

# COVID Simulation



P.Mathieu

SMAC Team Lille

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

5 mai 2020

# Préambule

# Modéliser les épidémies : pour faire quoi ?

Aider à comprendre.

Aide à la décision.

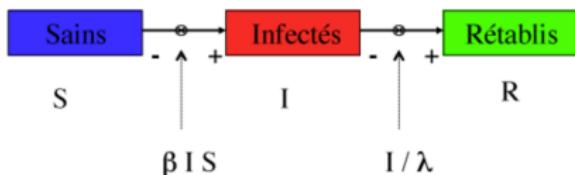
Essayer de répondre aux grandes questions.

- 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 ?

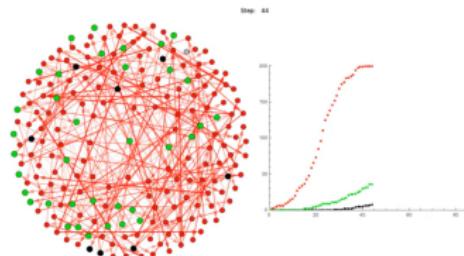
# Différentes approches

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

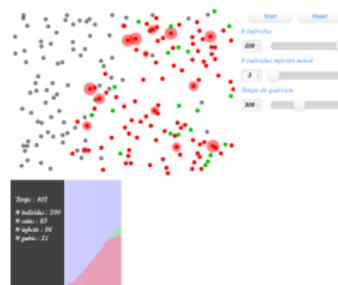
Approche Mathématique



Approche par flux



Approche par réseaux sociaux

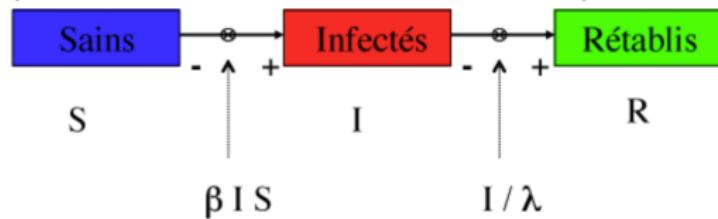


Approche centrée individus

# 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

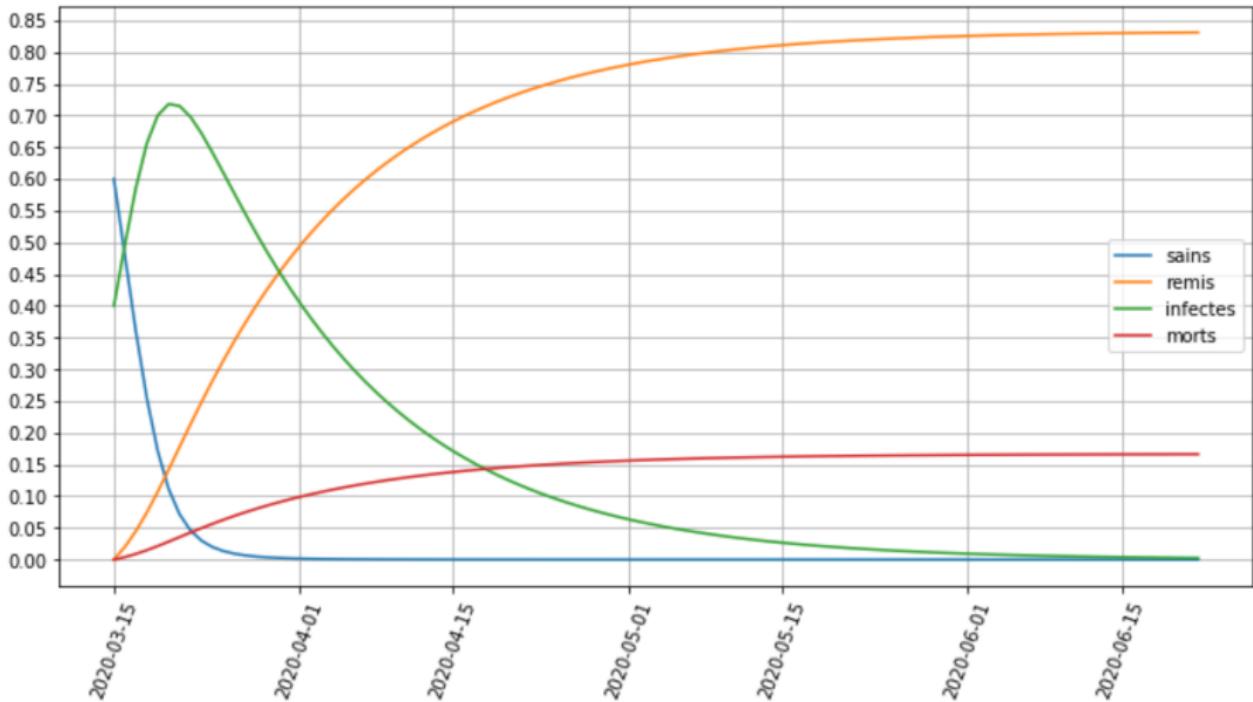
