

COVID Simulation



P.Mathieu

SMAC Team Lille

<https://www.cristal.univ-lille.fr/gt/i2c/>
prenom.nom@univ-lille.fr

6 mai 2020

Préambule

Modéliser les épidémies : pour faire quoi ?

Aider à comprendre.

Aide à la décision.

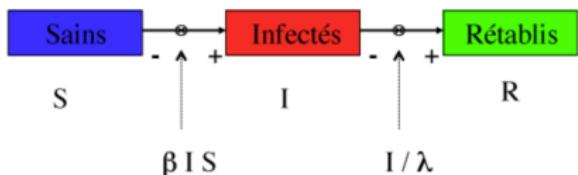
Essayer de répondre aux grandes questions.

- Combien de temps va durer l'épidémie ?
- Combien de personnes seront infectées au cours de la crise ?
- Combien de personnes décèderont au cours de la crise ?
- Combien de personnes doivent être immunisées ?
- Quand mettre en place un ou des confinements ?
- Quelle durée doivent avoir les confinements ?
- Quand arrivera t-on à saturation des hopitaux ?

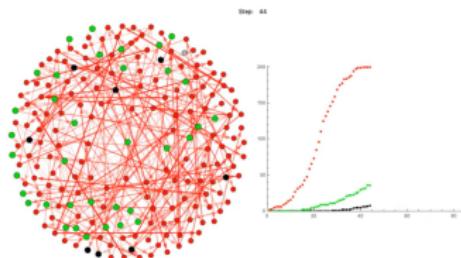
Différentes approches

$$\begin{cases} \frac{\partial S(a, t)}{\partial t} + \frac{\partial S(a, t)}{\partial a} = -\lambda(a, t)S(a, t) - \mu(a)S(a, t) \\ \frac{\partial E(a, t)}{\partial t} + \frac{\partial E(a, t)}{\partial a} = \lambda(a, t)S(a, t) - \alpha(a)E(a, t) - \mu(a)E(a, t) \\ \frac{\partial I(a, t)}{\partial t} + \frac{\partial I(a, t)}{\partial a} = \alpha(a)E(a, t) - \gamma(a)I(a, t) - \mu(a)I(a, t) \\ \frac{\partial R(a, t)}{\partial t} + \frac{\partial R(a, t)}{\partial a} = \gamma(a)I(a, t) - \mu(a)R(a, t) \end{cases}$$

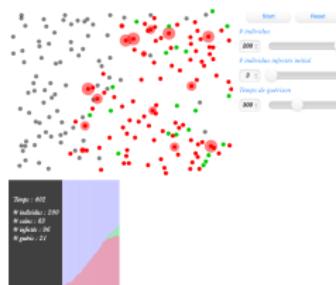
Approche Mathématique



Approche par flux



Approche par réseaux sociaux

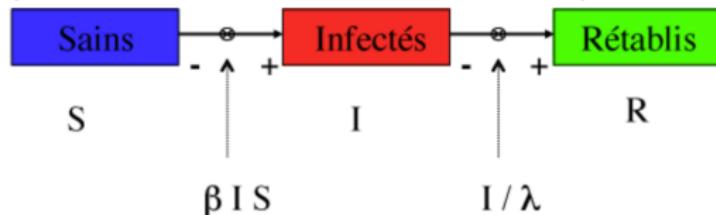


Approche centrée individus

Notre situation actuelle

Notre modèle - notre méthodologie

- Approche par flux (compartiments) "classique" (tout comme Inserm ou Pasteur)



- Prise en compte Asymptomatiques, Graves, Décès, etc ...

Points originaux :

- Contagiosité variable tout au long du temps
- Techniques d'IA pour identifier les bonnes valeurs des paramètres

Dans notre approche, c'est l'IA qui ajuste les paramètres !

