

Éléments de réflexion sur l'évaluation des stratégies de contrôle épidémique

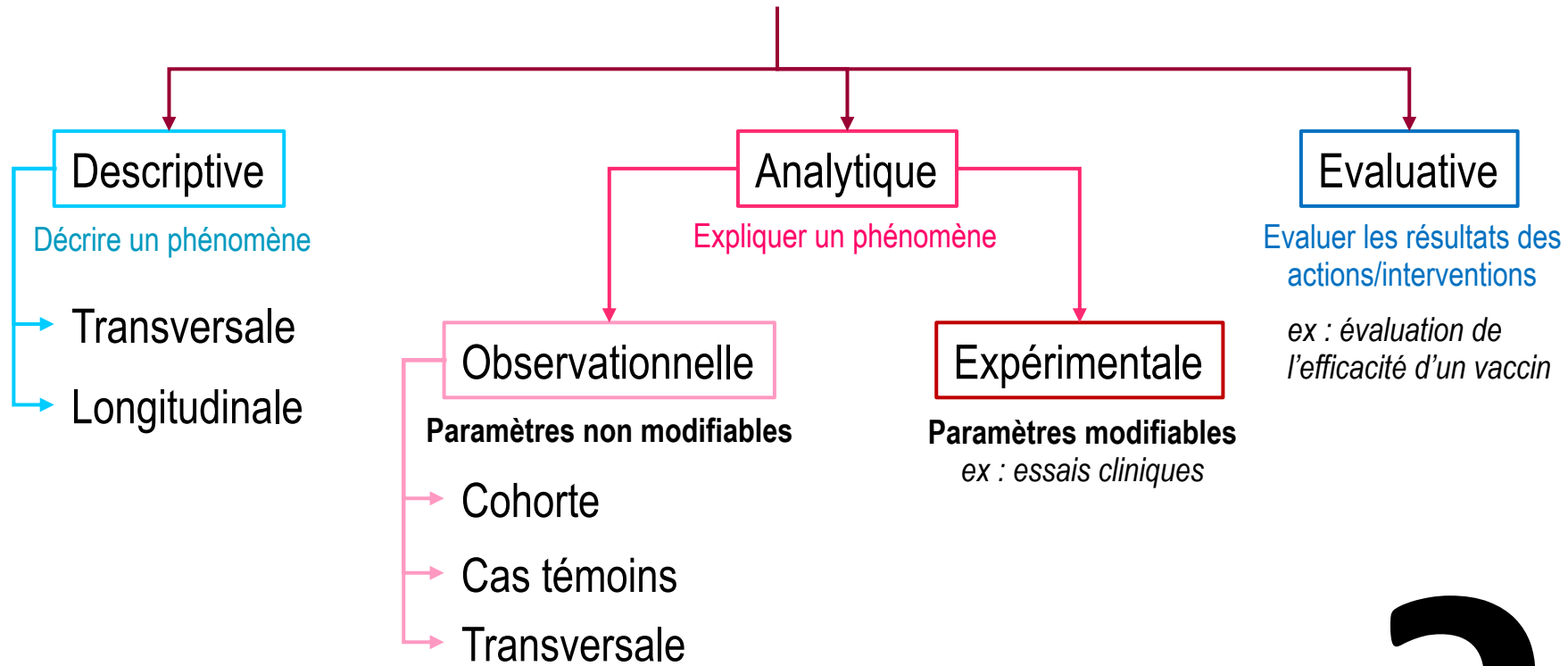
Pascal Crépey, EHESP

17 juin 2021

Questions ?

- Quel est l'impact de la fermeture des écoles ?
- Quel est l'impact du port du masque ?
- Quel est l'impact du couvre-feu ?
- Quel est l'impact du confinement ?
- Quel est l'impact de la vaccination ?

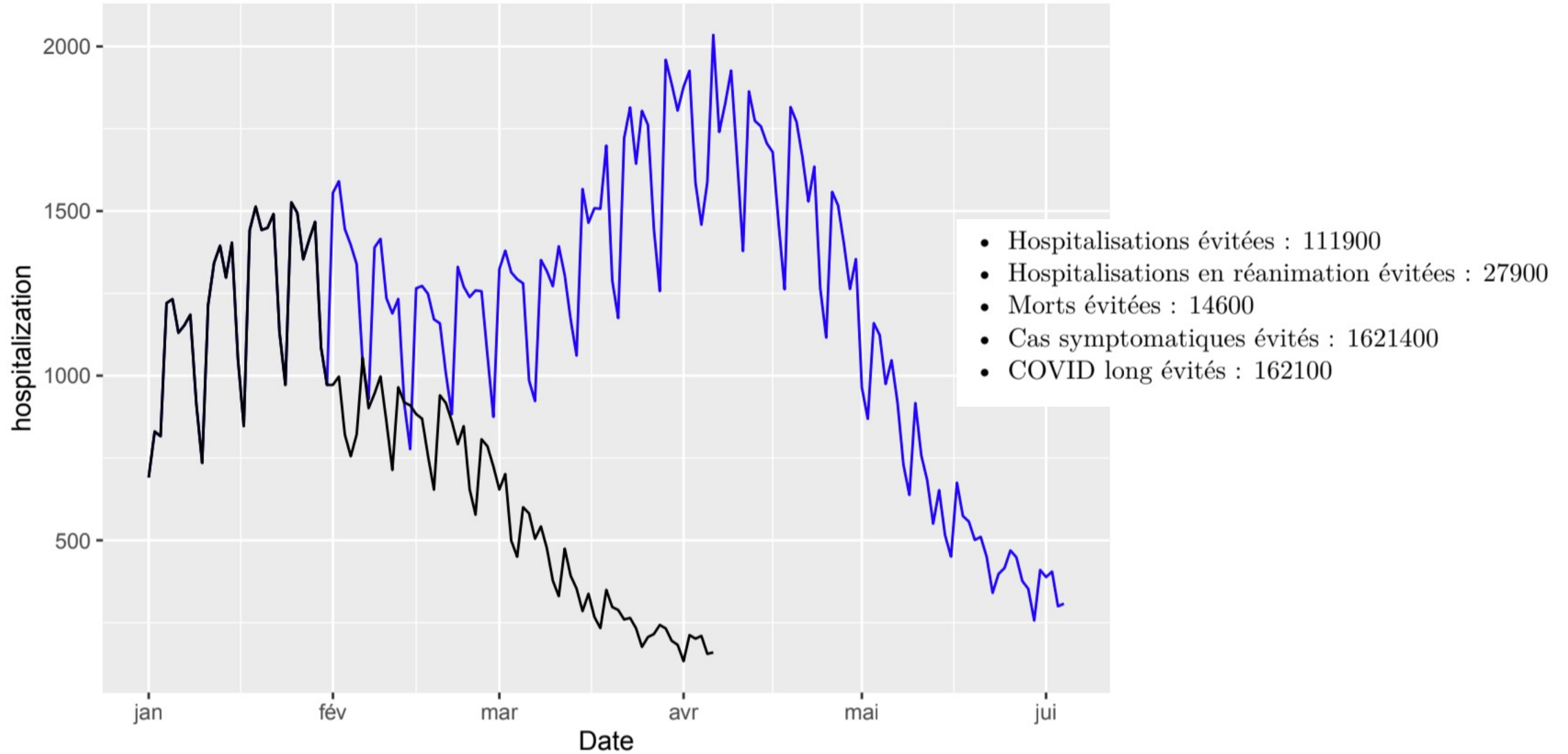
Principaux types d'études épidémiologiques classées selon l'objectif