# La validation

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

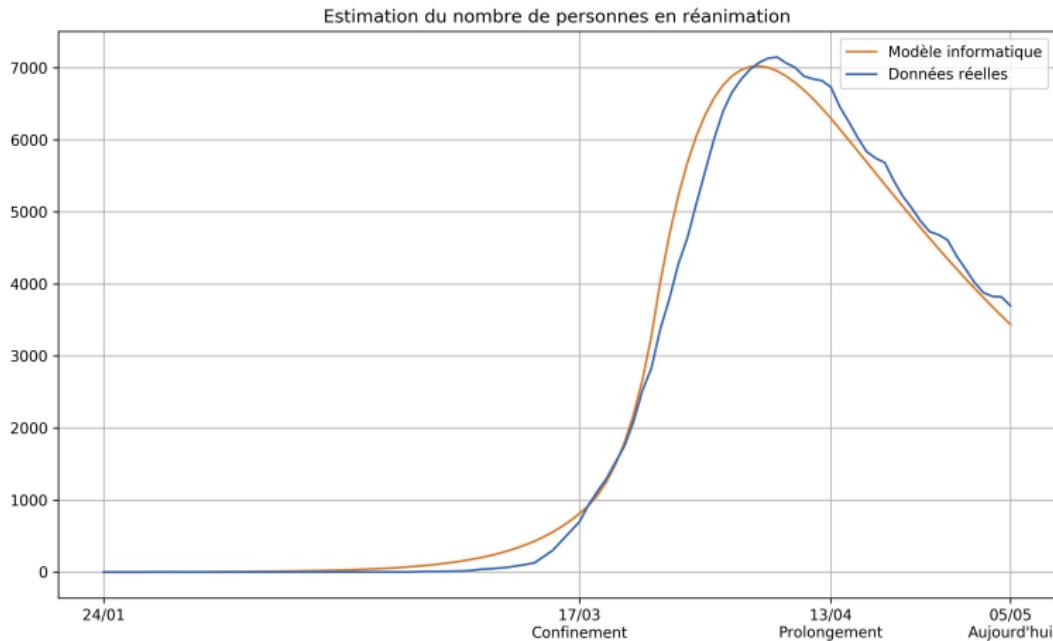
## Question : Comment valider le modèle

- 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

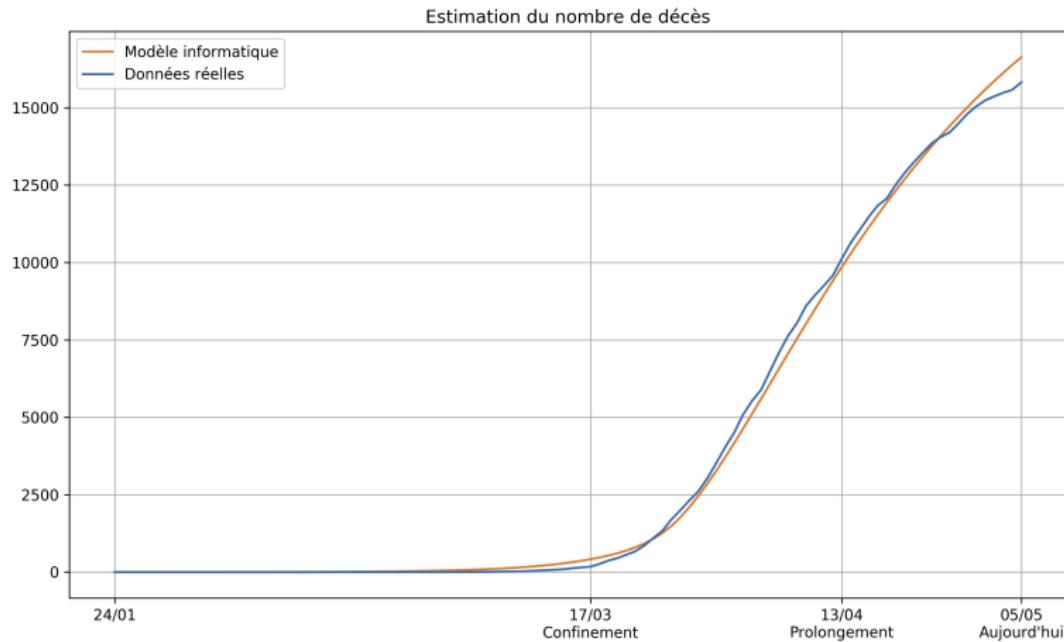


# Coller à la réalité : Réa



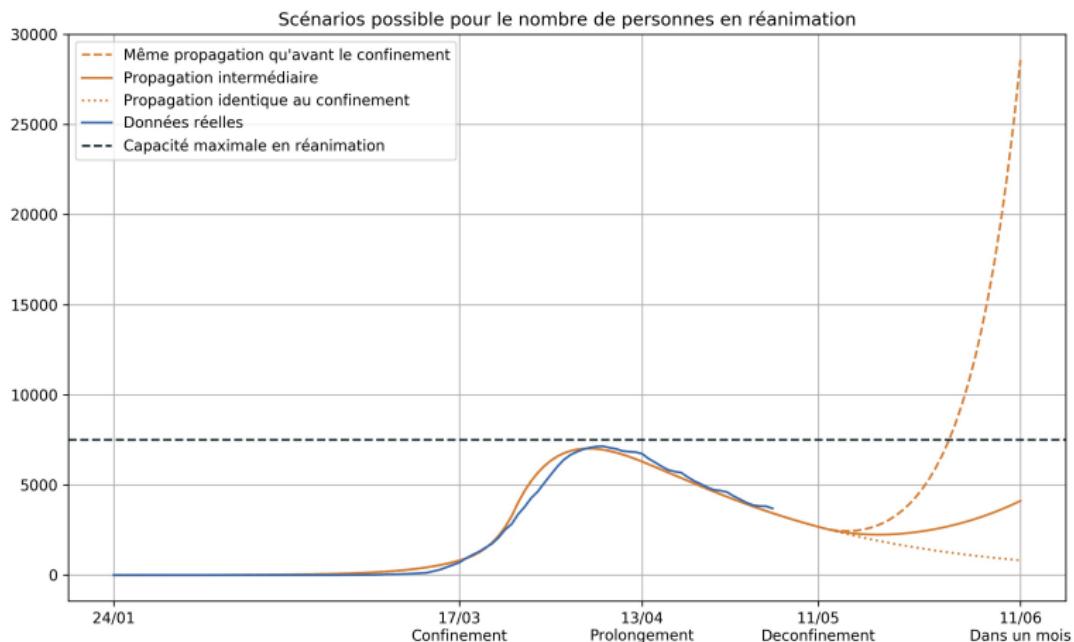
à partir des données ministère santé [data.santé.gouv.fr](http://data.santé.gouv.fr)