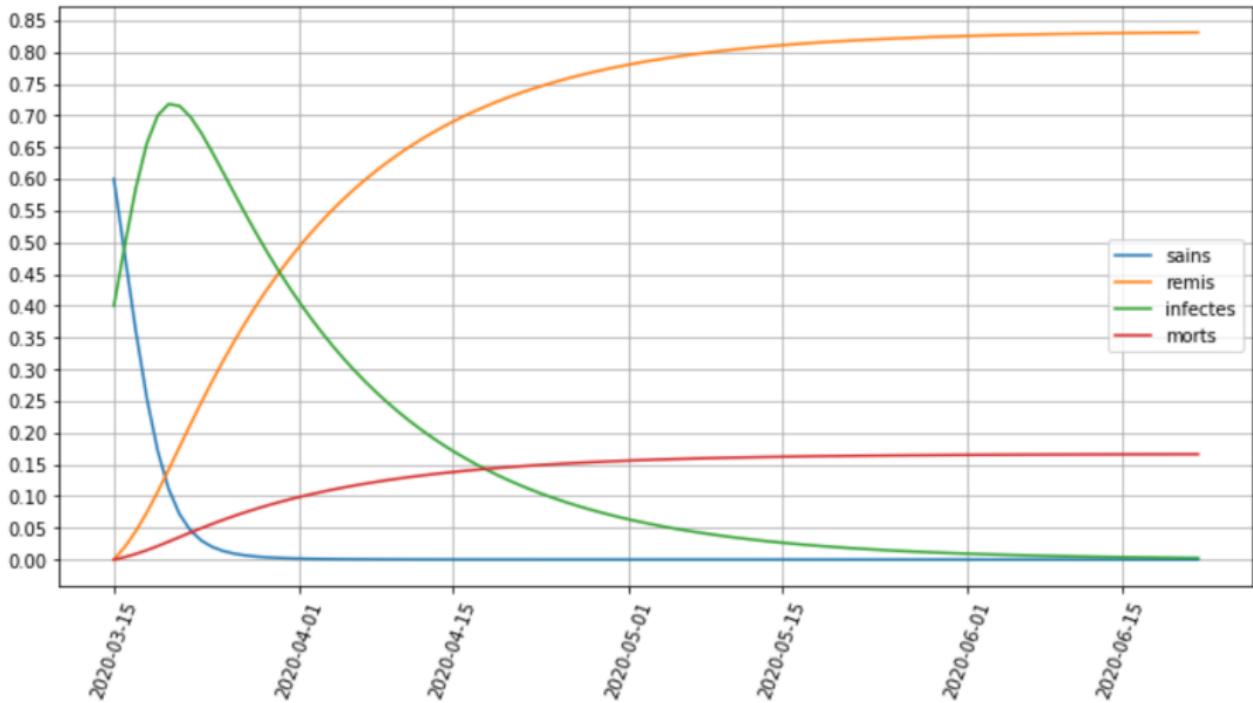
La validation

- Un modèle s'appuie sur des paramètres
- Plus il y a de paramètres plus c'est facile de coller aux données (overfitting)

