

Maladie à COVID-19 : La vaccination est largement efficace pour éviter les décès et les hospitalisations.

Sacha GUILHAUMOU, Guillaume ROZIER

Introduction

On s'intéresse aux risques de décès par COVID-19 dans les différentes classes d'âge. On s'intéressera dans un second temps aux risques d'hospitalisation en réanimation ou en service conventionnel.

Nous souhaitons établir le rôle de la vaccination dans ces phénomènes. La vaccination semble à priori un facteur protecteur, ce que nous démontrerons.

Nous considérerons comme exposition l'évènement « ne pas être totalement vacciné ». Le groupe non exposé correspond donc aux individus totalement vaccinés.

L'ensemble des données exploitées proviennent de la dernière publication de la DRESS « Entrées hospitalières et décès de patients Covid-19 selon le statut vaccinal et la présence de la mutation L452R »

Les données portent sur les patients hospitalisés pour Covid-19 entre le 31 mai et le 11 juillet 2021.

Notre analyse consiste à déterminer le degré d'efficacité de la vaccination contre la Covid-19. La non disponibilité des données brutes est ici comme à l'accoutumée handicapante, et nous utiliserons différentes mesures d'association : **Risque Relatif (RR)**, **Fraction Etiologique du Risque chez les exposés ($FER_{Non\ vacc}$)** et **Fraction Etiologique du Risque dans la population (FER_{Pop})**

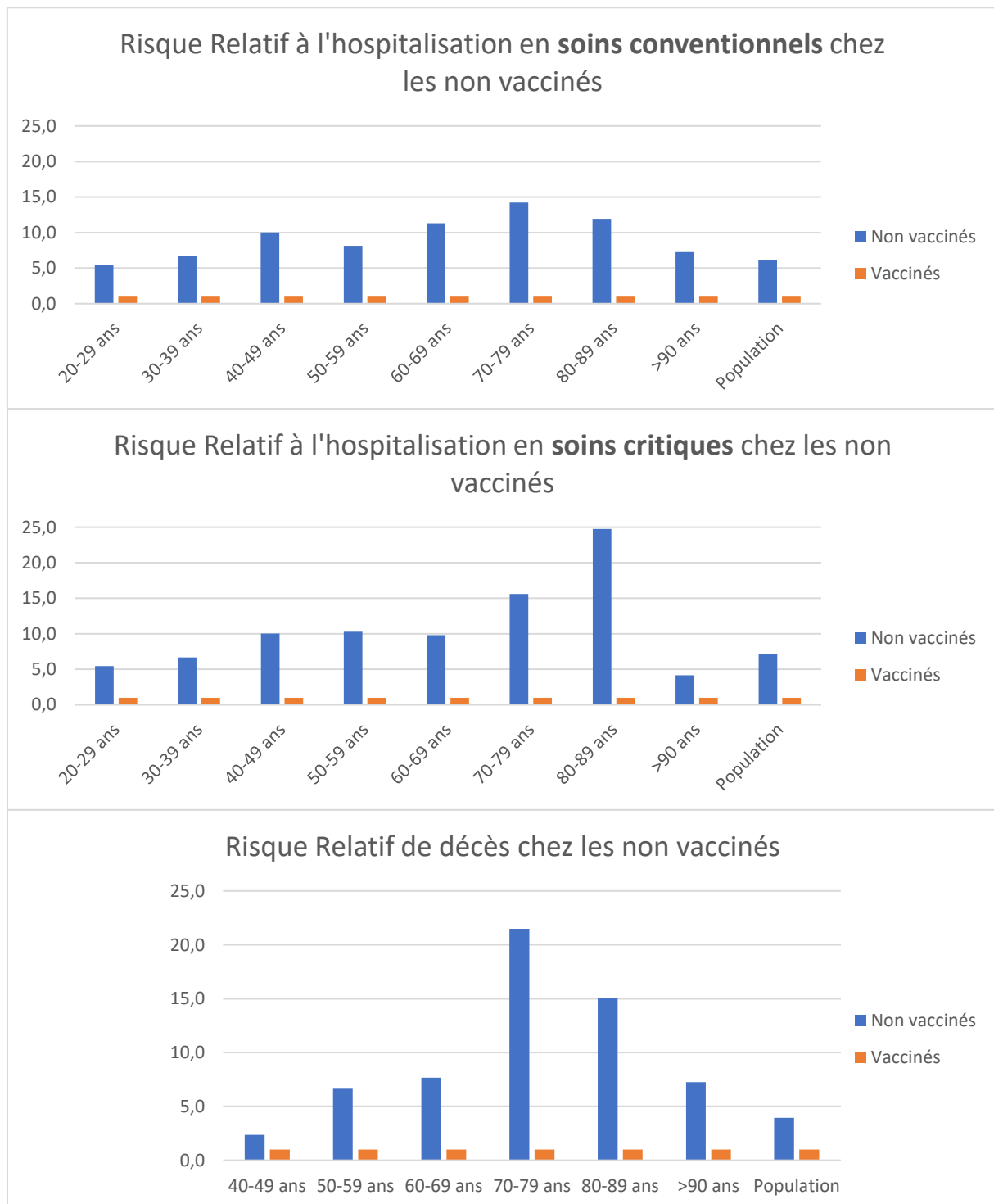
Nous ne nous sommes intéressés qu'aux classes d'âge >20ans puisqu'il y a très peu d'incidence de décès ou d'hospitalisation en dessous de cet âge, ce qui empêche de calculer certains indicateurs.