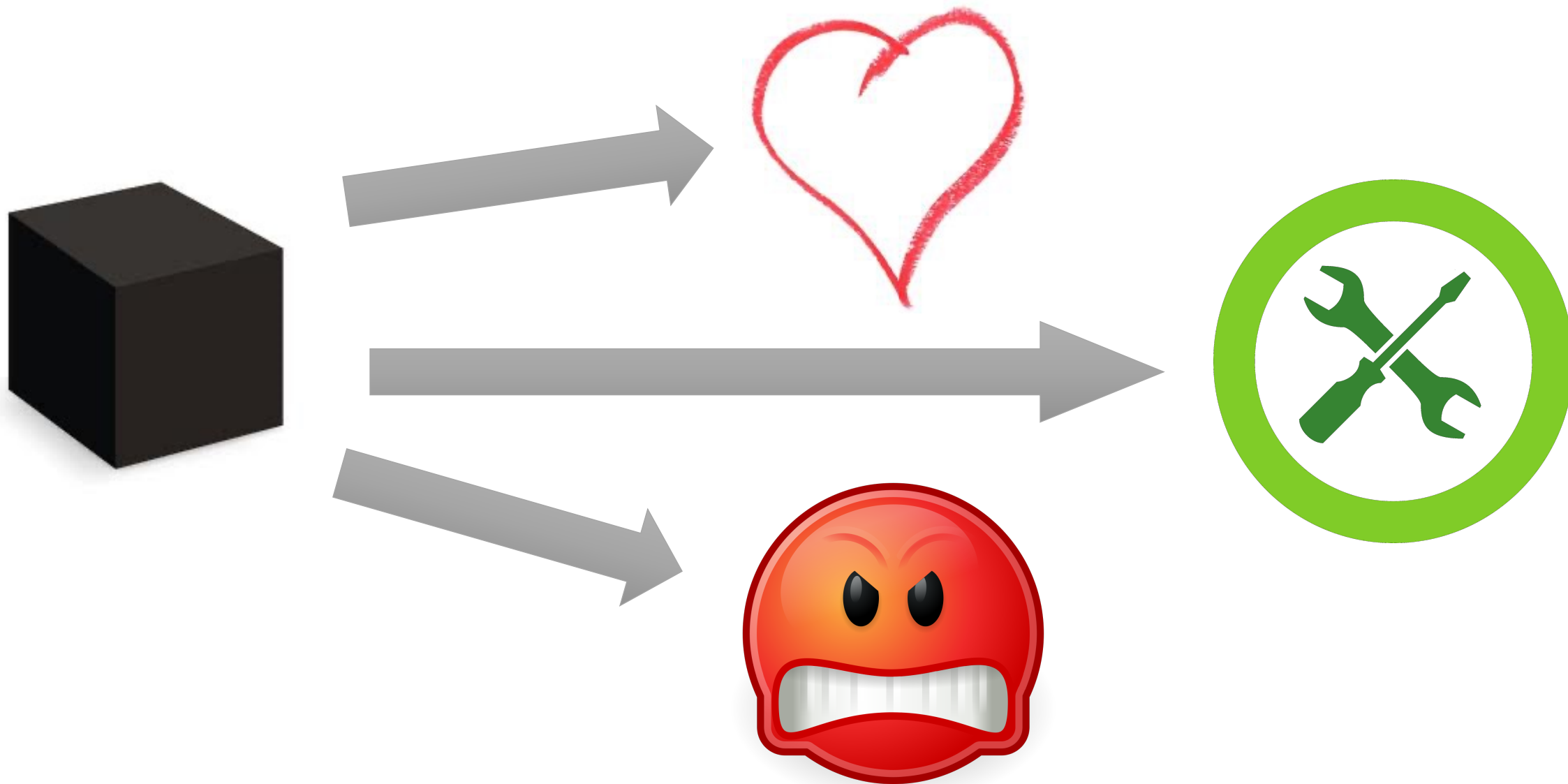
Exemple analyse du « Monde » (à paraître)

- Et si le 3eme confinement avait eu lieu en février plutôt qu'en avril ?

Hospitalisations



Les sentiments vis à vis des modèles



A quoi sert un modèle de transmission dans une épidémie ?

Assembler les différentes pièces du puzzle afin de :

- Estimer les paramètres cachés de l'épidémie
 - Taux de transmission, R_0 , ...
- Informer sur la dynamique actuelle, passée et future de l'épidémie
 - Nombre de cas (y compris asymptomatique), seroprévalence, nombre de lits d'hôpitaux nécessaires, etc...
- Optimiser les mesures de contrôle de l'épidémie
 - Impact d'une stratégie de test, d'un confinement, d'un couvre feu, etc...

Premier exemple: impact du
confinement

Modèle "EHESP" transmission du SARS-CoV-2

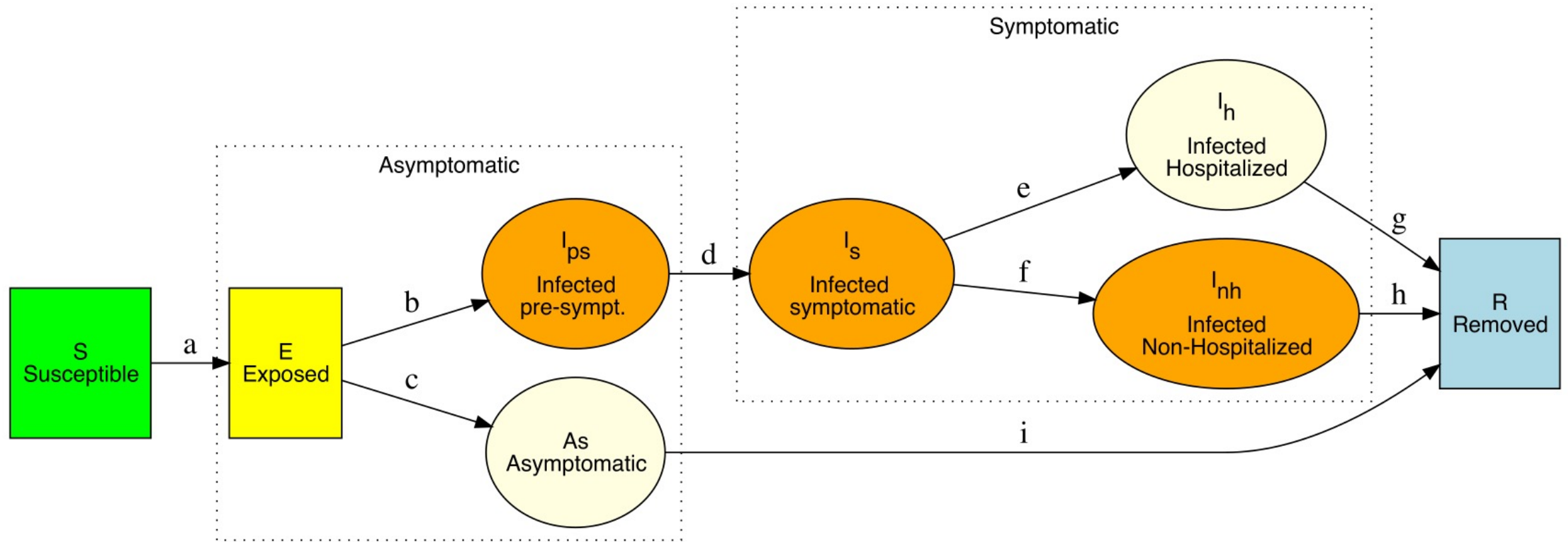


Figure 1: Diagram of the SARS-CoV-2 epidemiological model.

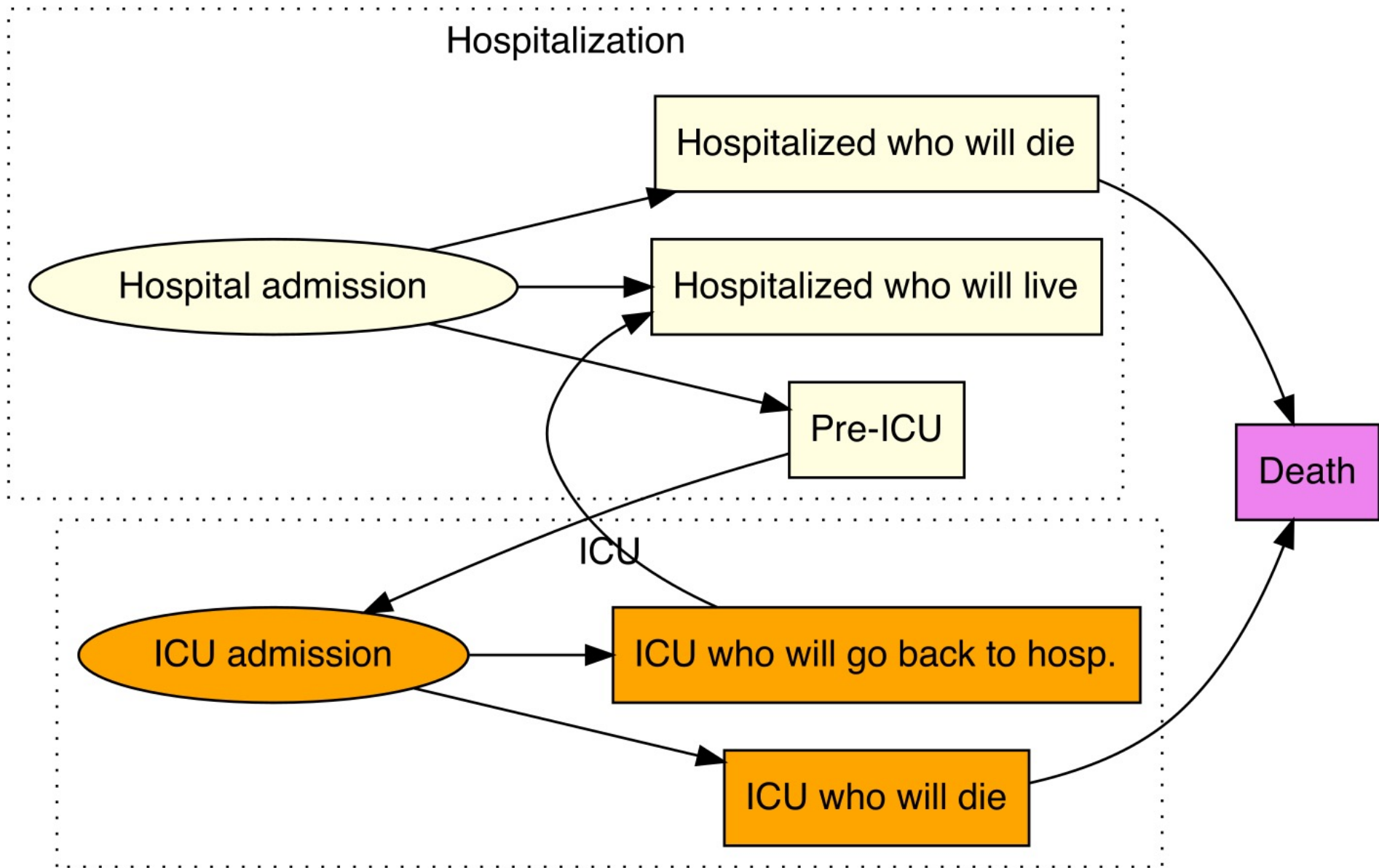


Figure S2: Diagram of hospitalized COVID-19 patient care pathways.