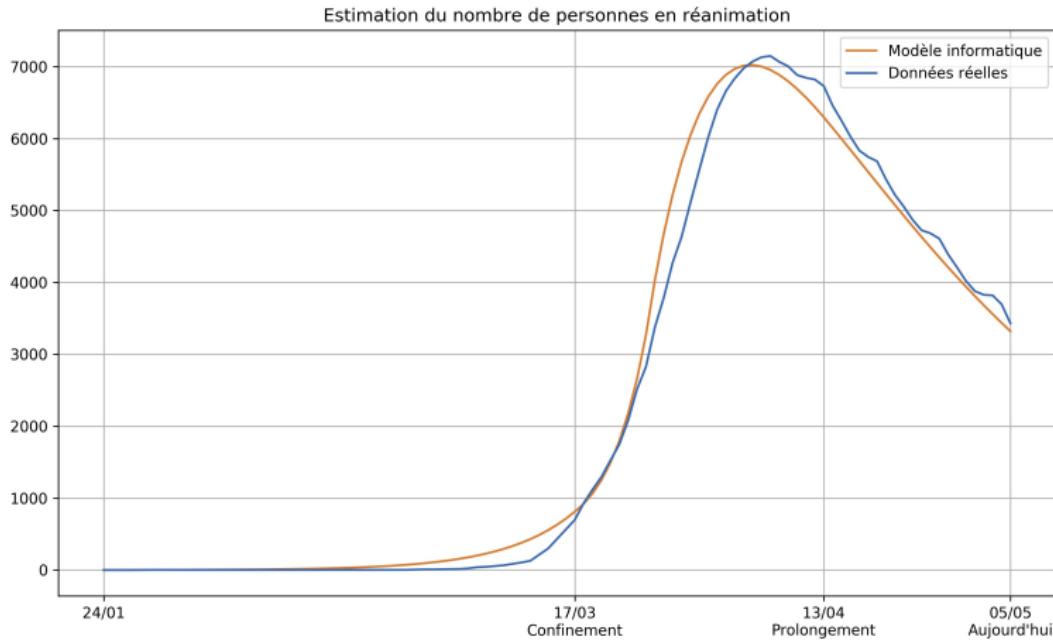
Question : Comment valider le modèle

- Par autorité
- Par calibration
 - ▶ Par les faits stylisés propres à une épidémie (croissance exponentielle, puis décroissance)
 - ▶ Par sa capacité à reproduire les situations passées

Faits stylisés



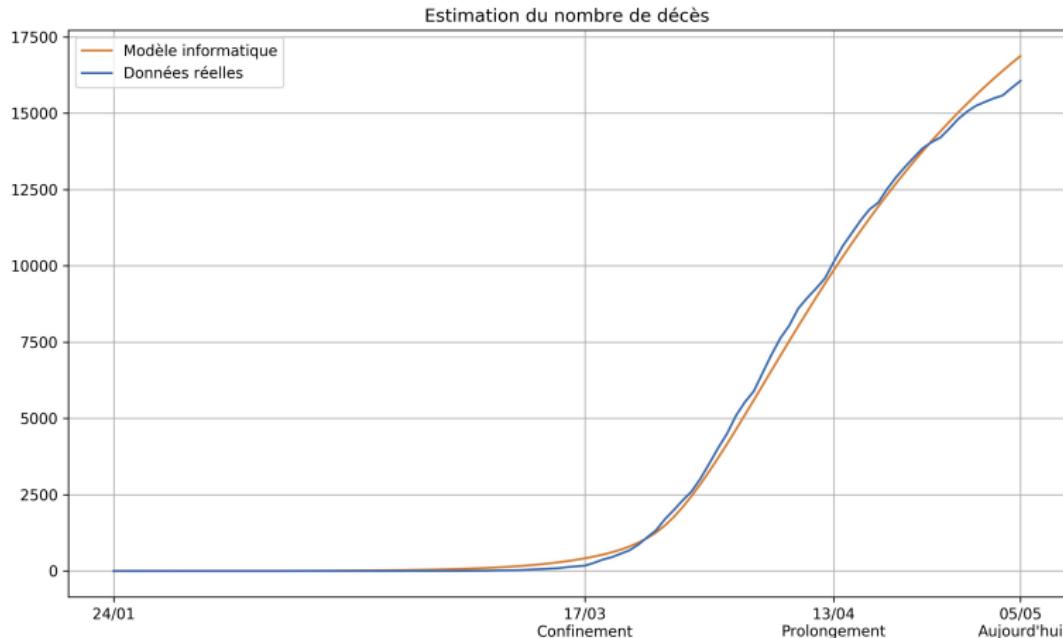
Coller à la réalité : Réa



à partir des données ministère santé data.santé.gouv.fr

Selon notre modèle $R_0=2.0$ avant confinement, $R_0=2.7$ durant la première semaine, $R_0=0.7$ durant le confinement

