

# Épidémiologie de COVID-19 et vaccination: étude de modélisation

En ce début d'été, alors qu'en Suisse l'épidémie de COVID-19 atteint un étiage apaisant, se pose la question de ce qui va se passer cet automne. Les meilleures informations à ce sujet sont probablement à trouver dans des résultats de modélisation utilisant des modèles épidémiologiques développés et validés durant l'épidémie de COVID-19, mais prenant désormais en compte les évolutions récentes en termes d'immunité post-infectieuse, de couverture vaccinale et d'apparition de variants plus infectieux.

Un tel modèle a été développé par le groupe de modélisation mathématique des maladies infectieuses à l'Institut Pasteur, sous la direction de Simon Cauchemez, un investigateur de référence dans le domaine. Si le travail n'est pas encore revu ni publié, il est d'un intérêt tel qu'il mérite le présent écho.

En bref, les auteurs utilisent un modèle compartimental par strates d'âge de la population française pour anticiper de quelle manière la vaccination partielle va modifier l'épidémiologie de SARS-CoV-2 et déterminer les implications pour le contrôle de l'épidémie cet automne. Le scénario de base (autour duquel les auteurs effectuent des analyses de sensibilité faisant varier ces paramètres) pose les hypothèses d'un  $R_0 = 4$  et d'une couverture vaccinale de 30-70-90% respectivement parmi les individus âgés de 12-17, 18-59 et  $\geq 60$  ans. En l'absence de mesures de distanciation, le modèle prédit une charge importante sur le système de santé, c'est-à-dire une vague automnale culminant à environ 2500 admissions hospitalières par jour, c'est-à-dire à peu près équivalente à celle de l'automne 2020. Les individus non vaccinés contribueront 12 fois plus à la transmission que les vaccinés. Les adultes non vaccinés de  $\geq 60$  ans représentent 3% de la population mais 36% des hospitalisations. En raison de leur couverture vaccinale limitée, les enfants de 0-17 ans représentent environ la moitié des infections et de ceux qui transmettent l'infection. Les mesures de distanciation non pharmacologiques ont un effet comparable si elles sont appliquées à l'ensemble de la population ou seulement aux individus non vaccinés. Parmi toutes ces interventions considérées, inclus les tests antigéniques répétés et les mesures non pharmacologiques (masques, exclusions, etc.), la vaccination des non-vaccinés est la plus efficace et de loin la moins chère. Vacciner les enfants est important pour les protéger des effets délétères des mesures non pharmacologiques telles que la fermeture des écoles.

Les analyses de sensibilité montrent que les variables affectant de manière critique la

vague de cet automne sont l'infectivité du virus (mesurée par leur  $R_0$  variant de 3 à 5, le variant Delta (indien) pouvant même atteindre un  $R_0$  plus élevé, de l'ordre de 7), et donc la prévalence des variants de transmissibilité et le taux de vaccination des adolescents.

Les auteurs concluent que les stratégies pour contrôler la vague automnale devraient prendre en compte les modifications de l'épidémiologie de SARS-CoV-2 conférées par une vaccination partielle de la population. En bref, surtout face à des variants de transmissibilité augmentée, il est critique d'atteindre des taux de couverture vaccinale très élevée (presque 100%) dans les populations à risque et aussi élevées que possible (par exemple, 50%) dans les tranches d'âge plus jeunes qui joueront un rôle important dans la transmission. À défaut, il faudra remettre en vigueur des mesures de distanciation. Les imposer à l'ensemble de la population n'aura pas plus d'effet que de les imposer aux individus non vaccinés, d'où l'intérêt d'un certificat COVID pour les vaccinés.

**Commentaire:** Si ce modèle a été utilisé pour prédire les événements de l'automne dans la population française, le taux de couverture vaccinale en Suisse sera proche des valeurs utilisées dans ce travail, de sorte que ses conclusions sont valides pour la Suisse aussi.

Ces modélisations sont imparables: nous serons cet automne encore à risque d'une vague épidémique de la taille des plus grandes que nous avons déjà éprouvées, compte tenu de la couverture vaccinale qui sera alors probablement atteinte et de la transmissibilité des variants. Pour la prévenir, nous ne pouvons que fortement encourager la vaccination, dans toutes les tranches d'âge! À défaut, il faudra réinstaurer des mesures de distanciation. Qu'on les impose à l'entier de la population plutôt qu'aux seuls non vaccinés ne freinera pas plus l'épidémie.

On a beaucoup glosé sur la nécessité éthique de maintenir la vaccination comme un acte volontaire, laissant le choix à l'individu.

La sortie de la crise tient à l'initiative des individus qui ont accepté, d'ailleurs sur la base d'un rapport risque/bénéfice très favorable, de se faire vacciner. La modélisation montre qu'au niveau sociétal, il conviendrait d'encourager un maximum d'individus de toutes les classes d'âge de se faire vacciner, plutôt que de laisser un attentisme se développer, basé sur le calcul pas très solidaire de compter sur le bénéfice du vaccin dans la population sans en assumer les risques ou inconvénients, si modestes soient-ils, à titre personnel.

Même chez les jeunes, ce rapport est largement favorable, si on tient compte de la prévention du COVID-19 long au niveau individuel et du bénéfice à préserver l'enseignement en présence pour l'ensemble des enfants.

On pourrait aussi argumenter à propos de valeurs éthiques comme la solidarité: comment protéger les individus avec contre-indications et conditions immunosuppressives qui ne peuvent bénéficier du vaccin?

Si objectivement les mesures de distanciation imposées aux vaccinés ne contribuent pas au contrôle de l'épidémie, pourquoi ne pas les en dispenser au moyen du certificat COVID et en faire une motivation à la vaccination? Ou alors faut-il baser des mesures de protection inutiles sur le refus d'une discrimination entre des individus qui assument la solution à la crise et ceux qui la refusent?

Bientôt un siècle et demi après les travaux de Louis Pasteur établissant la possibilité dans quelques maladies infectieuses vétérinaires et humaines de dissocier virulence et immunogénicité, ouvrant la voie au large développement des vaccins, il est amer de constater que nous disposons des moyens de terminer la pandémie, mais que les vaccino-scepticismes, les complotismes et autres délires irrationnels menacent de faire dérailler ce but hautement souhaitable. Cette réflexion a un caractère urgent: de nombreux acteurs de la vie économique ne survivraient pas aux mesures nécessaires à la mitigation d'une quatrième vague. De plus, la possibilité de variants non seulement de transmissibilité, mais aussi d'échappement immunitaire, expose à de nouvelles vagues contre lesquelles l'efficacité des vaccins pourrait diminuer. La probabilité d'une telle évolution augmente avec la taille des populations semi-immunes (après une dose de vaccin ou plusieurs mois après un COVID, par exemple) dans lesquelles la sélection de variants d'échappement immunitaire est favorisée par l'immunité partielle. Il faut terminer la pandémie, le plus vite possible, en vaccinant le plus possible!

Bosetti P, et al. Manuscrit en préparation, version déposée dans LES ARCHIVES DE L'Institut Pasteur, HAL Id: pasteur-03272638 <https://hal-pasteur.archives-ouvertes.fr/pasteur-03272638>

## PASCAL MEYLAN

Professeur honoraire  
Faculté de biologie et de médecine  
Université de Lausanne, 1015 Lausanne  
[pascal.meylan@unil.ch](mailto:pascal.meylan@unil.ch)