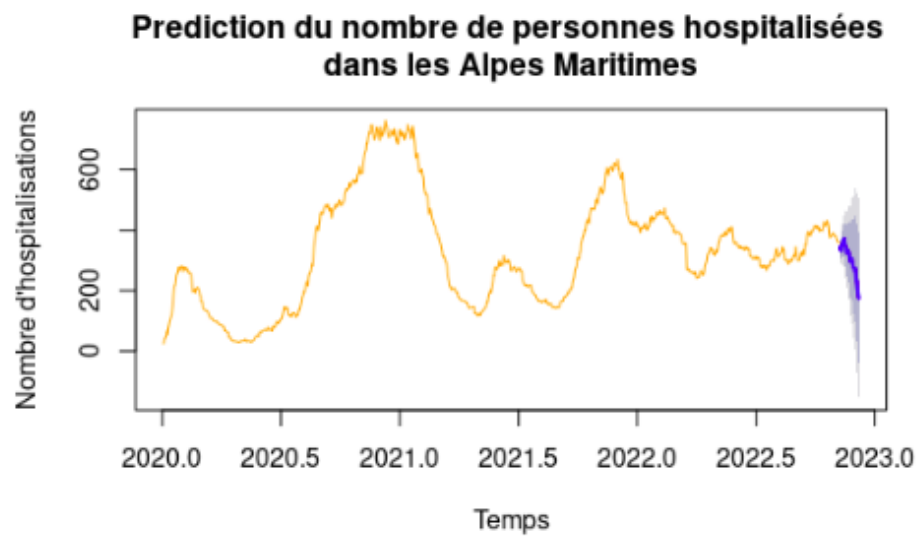


Figure 21

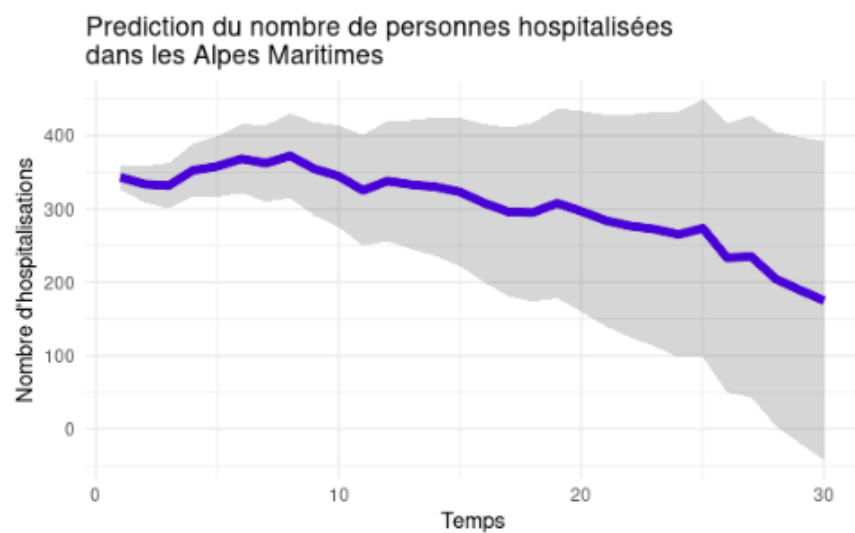


Figure 22

La prévision des hospitalisations dans les Alpes-Maritimes pour les 30 prochains jours nous montre une tendance à la baisse sur

toute la période. D'après nos résultats, le nombre d'hospitalisations passera d'environ 343 le 21 janvier à environ 176 hospitalisations le 20 février 2023.

Prévisions du nombre de décès

```
Console Terminal x Render x Background Jobs x
R 3.6.3 · ~/Documents/Master2_MSI_MIAASH/Projet Entreprise/Bases Proj_Pro/
Start = c(2022, 312)
End = c(2022, 341)
Frequency = 365
[1] 0.8808898 0.9897716 0.9791995 1.0074274 1.0074274 1.0074274
[7] 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274
[13] 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274
[19] 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274
[25] 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274 1.0074274
> |
```