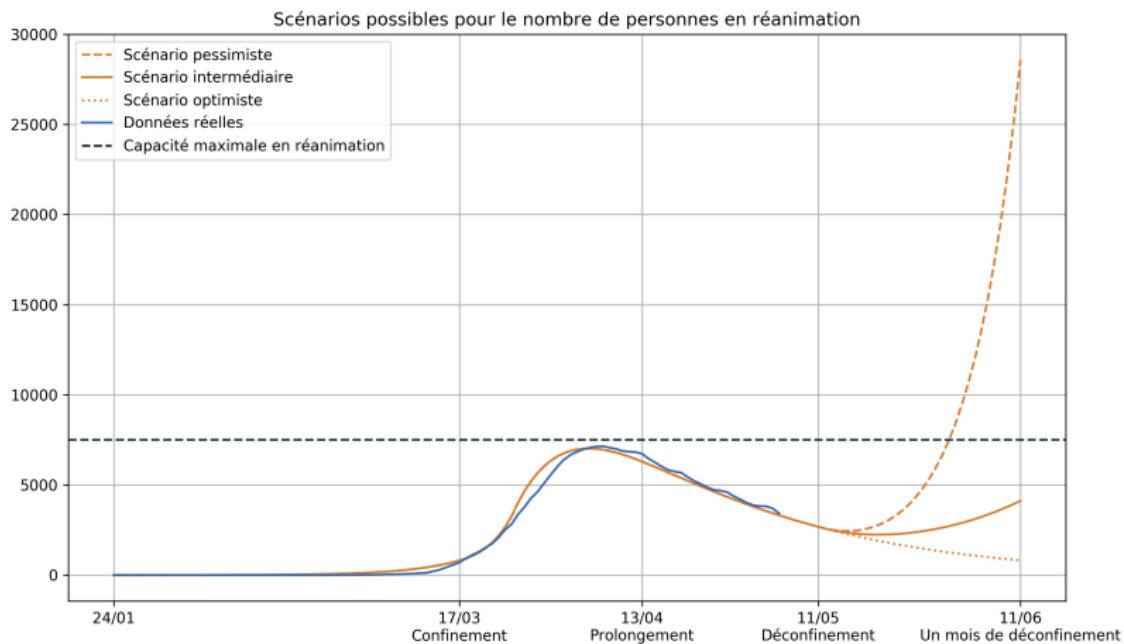
Coller à la réalité : Décès



à partir des données ministère santé data.gouv.fr

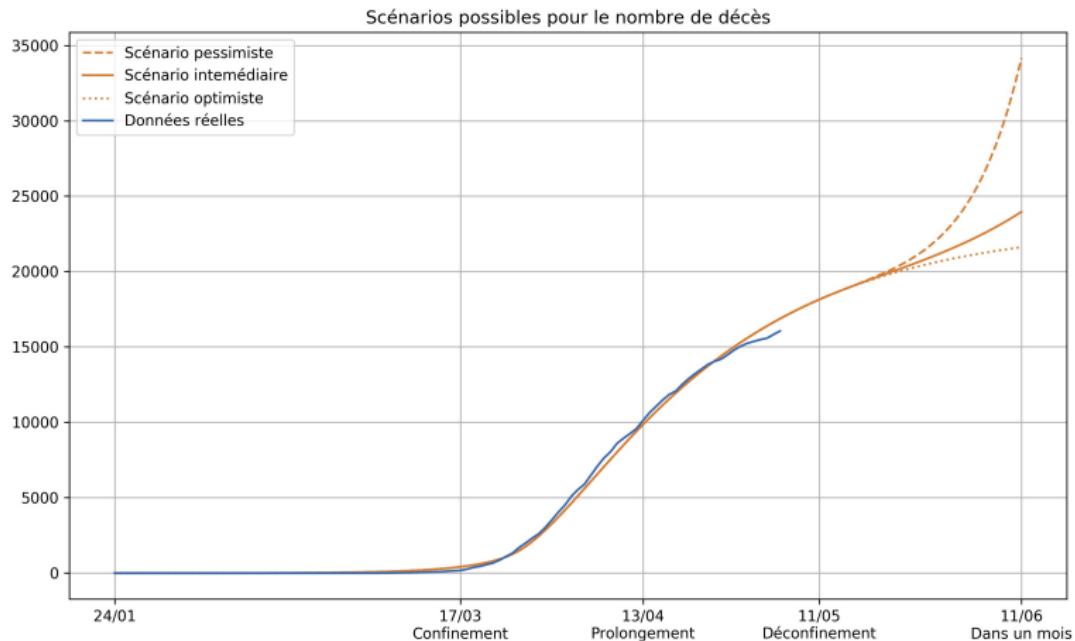
Selon nous $R_0=2.0$ avant confinement, $R_0=2.7$ durant la première semaine, $R_0=0.7$ durant le confinement

