



Déclin record de la 9^{ème} vague. Et les suivantes?

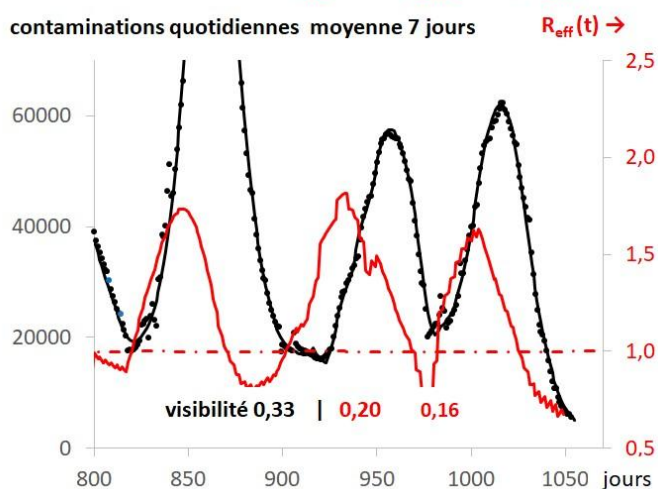
<https://corona-circule.github.io/lettres/>

La neuvième vague a spectaculairement décliné en France et dans l'Union Européenne. Mais le contexte mondial reste redoutable avec une véritable soupe aux virus. Doit-on s'en inquiéter? Et peut-on en rire? Ces deux suggestions de lecture de nature très différente alimenteront vos réflexions et vos discussions :

[Le variant Covid XBB 1.5 doit-il faire peur à la France ? \(journaldesfemmes.fr\)](http://journaldesfemmes.fr)

[COVID-19 : dans le maquis des variants et sous-variants d'Omicron – Réalités Biomédicales \(lemonde.fr\)](http://lemonde.fr)

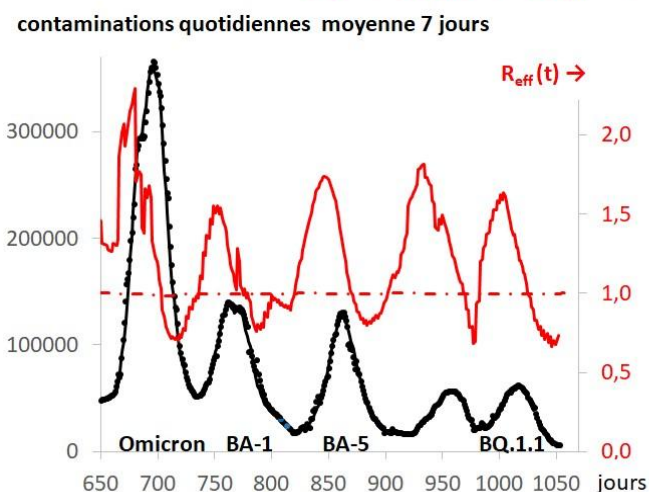
France 17/01/23 SIR-tcc vac $\rho_{dc} = 0,9$ $\rho_{cont} = 0,6$ $\rho_{Omi} = 0,2$



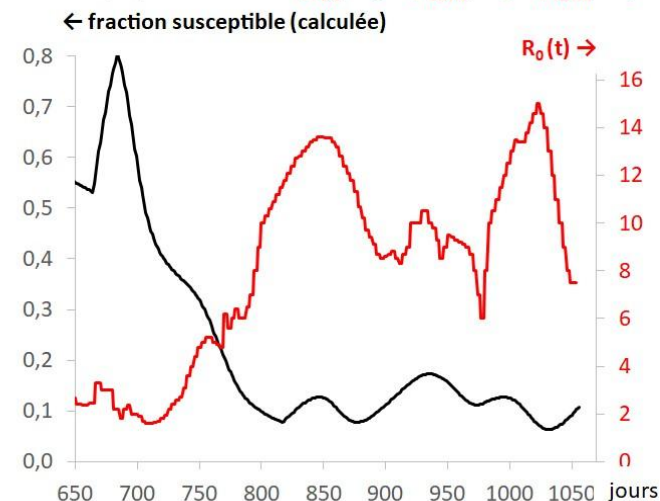
Le déclin des contaminations de la 9^{ème} vague se poursuit à une vitesse record qui confirme l'accélération de la dynamique de la pandémie sous l'effet de variants de plus en plus contagieux. Cependant, les résultats présents ne nous satisfont pas totalement à cause de la décroissance remarquable du taux de base R_0 (figure ci-dessous), difficile à expliquer dans un contexte national de pandémie qui n'a pas évolué depuis le début de l'hiver, et dont les valeurs communément admises pour le présent variant sont dans l'intervalle 10-18. Cependant les incertitudes sur la transmission des données de contamination (grève des laboratoires privés) pourraient contribuer à cette baisse record.