# Coller à la réalité : Décès



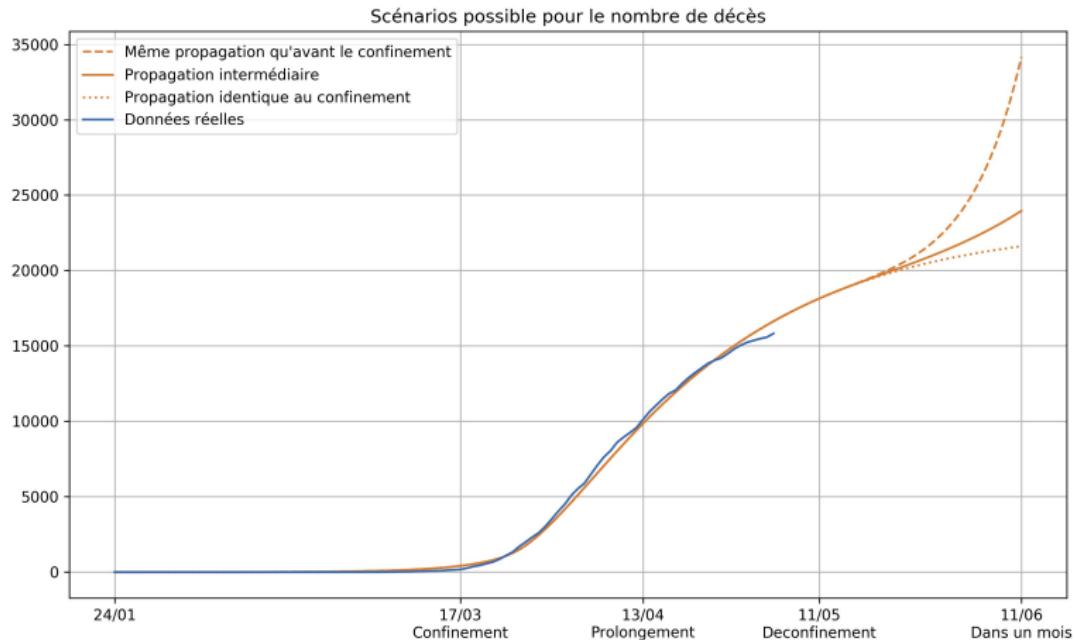
à partir des données ministère santé [data.santé.gouv.fr](http://data.santé.gouv.fr)

# Projection sur Réa : 3 hypothèses



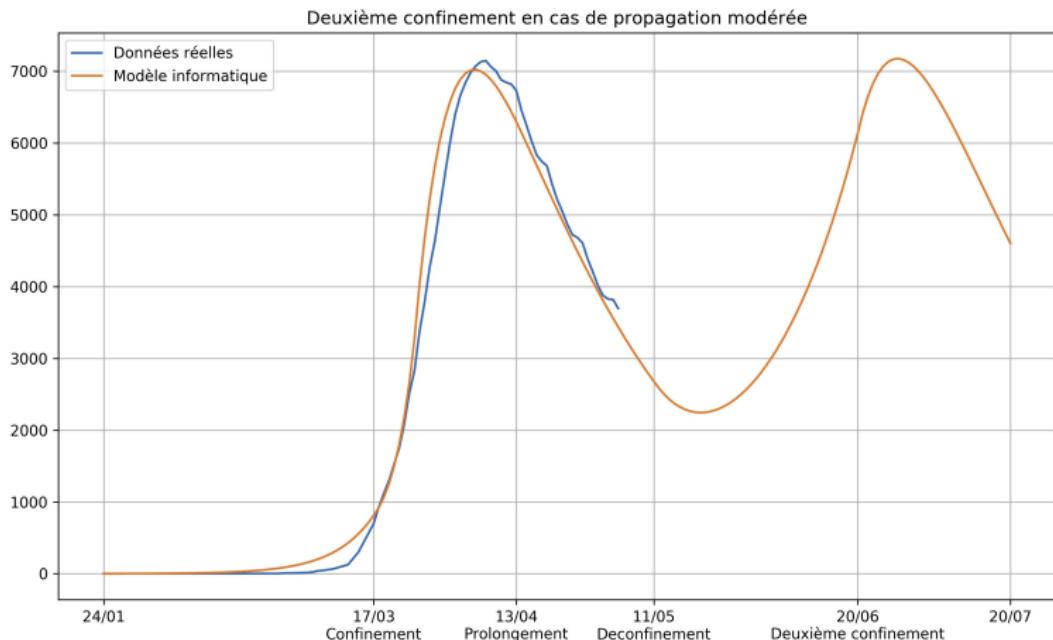
à partir des données du ministère de la santé [data.gouv.fr](http://data.gouv.fr)