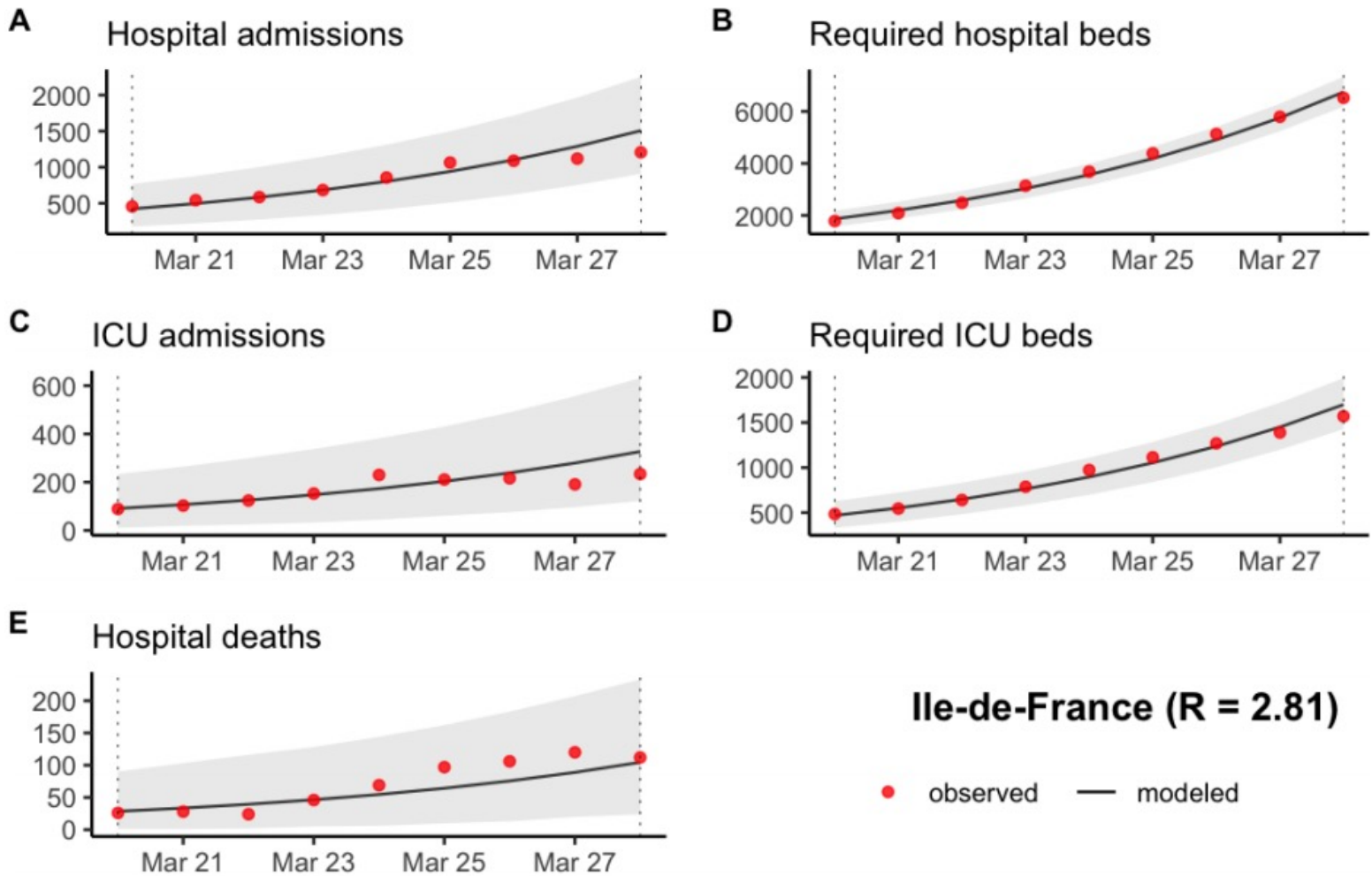
COVID-19: One-month impact of the French lockdown on the epidemic burden

Jonathan Roux^{1*}, Clément Massonnaud^{1,2*}, Pascal Crépey^{1†}

2020-04-22

¹ Univ Rennes, EHESP, REPERES « Recherche en Pharmaco-Epidémiologie et Recours aux Soins » – EA 7449, 15 avenue du Professeur-Léon-Bernard, CS 74312, 35043 Rennes, France. ² Rouen University Hospital, Department of Biostatistics, 76031 Rouen, France.

<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.22.20075705v1>

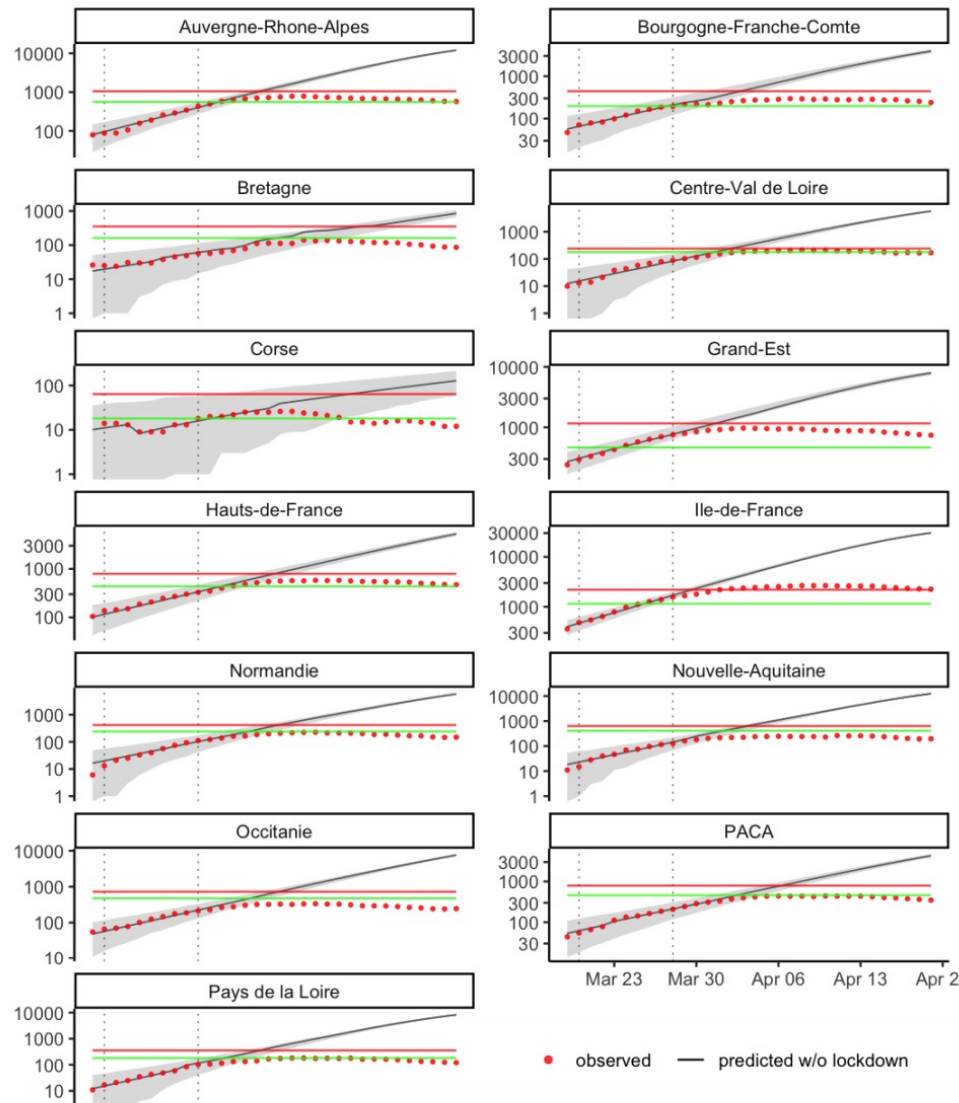


Inférence sur les paramètres de transmission par maximum de vraisemblance sur la période « pré-confinement »

Figure 2: Prediction of (A) the number of new hospitalizations, (B) the number of required hospitalization beds, (C) the number of new ICU admissions, (D) the number of required ICU beds and (E) the number of new hospital deaths in Ile-de-France between March 20 and March 28 2020. The grey ribbon represents the 95% prediction interval.