Dans la précédente lettre nous avons envisagé d'augmenter le flux d'échappement continu des Guéris vers les Susceptibles. Or c'est le contraire qu'il faudrait faire maintenant afin d'éviter la chute brutale de $R_0(t)$ finalement observée. En fait ce flux correspond aux personnes arrivées à la fin de leur période d'immunité et devrait être modulé en fonction des données passées de la pandémie ; nous devons en tenir compte, ultérieurement. On notera que la remontée de la fraction susceptible pourrait être amplifiée par la réduction du flux de retour vers S.

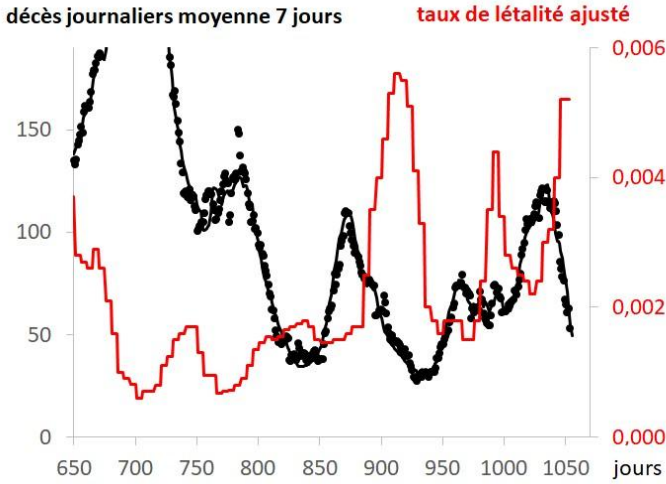
France 17/01/23 SIR-tcc vac $\rho_{dc} = 0,9$ $\rho_{cont} = 0,6$ $\rho_{Omi} = 0,2$



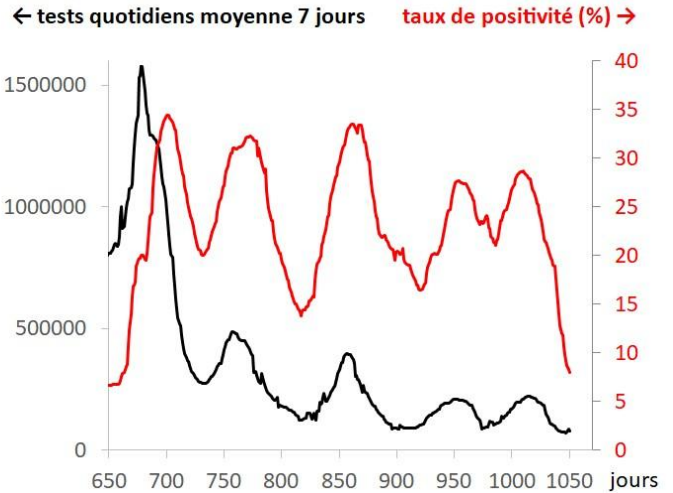
France 17/01/23 SIR-tcc vac $\rho_{dc} = 0,9$ $\rho_{cont} = 0,6$ $\rho_{Omi} = 0,2$



France 17/01/23 SIR-tcc vac $\rho_{dc} = 0,9$ $\rho_{cont} = 0,6$ $\rho_{Omi} = 0,2$