# Projection sur Décès : 3 hypothèses



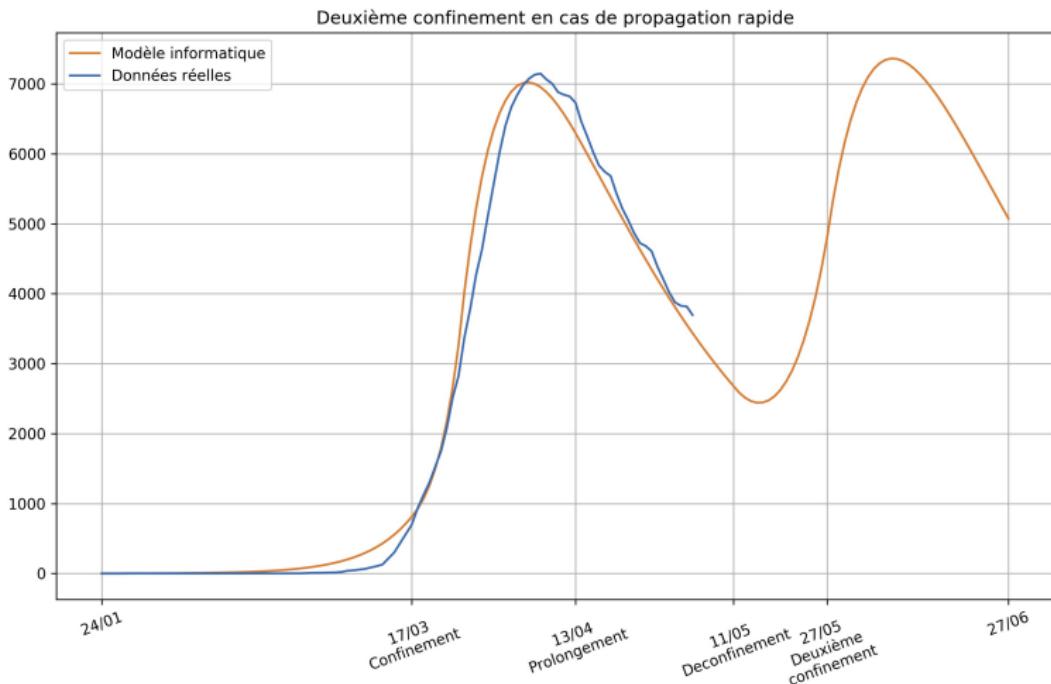
à partir des données du ministère de la santé [data.gouv.fr](http://data.gouv.fr)