Projection sur Réa : 3 hypothèses



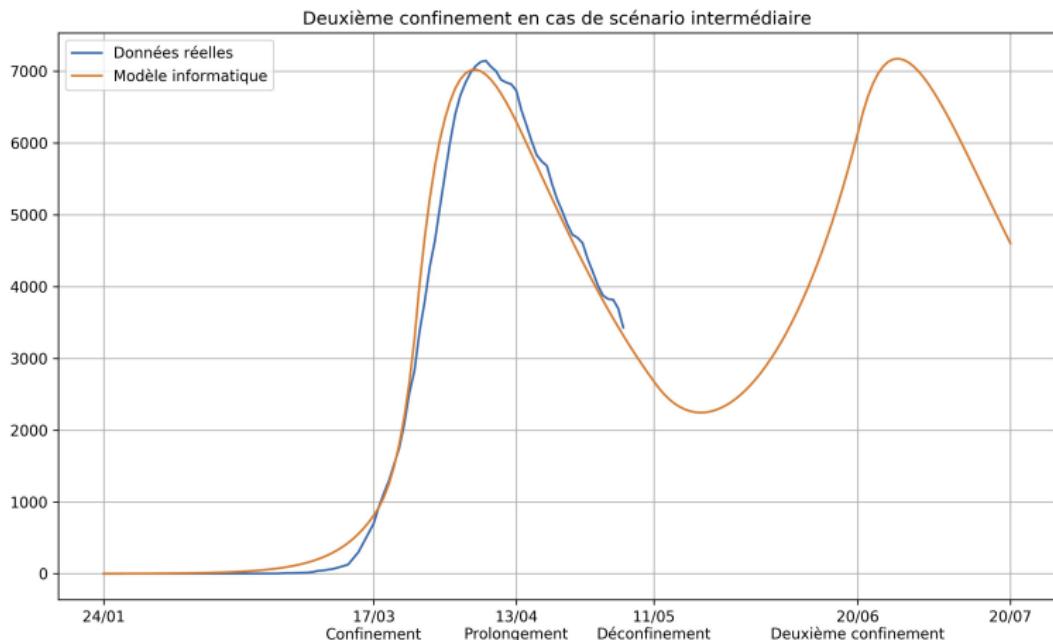
à partir des données du ministère de la santé data.gouv.fr

Projection sur Décès : 3 hypothèses



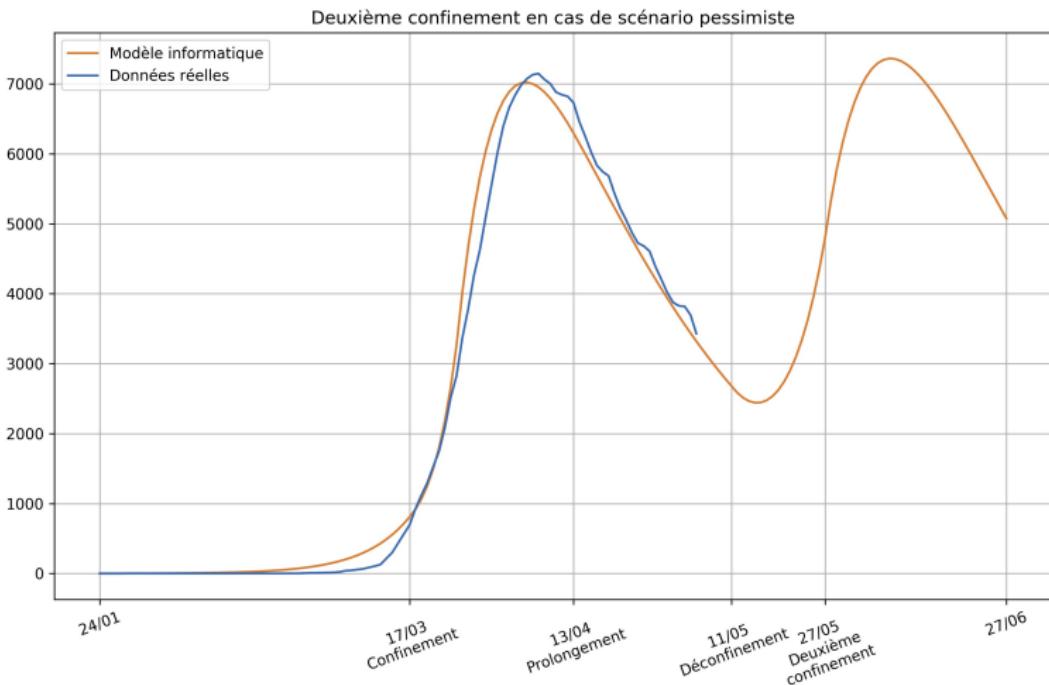
à partir des données du ministère de la santé data.gouv.fr