Figure 23

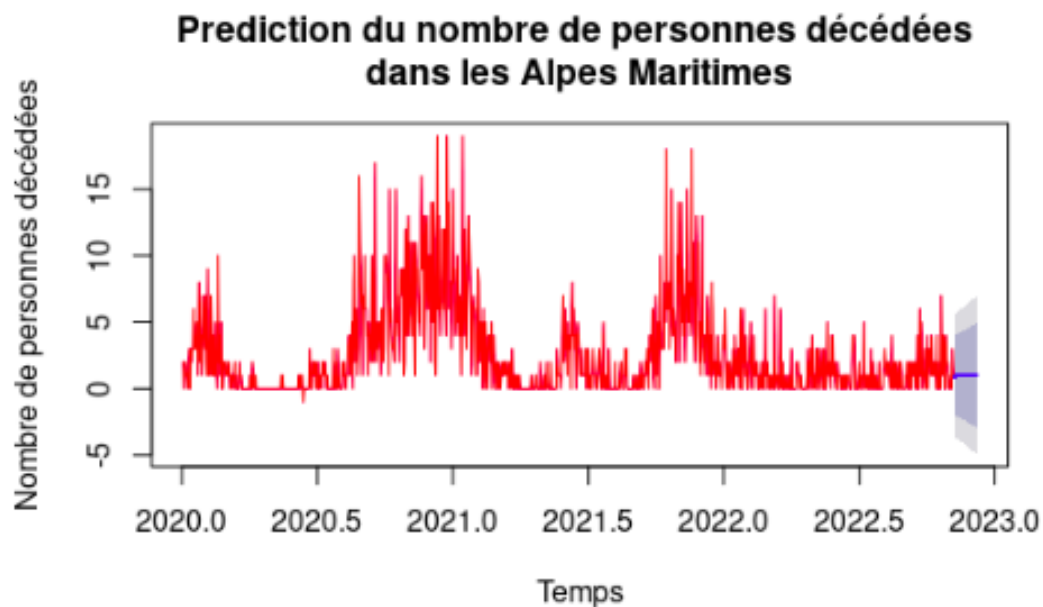


Figure 24

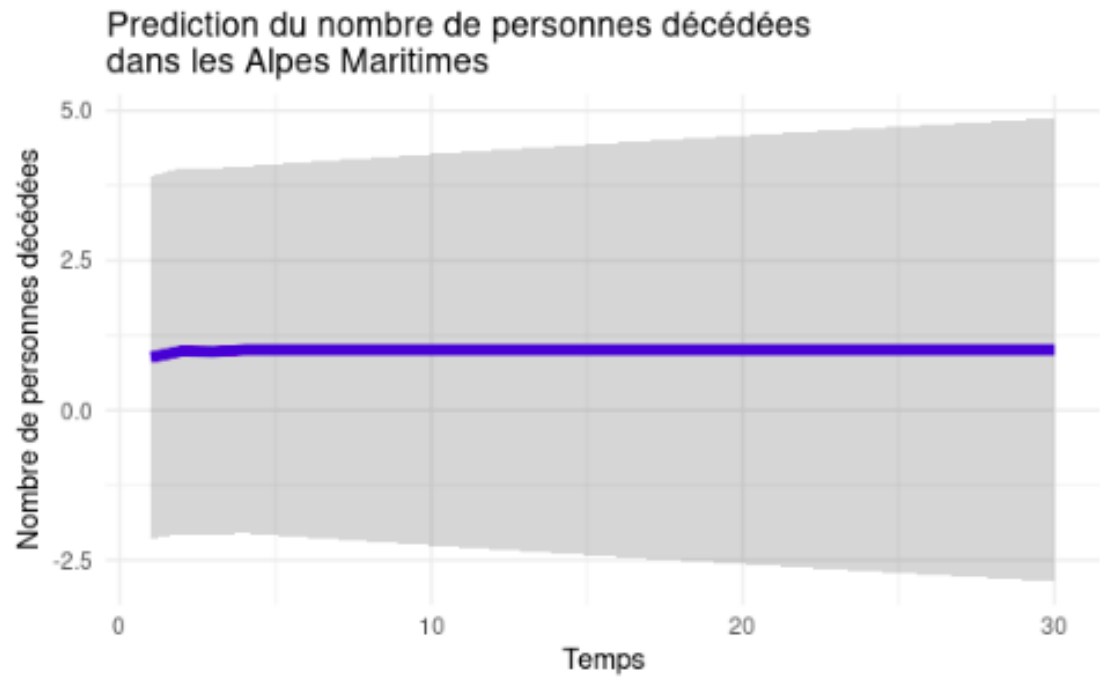


Figure 25:

La prévision des décès dans les Alpes-Maritimes pour les 30 prochains jours nous ne nous montre aucune une tendance sur toute la période. D'après nos résultats, le nombre de décès restera constant du 21 janvier au 20 février 2023. Cela equivaut à une moyenne d'un décès par jour.

CONCLUSION

La pandémie du covid-19 a été une des crises sanitaires les plus marquante du XXI^e siècle. Elle a touché la globalité de la population mondiale, entraînant avec elle une série de crise économique et sociale à l'échelle planétaire.

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes intéressés au continent Européen, plus précisément à la France en nous penchons sur les différents facteurs qui ont accompagné cette pandémie.

Nous avons alors analysé le taux de vaccination et celui de mortalité par sexe et par tranche d'âge dans tout l'étendu du territoire.

Il en ressort qu'il n'y a pas eu d'écart de vaccination entre les hommes et les femmes, la classe d'âge qui a été le plus soumis à la vaccination est celle comprise entre les 30 et 59 ans et elle est d'ailleurs celle qui a suivi un schéma vaccinal complet.

La pandémie a touchée tous les pays et toutes les catégories socio-économiques mais pas de la même manière. En effet, les personnes âgées et/ou les plus défavorisées ont été beaucoup plus affectées que les autres.

Cette inégalité s'est non seulement vue à l'échelle des individus mais aussi à l'échelle des pays et régions.

En comparant les résultats de la France par rapport à certains de ses pays voisins que sont la Suède et l'Italie, nous constatons alors que la France et l'Italie sont les pays ayant le plus comptabilisé des cas de décès. Il en ressort aussi que la France est le pays ayant administré le plus de vaccin à sa population.

0.4 RÉFÉRENCES

J. Garcia, C. Torres, M. Barbieri, C. Gi. Camarda, E. Cambois, A. Caporali, F. Meslé, S. Poniakina, J. M. Robine, Différences de mortalité par Covid-19 : conséquence des imperfections et de la diversité des systèmes de collecte des données, *Population*, 76 (1), pp 37–76.

<https://www.data.gouv.fr/fr/organizations/sante-publique-france/>
<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/data-covid-19-vaccination-eu-eea>