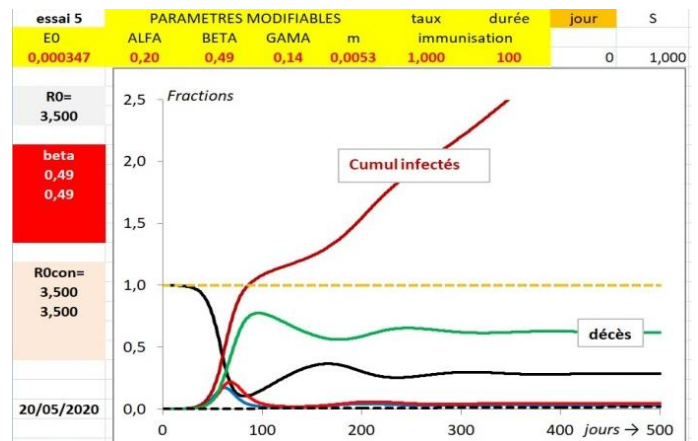
France 14/01/23 données brutes



La remontée ultime du taux de létalité ajusté (figure de gauche ci-dessus) nous paraît aussi sujette à caution. Des essais de calcul direct du taux de létalité apparent (à partir des données brutes et non présentés ici) montrent que l'amplitude des derniers pics est très sensible à la valeur du délai pris entre le jour de la contamination et celui du décès (14 jours jusqu'ici). Un délai plus long (21 jours) permettrait d'effacer ce dernier pic. *Nous pourrions améliorer le logiciel actuel en introduisant des délais différents pour le décès et la guérison.* Sur la figure de droite, le taux de positivité des tests a spectaculairement décliné, et laisse présager la poursuite du déclin de la présente vague.

Et après ? Nous avons suggéré dans la dernière lettre que la remontée du réservoir de personnes susceptibles, due à la « fuite » $R \rightarrow S$ représentant les pertes d'immunité, prépare le retour de futures vagues.

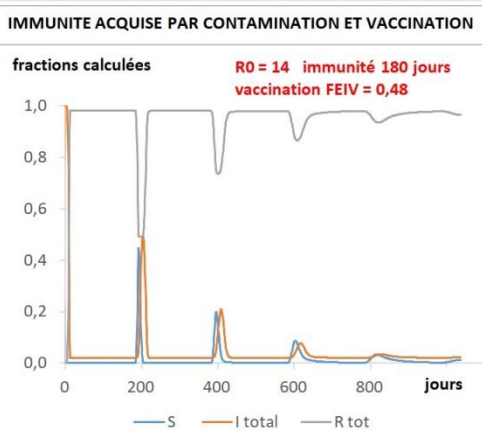
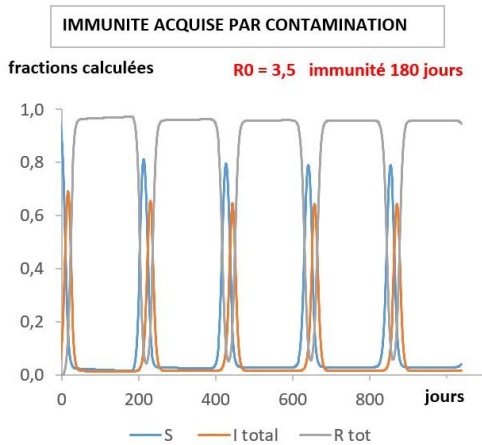
Pour préciser cette idée, nous avons réalisé des simulations tenant compte de manière plus réaliste de la perte d'immunité. Pour commencer, nous rappelons que dès le début de cette chronique (lettre n° 5) nous avons produit une première simulation des conséquences d'une durée limitée de l'immunité dans une variante SEIR du modèle SIR entièrement probabiliste. Le résultat est reproduit sur la figure ci-jointe avec une durée moyenne d'immunité fixée à 100 jours (et la faible valeur $R_0 = 3,5$). L'évolution calculée comportait un léger rebond suivi d'une stabilisation.



Cependant le modèle utilisé (SIR) souffrait d'une erreur basique concernant le caractère du processus de guérison, $I \rightarrow R$ supposé probabiliste alors qu'en réalité il est déterministe, après un temps constant de contagiosité. La correction a été faite à l'occasion de notre lettre 24, le modèle devenant alors **SIR-tcc** (temps de contagiosité constant). Nous introduisons, selon la même logique de calcul, un temps d'immunité fini et constant, précédant le retour $R \rightarrow S$. Cette nouvelle variante sera donc un SIR à temps de contagiosité et d'immunité constants (**SIR-tcic**).



Pour simplifier ce premier essai, nous avons délaissé les effets de décès et d'immunité vaccinale, ce qui conduit au schéma simplifié ci-contre. Les résultats (page suivante) confirment la présence de rebonds successifs mieux affirmés que dans la modélisation précédente. Celle-ci avait l'inconvénient de conduire à une distribution des temps de guérison (et donc ici des durées d'immunité) qui avait le défaut d'étaler la dynamique de la simulation.



D'autres essais ont confirmé que l'augmentation du taux de base accélère bien la dynamique de la pandémie en réduisant la durée des vagues successives, mais sans effet notable sur leur période qui est liée, pour l'essentiel, à la durée de l'immunité acquise à chaque vague.