Propagation intermédiaire : rester < 7000 lits ?



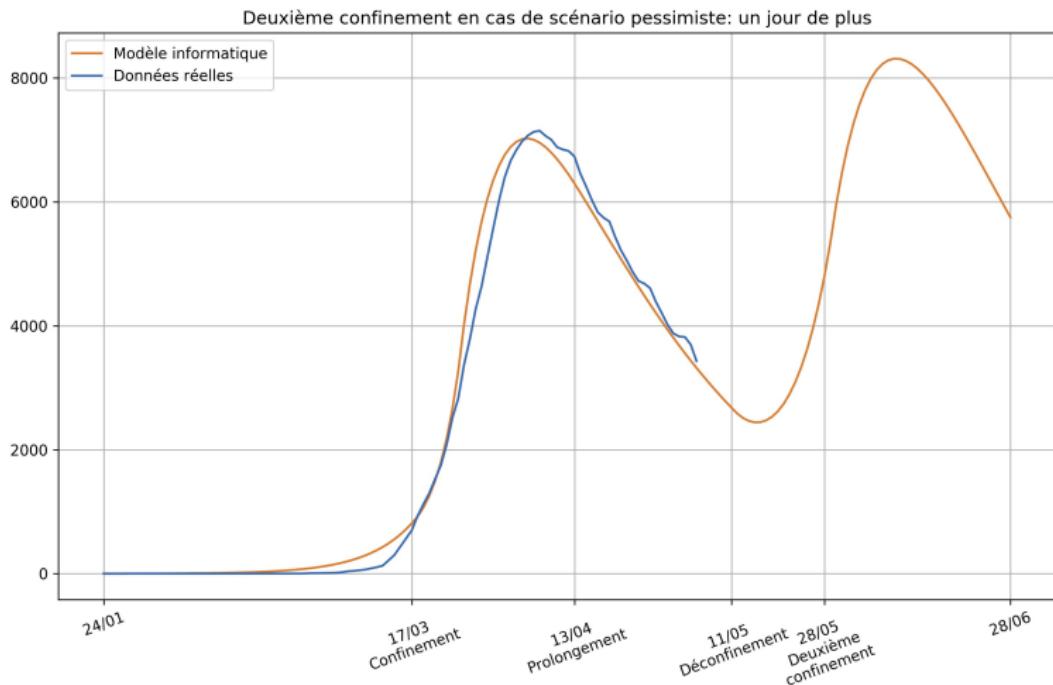
Confinement nécessaire au 20 juin

Propagation pessimiste : comment rester < 7000 lits ?