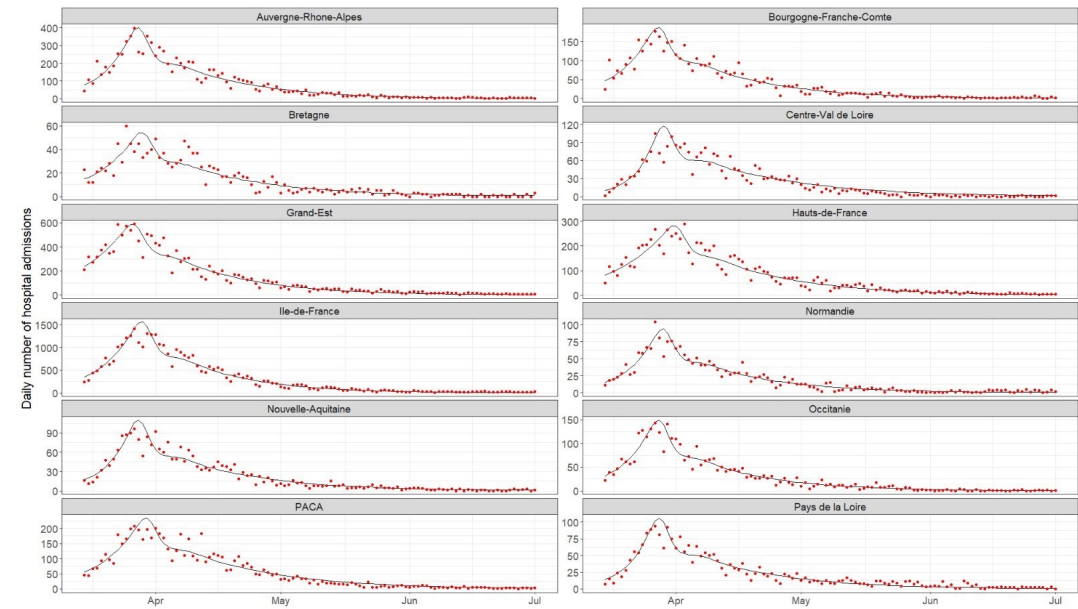
Différence entre simulations « sans confinement » et observation

- Raisonnement contre-factuel où le scénario contre-factuel est issu d'un modèle de transmission
- Avantage: Pas besoin d'estimer l'impact du confinement sur la transmission
- Sur un mois: 60 000 morts évités, etc...



Dans le détail, par région...

Region	R before lockdown [95%CI]	R during lockdown [95%CI]
GES	2.13 [1.91-2.38]	0.78 [0.68-0.89]
IDF	2.66 [2.45-2.88]	0.74 [0.67-0.81]
BFC	2.60 [2.28-2.96]	0.70 [0.60-0.82]
ARA	2.97 [2.65-3.32]	0.69 [0.60-0.78]
CVL	4.17 [3.44-5.03]	0.75 [0.60-0.92]
HDF	1.96 [1.79-2.13]	0.73 [0.65-0.81]
PAC	2.32 [2.07-2.60]	0.74 [0.64-0.84]
PDL	3.54 [2.94-4.26]	0.68 [0.55-0.84]
NOR	2.97 [2.55-3.44]	0.65 [0.55-0.78]
OCC	2.79 [2.44-3.19]	0.64 [0.54-0.74]
NAQ	3.29 [2.74-3.94]	0.67 [0.54-0.82]
BRE	2.26 [1.85-2.74]	0.69 [0.54-0.85]



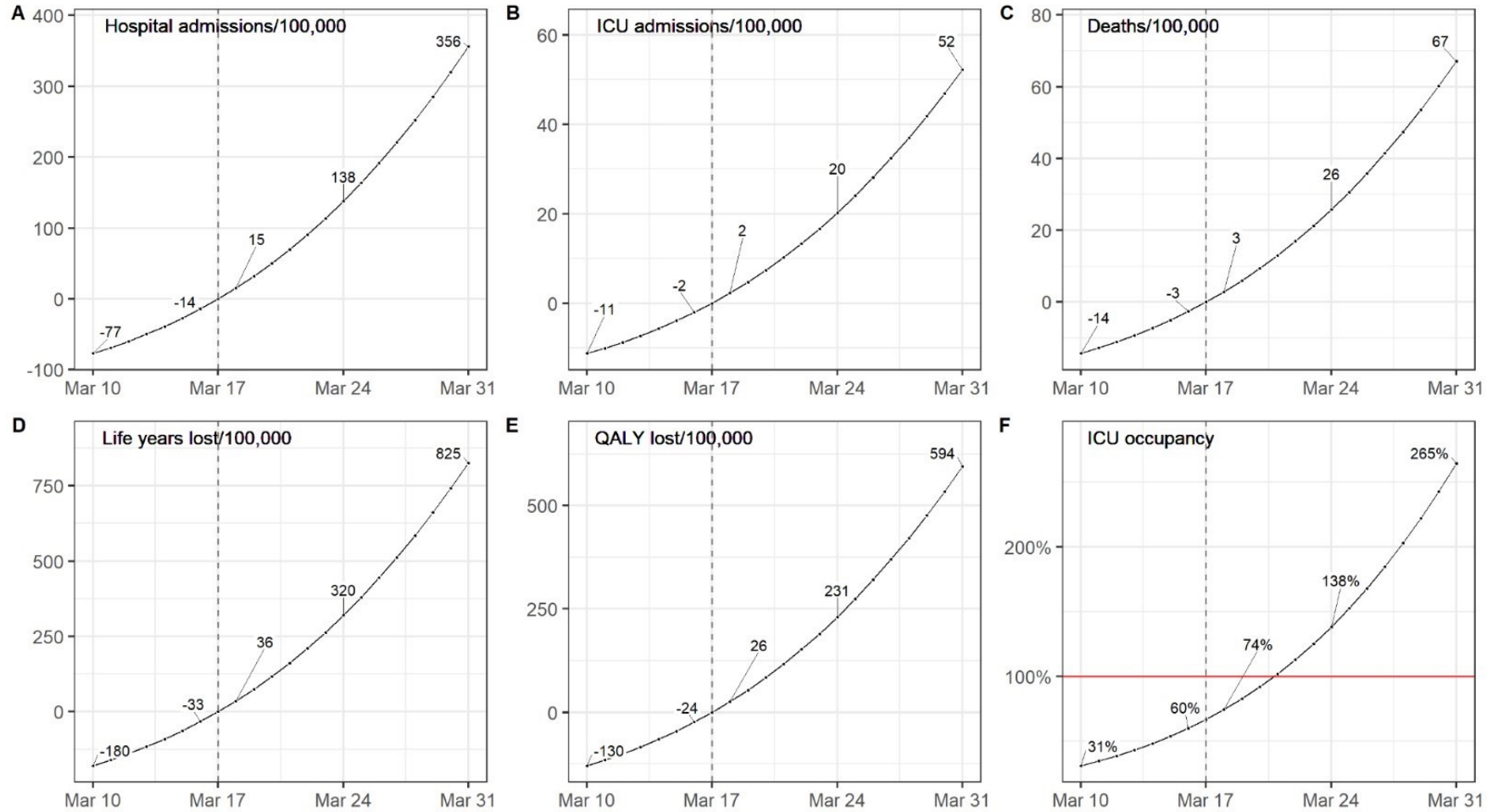
On estime la réduction des contacts nécessaires pour reproduire les observations

L'impact du « confinement » peut s'exprimer en « modification » du nombre de reproduction R

Ce qui permet de comparer à d'autres scénarios contrefactuels

Quel est l'impact d'un changement de date du confinement ?