Risque Relatif

Le risque relatif correspond à l'expression du risque chez les exposés (non vaccinés), normalisée par rapport au risque chez les exposés (vaccinés)

$$\begin{aligned} RR &= \frac{P(\text{Deces}/\text{Non Vaccination})}{P(\text{Deces}/\text{Vaccination})} \\ RR &= \frac{\frac{P(\text{Non vaccination}/\text{Deces}) \times P(\text{Deces})}{P(\text{Non vaccination})}}{\frac{P(\text{Vaccination}/\text{Deces}) \times P(\text{Deces})}{P(\text{Vaccination})}} \\ RR &= \frac{P(\text{Non vaccination}/\text{Deces})}{P(\text{Vaccination}/\text{Deces})} \times \frac{1 - P(\text{Non vaccination})}{P(\text{Non vaccination})} \end{aligned}$$

Interprétation : Si **RR** est statistiquement différent de 1, il est possible d'affirmer que le facteur d'exposition a une influence sur l'évènement d'intérêt. Ici si **RR** est significativement supérieur à 1 d'un facteur **N**, cela signifie que les non vaccinés décèdent **N** fois plus que les vaccinés.



Conclusions et remarques concernant **RR** : Le risque relatif démontre une efficacité certaine de la vaccination vis-à-vis des hospitalisations en soins critiques, en soins conventionnels et vis-à-vis des décès. Cette efficacité est parfois très significative ($RR \approx 25$ pour les

hospitalisations en réanimation des 80-89 ans). Dans les 3 cas, *RR* semble diminuer pour les >90 ans.

Le *RR* faible vis-à-vis des décès chez les 40-49 ans pourrait s'expliquer par le fait que l'ouverture de la vaccination aux adultes de moins de 50 ans s'est faite le 31 mai, ces derniers étaient donc considérés comme vaccinés et protégés au moins mi-juillet (6 semaines). Les adultes de 40-49 ans présent dans cette cohorte sont donc des personnes exposées à des comorbidités, ce qui les rend particulièrement vulnérables vis-à-vis de la COVID-19, et peut même dans le cadre de certaines pathologies diminuer l'efficacité vaccinale (traitements de la Sclérose en Plaques par ex.)

Une généralisation de ces chiffres à la classe d'âge en population générale ne semble pas judicieuse.

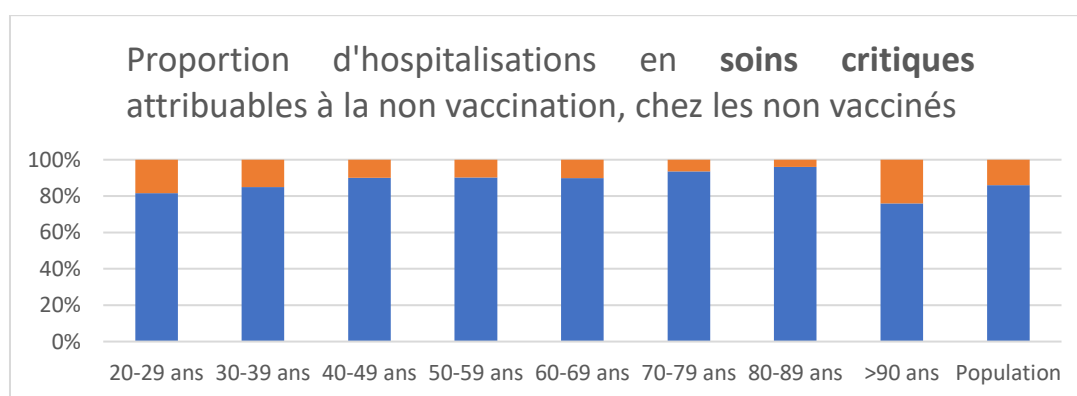
Fraction étiologique du risque chez les exposés