# Propagation intermédiaire : rester < 7000 lits ?



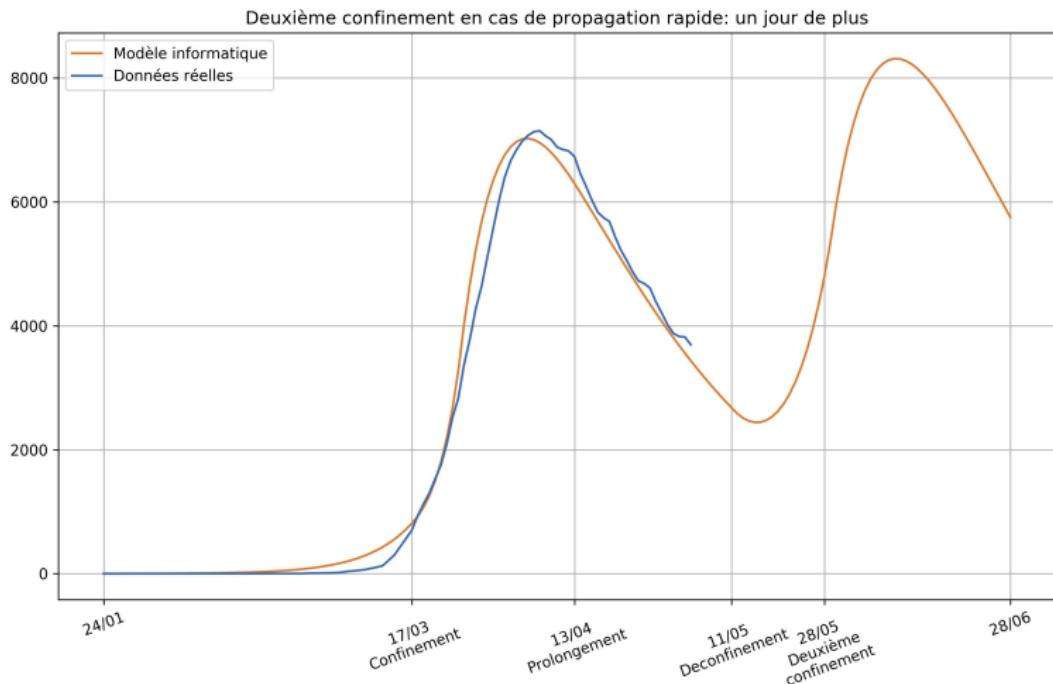
**Confinement nécessaire au 20 juin**

# Propagation pessimiste : comment rester < 7000 lits ?



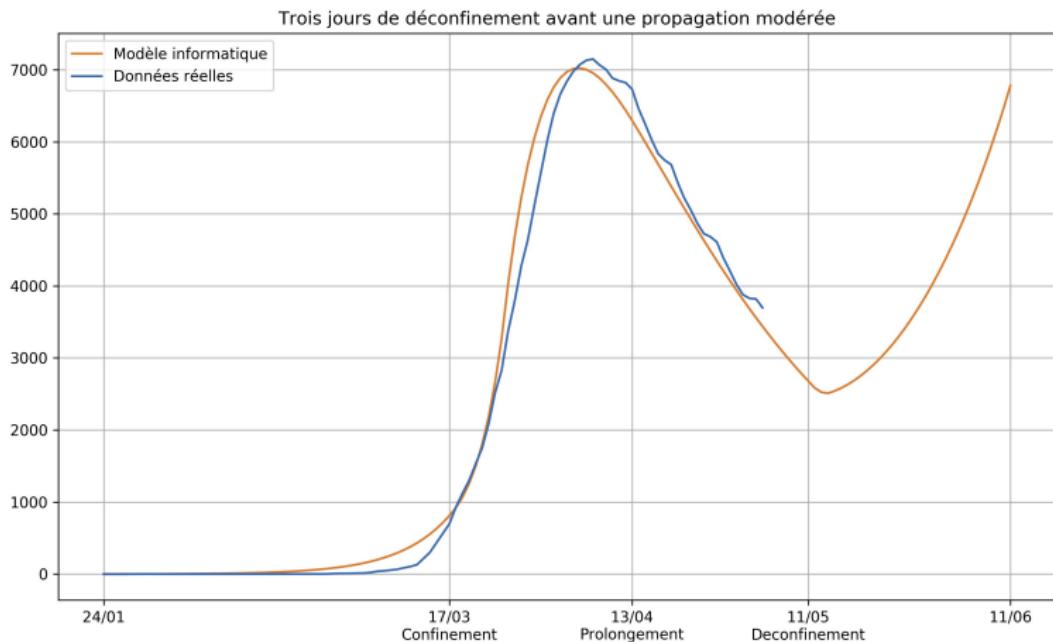
**Confinement nécessaire au 27 mai**

# Et si on décale d'1 jour ?



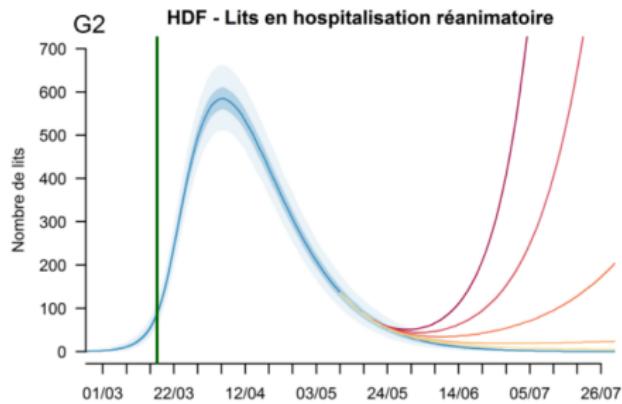
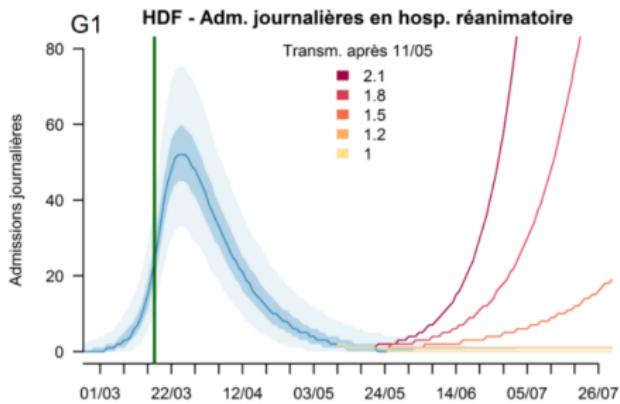
**On passe à 8000 Réa !!**

# Et si le 13 mai on fait légèrement la fête ?



à partir des données ministère santé [data.santé.gouv.fr](http://data.santé.gouv.fr)

# Comparaison avec Pasteur



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

# 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 accaparent un modèle, il faut qu'il soit simple (exemple le modèle SIR : 3 boîte cité 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 en termes de medecin
- Qu'est-ce que vous attendez de nous ?