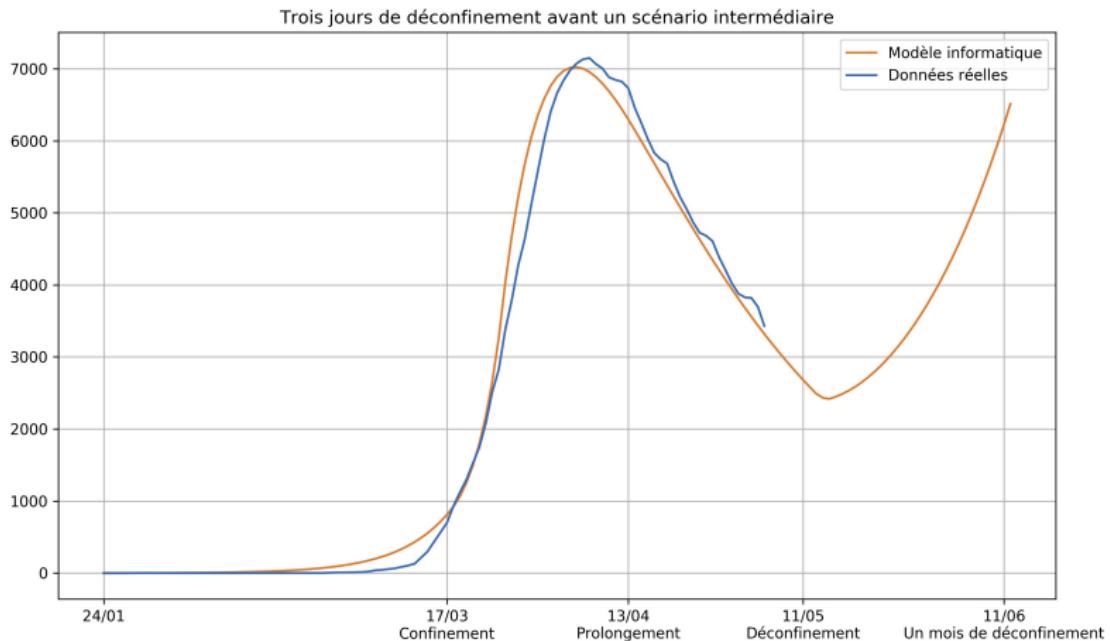
Confinement nécessaire au 27 mai

Et si on décale d'1 jour ?



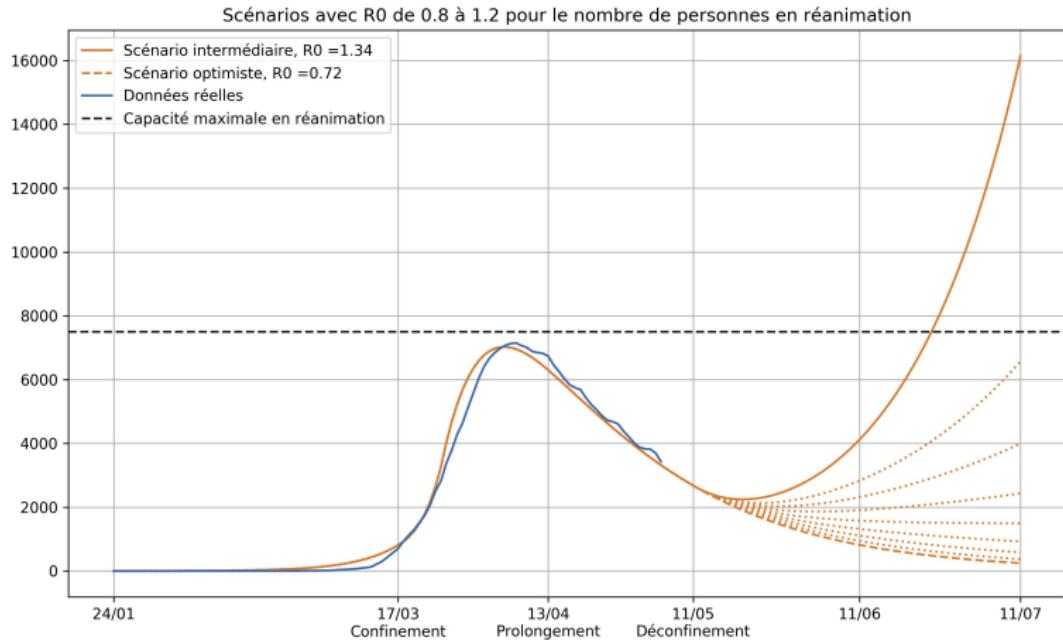
On passe à 8000 Réa !!