Confinement national entre le 10 et le 31 mars 2020

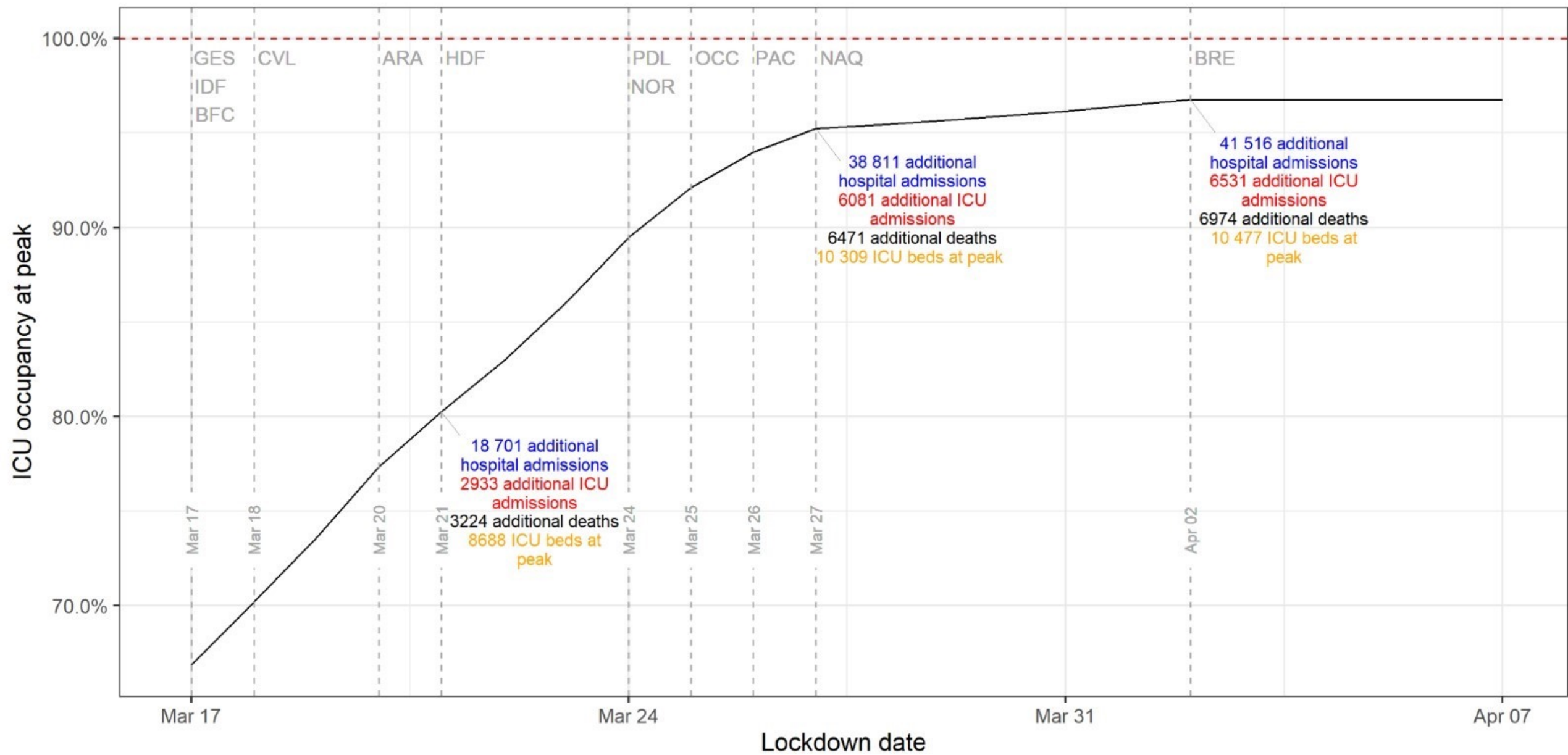


Augmentation exponentielle

Un jour de retard coute plus qu'un jour d'avance ne rapporte...

Confinement par région en fonction de leur état sanitaire

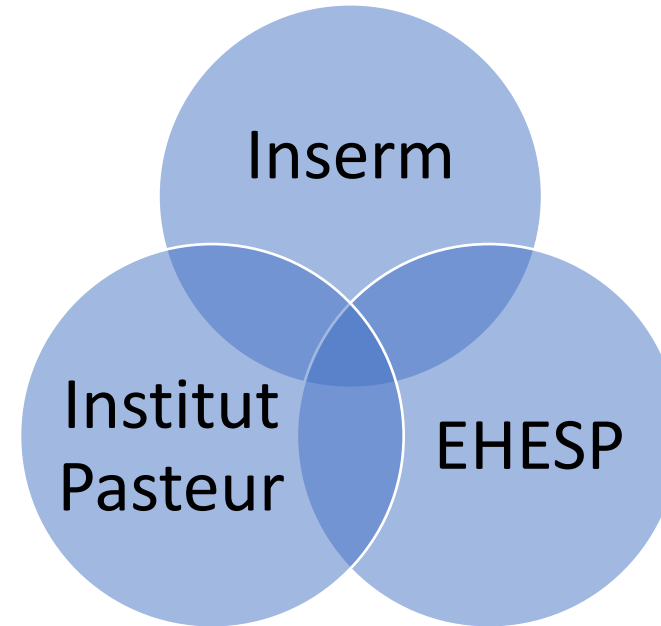
- Chaque région est confinée juste à temps pour éviter un dépassement de ses capacités de réanimation
- Quel impact ?
- Au bout de combien de temps aurions-nous été confinés ?



Deuxième exemple: Impact de la vaccination

Question de la HAS

- Qui faut-il vacciner en priorité ?



Travaux menés par S. Cauchemez et son équipe

Short and medium-term challenges for COVID-19 vaccination: from prioritisation to the relaxation of measures

Cécile Tran Kiem^{1,2}, Clément Massonnaud^{3,4}, Daniel Levy-Bruhl⁵, Chiara Poletto⁶, Vittoria Colizza⁶, Paolo Bosetti¹, Arnaud Fontanet^{7,8}, Amélie Gabet⁵, Valérie Olie⁵, Laura Zanetti⁹, Pierre-Yves Boëlle⁶, Pascal Crépey³, Simon Cauchemez¹

Qui faut-il vacciner en priorité ?

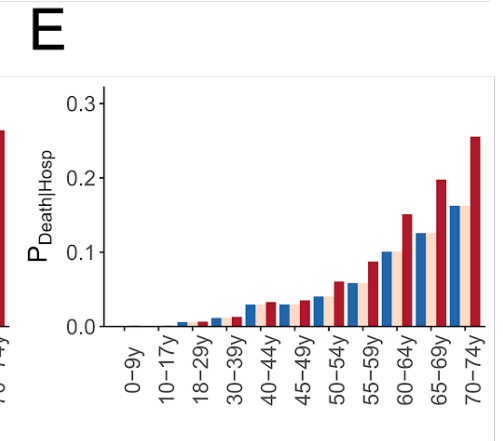
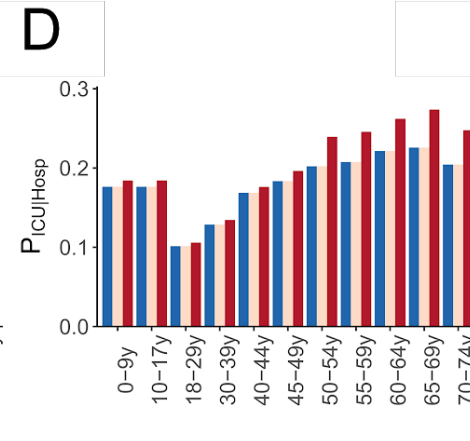
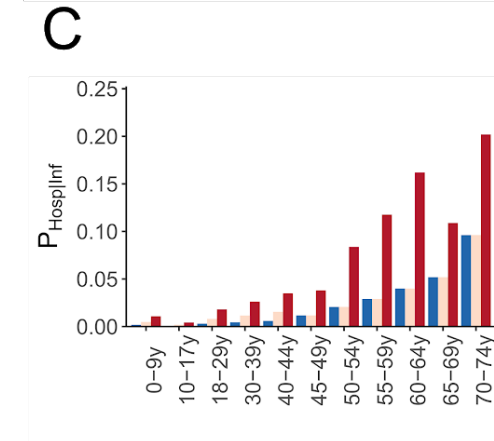
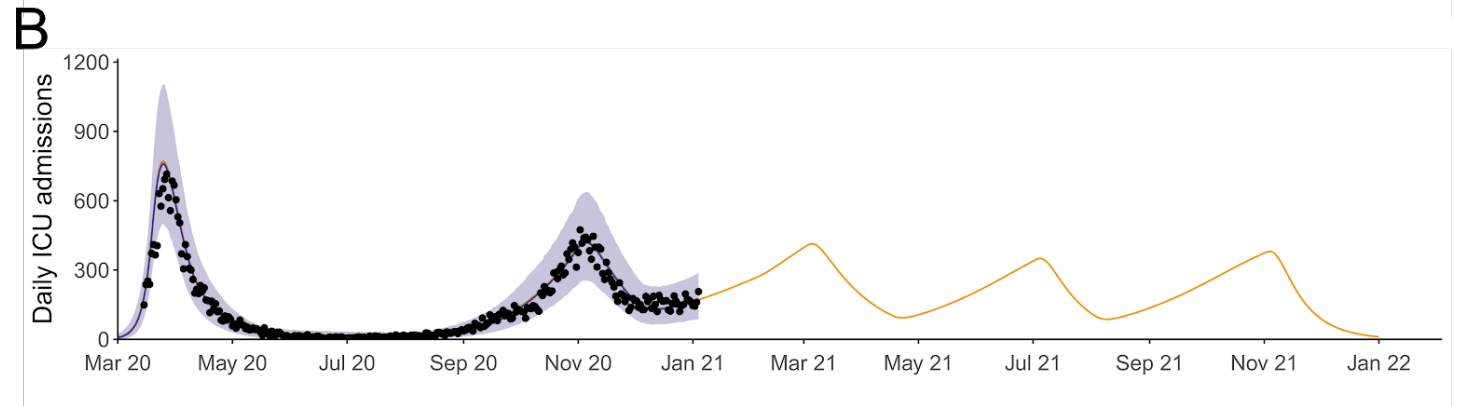
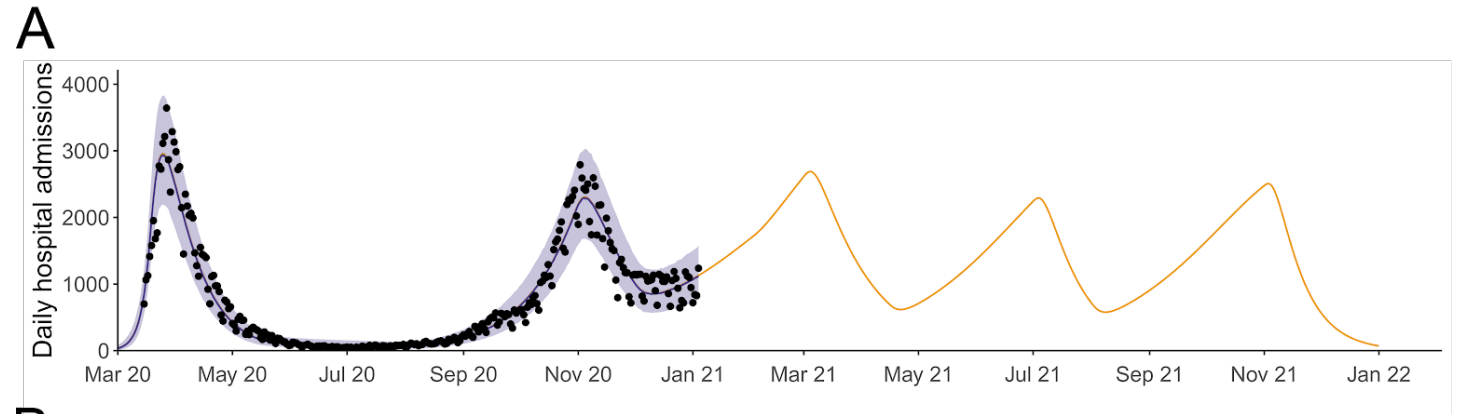
Quelques éléments connus:

- Facteurs de risque
 - Age, comorbidités
- Dynamique inter-âge des transmission (Pasteur)

Quelques inconnues:

- Caractéristiques des vaccins ?
 - Efficacité contre les formes symptomatiques ?
 - Réduction de la transmission ?
 - Réduction de la susceptibilité ?
- Situation épidémiologique des mois à venir ?

Dynamique fictive de l'épidémie

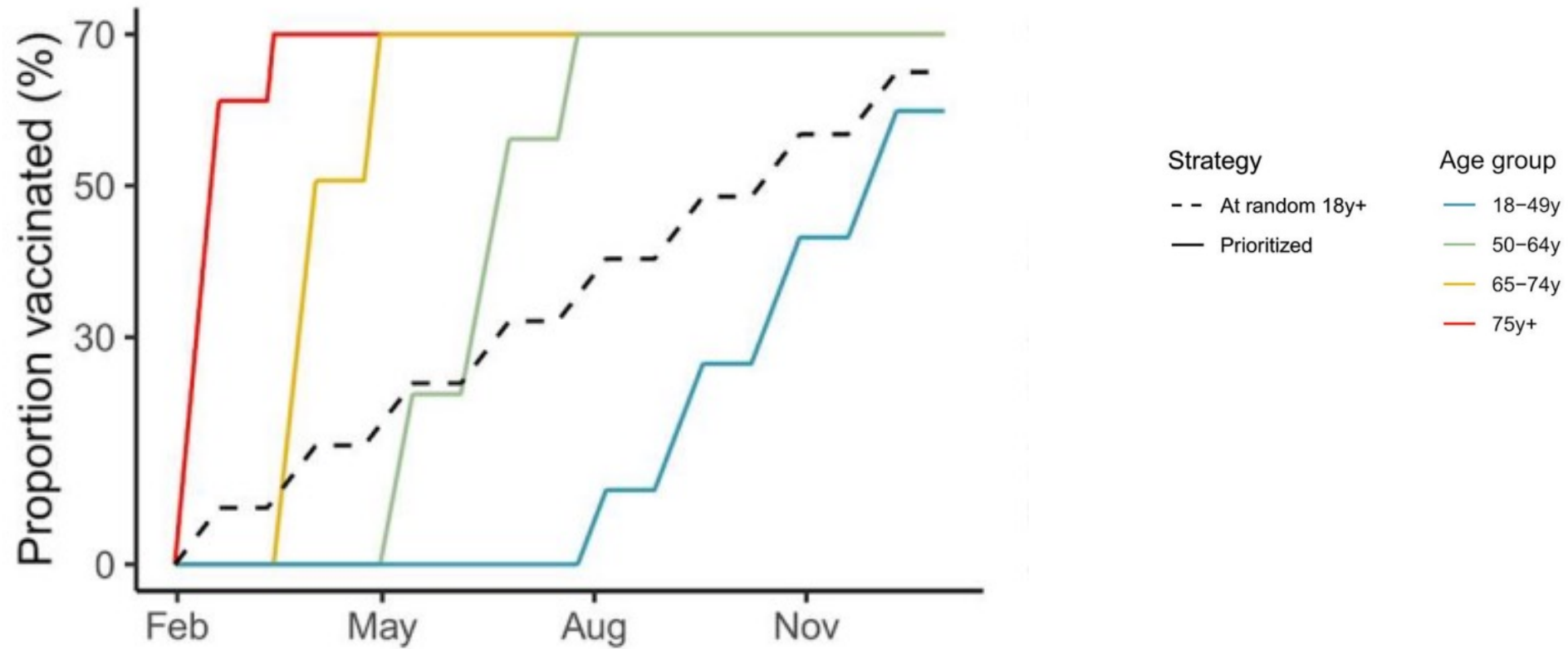


Number of conditions: 0 (blue), 1 (orange), 2+ (red)

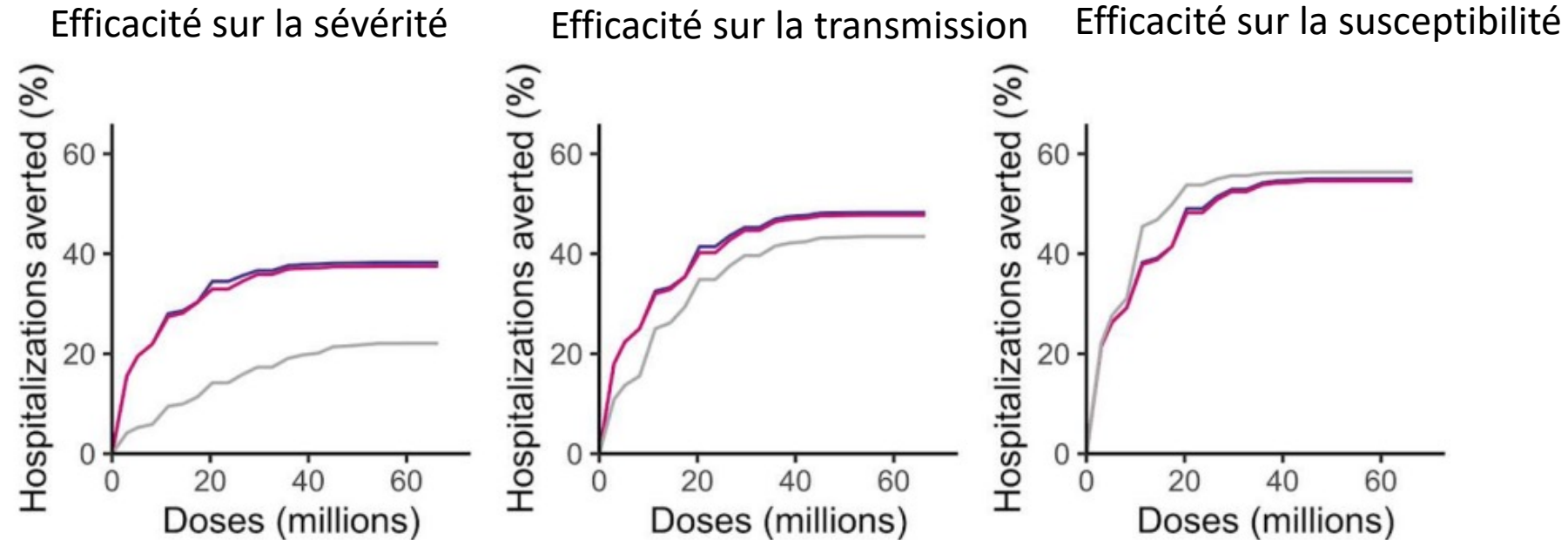
Deux scénarios épidémiologiques A & B:

- Faible intensité
- Forte intensité

Hypothèse sur la couverture vaccinale



Impact des stratégies de vaccination en fonction des caractéristiques d'efficacité

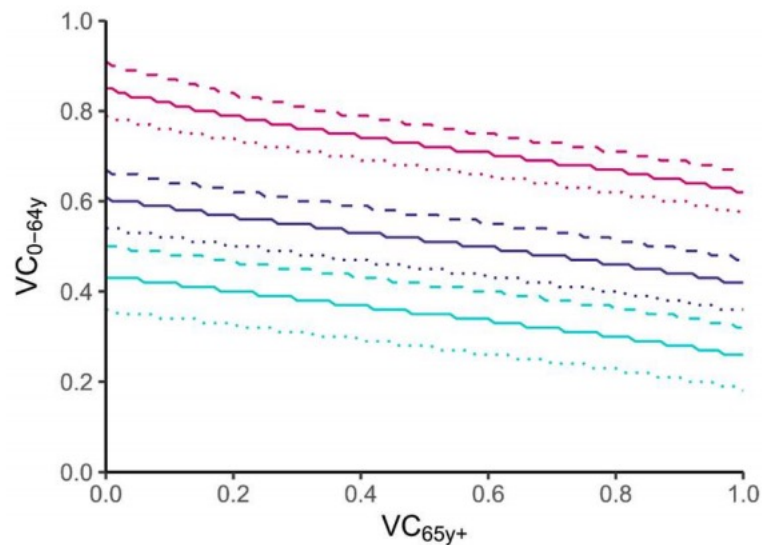
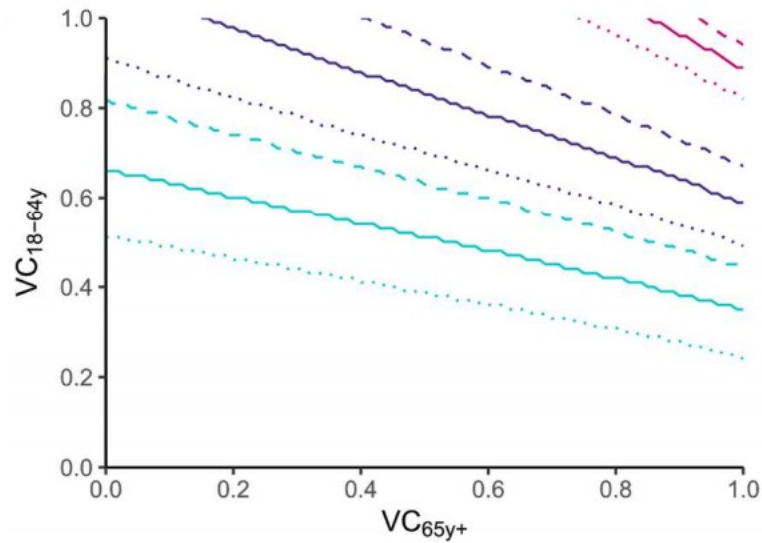


Strategy

- At random 18y+
- Strategy based on age
- Strategy based on age and comorbidity

Si le vaccin protège contre l'infection, les stratégies de priorisation ne sont plus nécessaires.

Combien de gens faut il vacciner ?



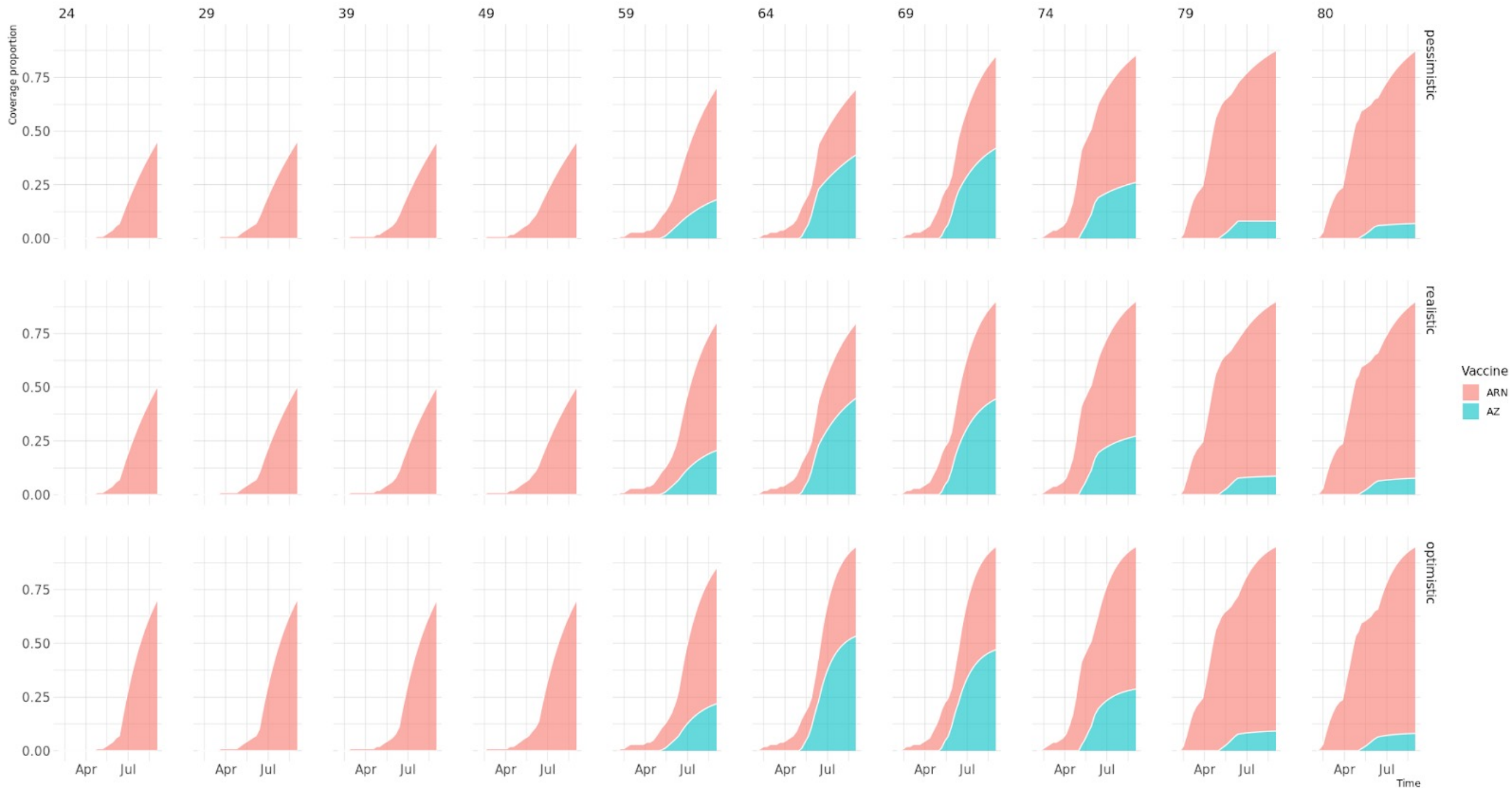
Les lignes indiquent une épidémie limitée à 1000 hospitalisations par jour

Avec un variant « alpha » -> CV >90% des adultes

Ou vaccination des enfants / ado

Et si variant plus
transmissible que alpha ?