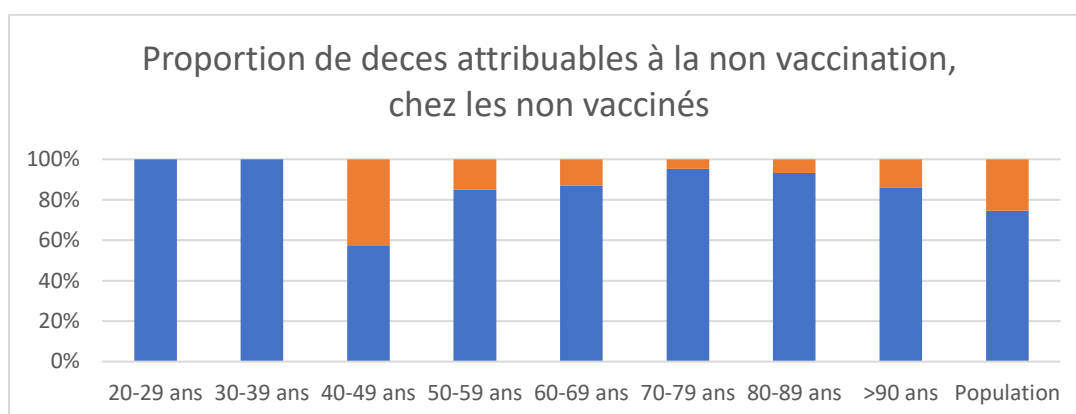
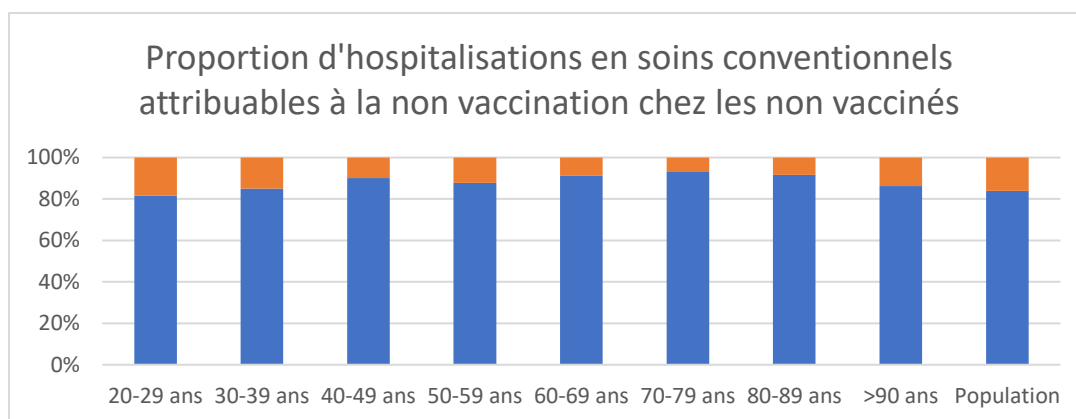
*Cet indicateur correspond à l'expression relative du risque attribuable à la non vaccination, chez les exposés. On parle aussi de Proportion de Cas Attribuables chez les exposés. Il n'a de sens que si la vaccination est bien un facteur protecteur (numérateur positif), ce que nous avons démontré précédemment avec le calcul du *RR*.*

Ici, il correspond au nombre d'hospitalisations / décès qui auraient été évités chez les non vaccinés si ces derniers avaient été vaccinés.

$$PCA_{non\ vaccines} = \frac{P_{Deces / Non\ vaccin} - P_{Deces / vaccin}}{P_{Deces / Non\ vaccin}} = 1 - \frac{\frac{P_{vaccin / deces} \times P(Deces)}{P(Vaccin)}}{\frac{P_{non\ vaccin / deces} \times P(Deces)}{P(Non\ vaccin)}}$$

$$PCA_{non\ vaccines} = 1 - \frac{P_{vaccin / deces}}{P_{non\ vaccin / deces}} \times \frac{P(Non\ vaccin)}{100 - P(Non\ vaccin)}$$





Conclusions et remarques concernant $PCA_{non\ vaccinés}$: Dans le contexte actuel, cette mesure est très importante puisqu'elle est un argument fort en faveur de l'efficacité vaccinale, ou du risque à la non vaccination. L'indicateur montre que les décès par Covid sont en majorité évitables par la vaccination dans toutes les classes d'âge sauf les 40-49 ans (cf explication pour le RR, on observe probablement le même phénomène).