Et si le 13 mai on fait légèrement la fête ?



à partir des données ministère santé data.santé.gouv.fr

Comment s'en sortir sans re-confinement ?



Seule l'horizontale ($R_0=1$) garantit un non re-confinement !!

Selon nous $R_0=2$ avant confinement, $R_0=2.7$ durant la première semaine, $R_0=0.7$ durant le confinement

Comment s'en sortir sans re-confinement ?

12h35. Le taux de contagion au Covid-19 en hausse en Allemagne

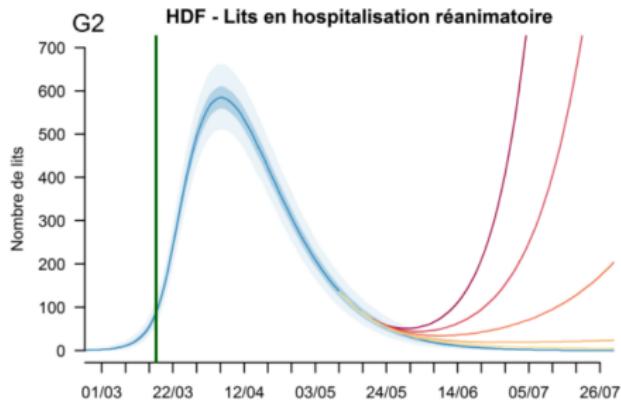
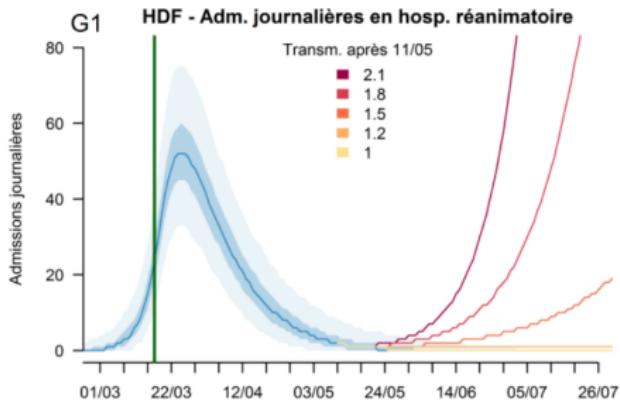
Le taux de reproduction de base du coronavirus est remonté récemment en Allemagne, a déploré mardi le président de l'Institut Robert Koch (RKI) pour les maladies infectieuses, qui a invité ses concitoyens à rester chez eux en dépit de l'assouplissement du confinement.

Ce taux, également appelé R₀, qui était tombé à 0,7 en avril, est repassé à 1, selon Lothar Wieler, ce qui signifie qu'une personne atteinte en contamine en moyenne une autre.

"Ce chiffre doit rester inférieur à 1", a-t-il souligné lors d'une conférence de presse.

Challenges 28-04-2020

Comparaison avec Pasteur



Note 30 du Groupe de modélisation de l'épidémie COVID, 25 avril 2020

Différence : chez nous c'est l'IA qui trouve les R0 !

Conclusion

Mise en garde

Ne jamais perdre de vue que :

- Un modèle n'est qu'une abstraction de la réalité
- L'important n'est pas d'avoir le plus de paramètres, mais de trouver les plus pertinents (l'essence du problème étudié)
- Pour que les thématiciens s'approprient un modèle, il faut qu'il soit simple (exemple le modèle SIR : 3 boîtes citées dans des centaines de travaux en épidémio)

Torturez un modèle, il finit toujours par avouer !

Nous sommes complémentaires !

- Notre modèle est adaptable en tout point
- Il y a surement plein de biais
Nous avons besoin de collaborer
- Nous sommes juste des modélisateurs
- Nous avons besoin de votre expérience de spécialistes
- Qu'est-ce que vous attendez de nous ?