



# Outil VaxImpact - Méthodologie

La vaccination est largement efficace pour éviter les décès et les hospitalisations pour cause d'infection par SARS-COV-2.

Sacha GUILHAUMOU, Elias ORPHELIN, Guillaume ROZIER

## Introduction

On s'intéresse aux risques de décès par COVID-19 en fonction du statut vaccinal. On s'intéressera dans un second temps aux risques d'hospitalisation en réanimation ou en service hospitalier conventionnel.

Nous souhaitons caractériser le rôle de la vaccination dans ces phénomènes. La vaccination semble a priori un facteur protecteur, ce que nous démontrerons dans un premier temps.

L'ensemble des données exploitées proviennent de l'appariement des bases SI-VIC, SI-DEP et VAC-SI par la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DRESS) : « **Covid-19 : résultats issus des appariements entre SI-VIC, SI-DEP et VAC-SI** ». Ces données sont accessibles en *OpenData* sur le site de la DREES.

Nous considérerons comme facteur d'exposition l'évènement « ne pas être vacciné ». Le groupe exposé correspond aux individus « Non-vaccinés », le groupe non exposé aux individus « Vaccination complète ». Les données seront compilées sur une période d'une semaine, les autres groupes ne seront pas pris en compte. La définition de chaque groupe est située en *Annexe*.

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 en épidémiologie 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 sommes malheureusement plus dans la capacité de proposer d'analyse par classe d'âge puisque ces données ne sont pas disponibles en *OpenData*.

## Risque Relatif (Coefficient de réduction du risque)

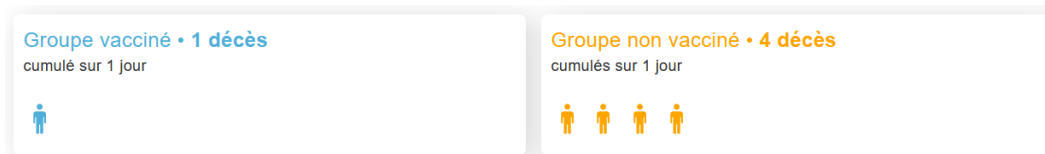
*Le risque relatif correspond à l'expression du risque chez les exposés (non vaccinés), normalisée par rapport au risque chez les exposés (vaccinés)*

$$RR = \frac{P(\text{Deces/Non Vaccination})}{P(\text{Deces/Vaccination})}$$
$$RR = \frac{\frac{P(\text{Non vaccination/Deces}) \times P(\text{Deces})}{P(\text{Non vaccination})}}{\frac{P(\text{Vaccination/Deces}) \times P(\text{Deces})}{P(\text{Vaccination})}}$$

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

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.

Si  $RR = 4$ , cela signifie que si 4 personnes non vaccinées décèdent par jour, on peut s'attendre à ce que seulement 1 personne vaccinée décède dans le même temps.



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 fortement significative, d'autant plus dans certaines classes d'âge (voir « Entrées hospitalières et décès de patients Covid-19 selon le statut vaccinal et la présence de la mutation L452R », [DREES](#)). En population générale, le  $RR$  subit l'influence des classes d'âges les plus basses qui sont au moment des dernières données peu vaccinées à l'exception des patients avec comorbidités, ce qui tend à sous évaluer le chiffre.

## 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  $RR$  qui est significativement supérieur à 1.*

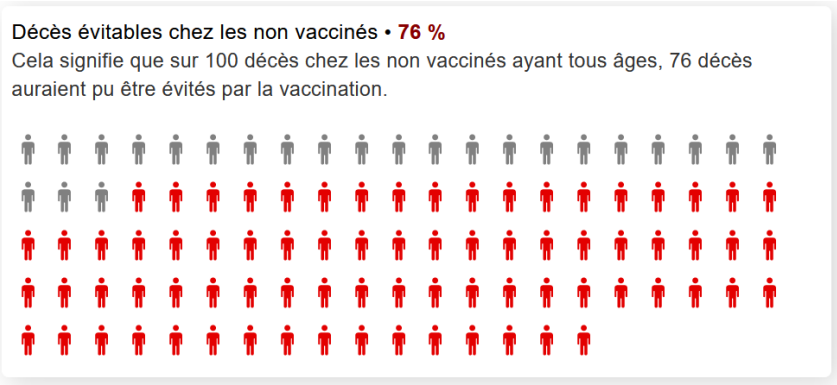
*Ici, il correspond au nombre d'hospitalisations / décès qui auraient été évités chez les non vaccinés si ces derniers avaient été vaccinés. Il s'exprime en pourcentage.*