La vaccination des non-vaccinés aurait aussi empêché la majorité des hospitalisations en soins conventionnels ou critiques dans toutes les classes d'âge, mais de manière un peu plus modérée chez les >90 ans, ce qui rejoint nos conclusions précédentes.

Les scores en population générale montrent l'utilité non négligeable à la vaccination, et sont en plus probablement sous évalués pour cause des anomalies sur la tranche 40-49.

Fraction étiologique du risque dans la population générale

Cet indicateur correspond à l'expression relative du sur risque observé dans la population générale par rapport aux individus connus comme non exposés (donc vaccinés). Comme pour la FER chez les exposés, il n'a sens que si la vaccination est bien un facteur protecteur.

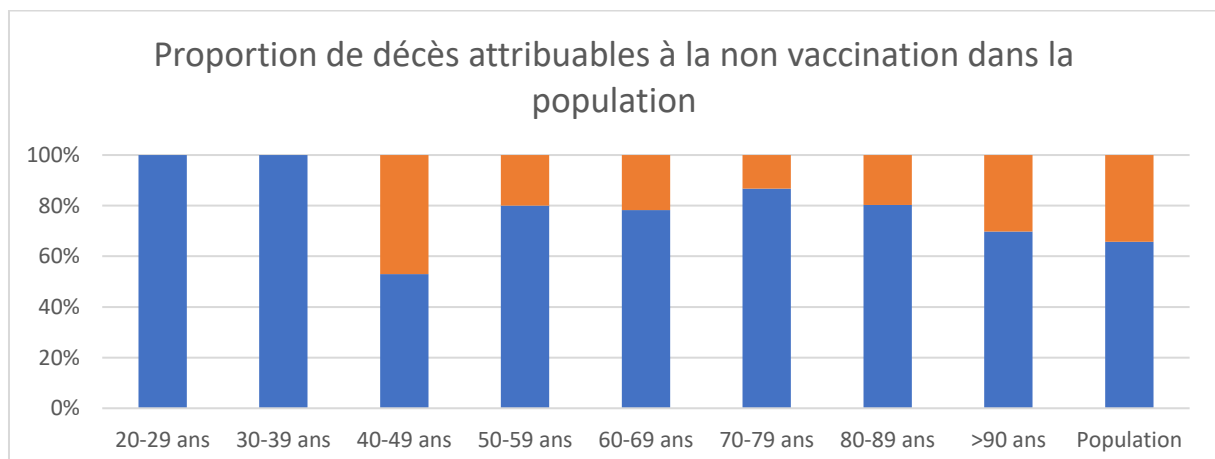
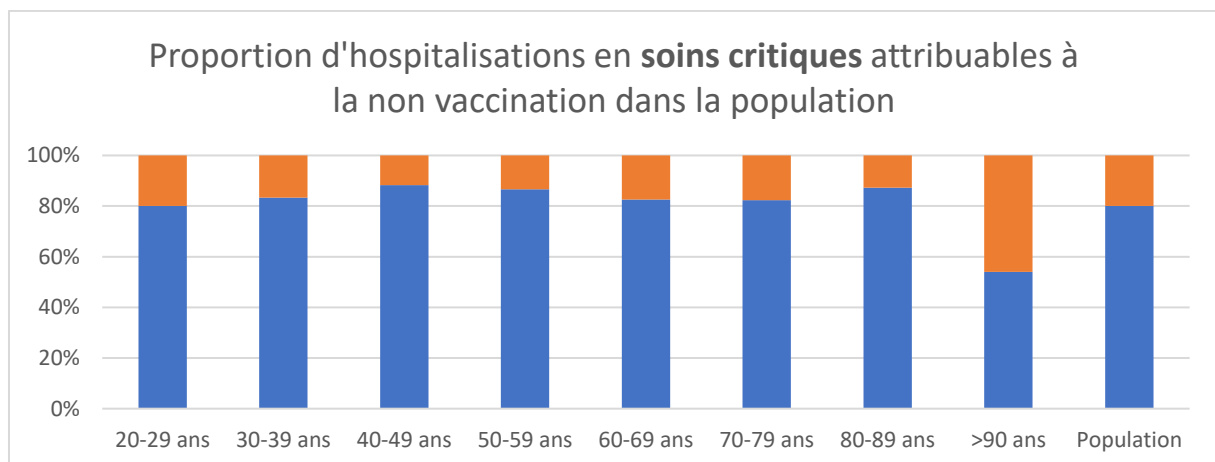
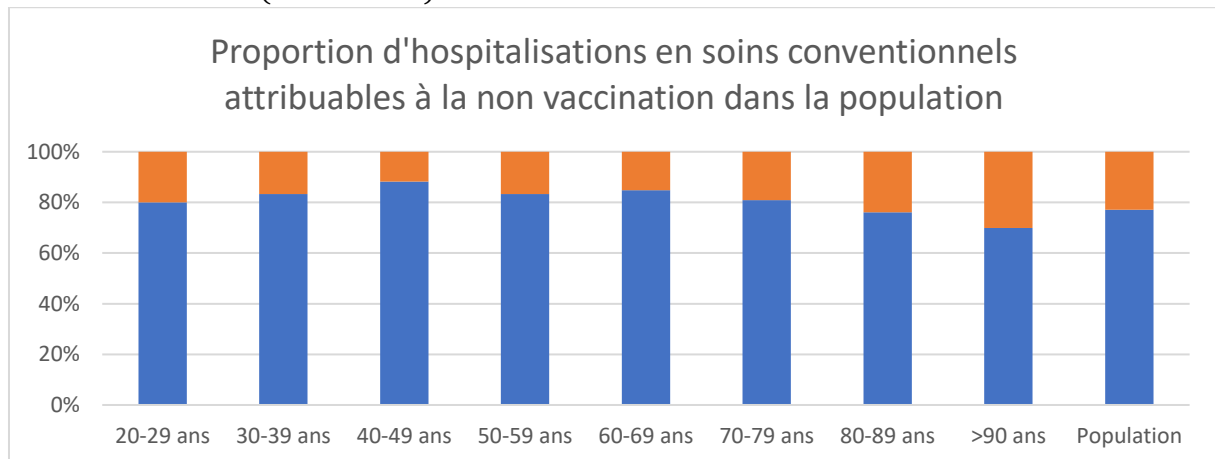
Il correspond à la proportion de cas évitables si toute la population été vaccinée. Il dépend fortement du taux de vaccination dans la population.