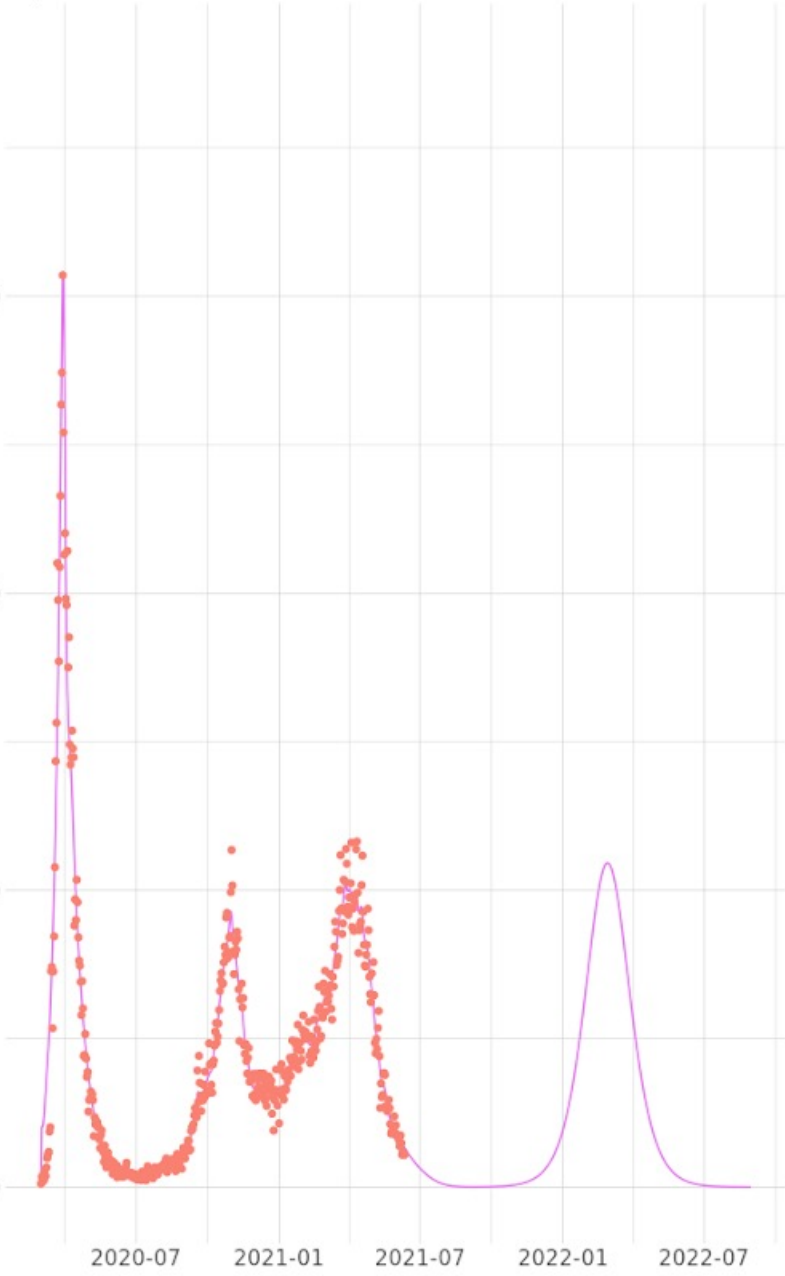
Proportion of the age group's population vaccinated on Sept. 1st, for the 3 scenarios, for Ile-de-France



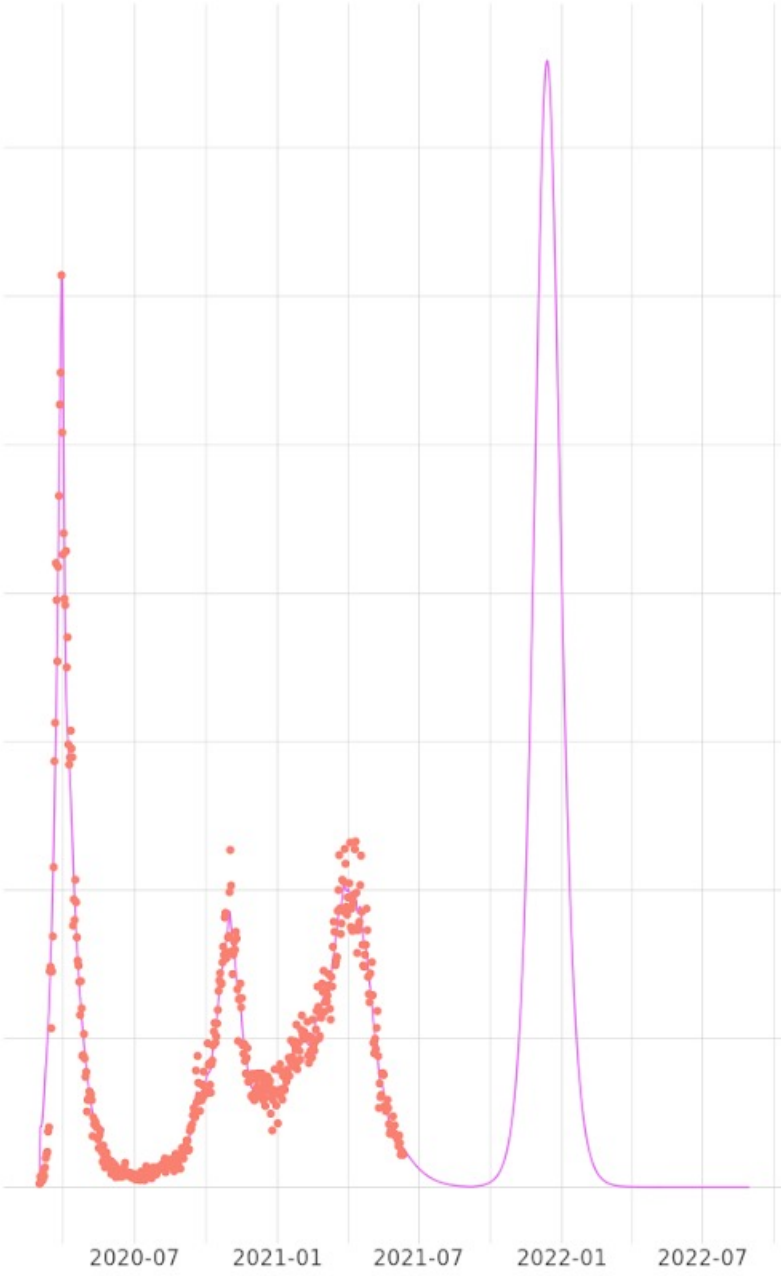
Hospitalizations in IDF per scenario

Hospitalized

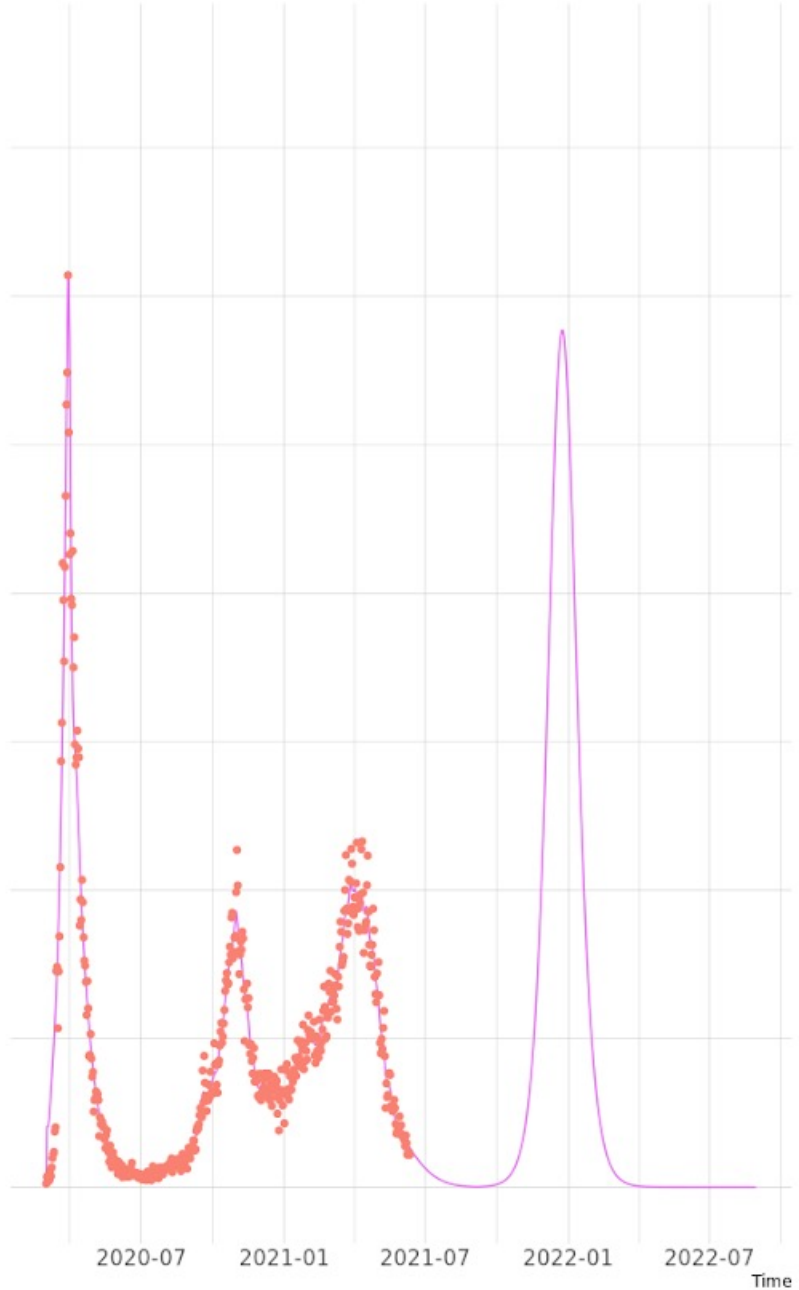
Optimistic



Pessimistic



Realistic



Time

Conclusions

- Les modèles sont des outils d'éclairage de la décision publique
- Mais leurs résultats sont contraints par les « inconnues » et les hypothèses pour les combler celles-ci...
- Faire comprendre cela aux décideurs politiques, aux journalistes et au public est peut-être reste encore un challenge pour les modélisateurs...