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

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

Il est aussi possible de calculer  $PCA_{non\ vaccines}$  à partir du risque relatif :

$$PCA_{non\ vaccines} = \frac{RR - 1}{RR}$$



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.

Ce phénomène s'observe dans toutes les classes d'âge (voir « Entrées hospitalières et décès de patients Covid-19 selon le statut vaccinal et la présence de la mutation L452R », DREES) qui possèdent un taux significatif de vaccination. Il est difficilement interprétable à l'heure actuelle pour les classes d'âge dont le taux de vaccination est faible et concerne en majorité des patients possédant des comorbidités. Les scores en population générale sont probablement sous évalués pour cette cause.

**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 dépend fortement du taux de vaccination dans la population, et évolue donc dans le temps.*

$$PCA_{pop} = \left( \frac{P_{Deces} - P_{Deces / vaccin}}{P_{Deces}} \right) \times 100$$

$$PCA_{pop} = \left( 1 - \frac{P_{Deces / vaccin}}{P_{Deces}} \right) \times 100 = \left( 1 - \frac{P_{vaccin / deces} \times P(Deces)}{P(Vaccin) \times P_{Deces}} \right) \times 100$$

$$PCA_{pop} = \left( 1 - \frac{P_{Vaccin/decès}}{1 - P(Non\ vaccine)} \right) \times 100$$

Conclusions et remarques concernant  $PCA_{pop}$  : Son interprétation est plus délicate que  $PCA_{non\ vaccinés}$ . 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 par Covid-19 étant les conséquences de la non-vaccination et donc  $PCA_{pop} = 0$

### Décès évitables en population générale • 61 %

Cela signifie que sur 100 décès en population générale ayant tous âges, 61 décès auraient pu être évités par la vaccination.

⚠ Cet indicateur dépend du taux de vaccination, il décroît forcément lorsque la couverture vaccinale augmente.



## 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 décès mais aussi des hospitalisations chez toutes les classes d'âge, même si l'efficacité semble diminuer chez les >90 ans.

## Annexe : Définition des groupes DREES.

En concordance avec les choix effectués par Santé publique France, le statut vaccinal des patients a été défini suivant quatre modalités dont les contours varient suivant le vaccin utilisé et l'antécédent de Covid-19 des patients :

1. Pour les vaccinations sans antécédent de Covid-19 avec vaccins non monodose (hors Janssen)
  - a. **Non vacciné** : personne n'ayant jamais reçu d'injection de vaccin contre le Sars-Cov-2
  - b. **Primo dose récente** : personne ayant reçu une première dose depuis 14 jours ou moins
  - c. **Primo dose efficace** : personne ayant reçu une première dose depuis plus de 14 jours ou ayant reçu une deuxième dose depuis 7 jours ou moins
  - d. **Vaccination complète** : personne ayant reçu une deuxième dose depuis plus de 7 jours
  
2. Pour les vaccinations sans antécédent de Covid-19 avec vaccin mono dose (Janssen)
  - a. **Non vacciné** : personne n'ayant jamais reçu d'injection de vaccin contre le Sars-Cov-2
  - b. **Primo dose récente** : personne ayant reçu une dose de Janssen depuis 14 jours ou moins
  - c. **Vaccination complète** : personne ayant reçu dose de Janssen depuis plus de 14 jours

3. Pour les vaccinations avec antécédent de Covid-19
  - a. **Non vacciné** : personne avec antécédent n'ayant jamais reçu d'injection de vaccin contre le Sars-Cov-2
  - b. **Primo dose récente** : personne avec antécédent ayant reçu une dose depuis 7 jours ou moins
  - c. **Vaccination complète** : personne avec antécédent ayant reçu une dose depuis plus de 7 jours