$$PCA_{pop} = \frac{P_{Deces} - P_{Deces / vaccin}}{P_{Deces}}$$

$$PCA_{pop} = 1 - \frac{P_{Deces / vaccin}}{P_{Deces}}$$

$$PCA_{pop} = 1 - \frac{\frac{P_{vaccin / deces} \times P(Deces)}{P(Vaccin)}}{P_{Deces}}$$

$$PCA_{pop} = 1 - \frac{P_{Vaccin / deces}}{1 - P(Non vaccine)}$$



Conclusions et remarques concernant PCA_{pop} : cette mesure a l'avantage d'être facilement lisible puisqu'elle répond à la question « combien de cas éviterait-on / aurait-on évité en vaccinant tout le monde ». Cependant, son interprétation est plus délicate que $PCA_{non\ vaccines}$. En effet, elle est soumise à de nombreux paradoxes d'interprétation, puisque plus la population est vaccinée et plus PCA_{pop} diminue.

Dans le cas le plus extrême, lorsque toute la population est vaccinée, il ne reste aucun décès / hospitalisation étant les conséquences de la non-vaccination.

On observe toujours le même phénomène chez les 40-49 ans, et une évitabilité vis-à-vis de l'hospitalisation en soins critiques nettement plus faible chez les >90 ans. L'interprétation de PCA_{pop} pour l'ensemble de la population est douteuse, probablement puisqu'elle est fortement influencée par l'échantillon non représentatif pour le groupe 40-49.

Conclusion et limites :

Cette analyse statistique permet de mettre en évidence une efficacité très significative et forte de la vaccination vis-à-vis des risques de décès ou d'hospitalisation pour Covid-19.

La non-vaccination est de très loin le principal facteur explicatif des décès ou des hospitalisations chez les non vaccinés, et la vaccination de l'ensemble de la population permettrait d'éviter une majorité des hospitalisations et décès chez toutes les classes d'âge, même si l'efficacité semble diminuer chez les >90 ans.

Les différences significatives chez les patients de la classe d'âge >90 ans invitent à réfléchir concernant l'utilité chez ces derniers d'une 3^{ème} dose pour renforcer leur immunité vis-à-vis de la pathologie.

Une des limites potentielles de cette analyse concerne le fait d'avoir considéré les patients dits « primo dose », récente ou efficace, comme non vaccinés.

Cette décision vient de l'absence de précisions suffisantes dans le rapport pour comprendre quel est le critère permettant d'affirmer qu'une primo dose est efficace.