Revenant à l'historique de la pandémie (courbe des contaminations journalières, en bas de la première page), on notera que les vagues se sont succédé environ tous les 3 mois, sauf la dernière survenue 2 mois après la précédente. Cette période correspond-elle au temps d'immunité ? Les experts médicaux suggèrent que le temps d'immunité pourrait varier de 3 à 6 mois, selon l'âge. Il serait logique que ce soit la population la plus fragile, c'est-à-dire celle dont le temps d'immunité est le plus court, qui donne le rythme de ces vagues successives. Nous devons donc introduire cette complexité dans la suite de notre travail de simulation, sans perdre de vue que l'arrivée de nouveaux variants pourra modifier les conditions d'immunité.

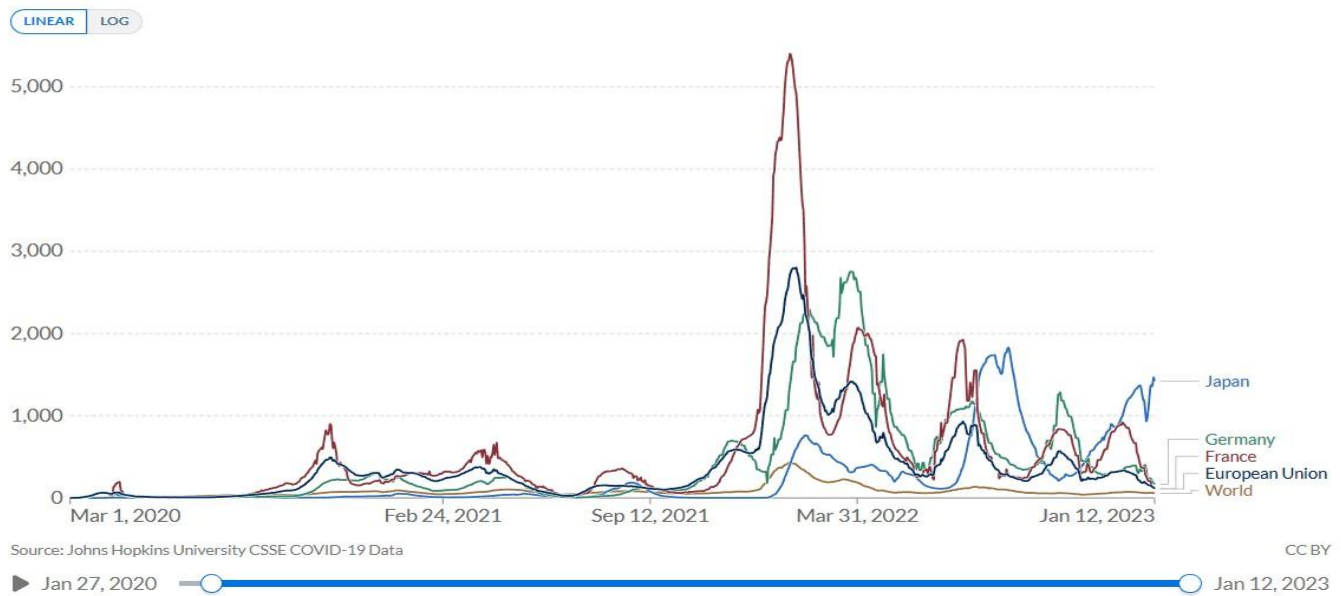
Pour éviter le retour de ces vagues successives il est nécessaire de procéder au rappel de vaccination des personnes du réservoir R avant la fin de leur période d'immunité. Nous avons complété cette simulation en introduisant une fraction efficacement immunisée par vaccination (FEIV) associée aux personnes dont la vaccination de rappel est à jour. Ici on a pris un taux de vaccination de 80 % et un taux d'efficacité du vaccin de 60%, conduisant à $FEIV = 0,48$. Seule la fraction $R \times (1 - FEIV)$ retourne vers le réservoir S. On voit que les vagues successives sont réduites en proportion directe de cette fraction efficacement vaccinée.

Et finissons par l'habituel tour d'horizon, malheureusement encore incomplet (la Chine...).

Daily new confirmed COVID-19 cases per million people

7-day rolling average. Due to limited testing, the number of confirmed cases is lower than the true number of infections.

Our World in Data



Gardons de bons réflexes de protection... Et poursuivons notre activité de veille... Bonne année quand même !

Mathilde VARRET, Chargée de Recherche INSERM (Génétique, Biologie) Hôpital Bichat,

François Xavier Martin, Ingénieur, Membre du Comité Editorial de la Revue des Alumni de l'Ecole Polytechnique

François VARRET, Physicien Professeur Emérite à l'Université de Versailles Saint-Quentin.