

**INRAE – VetAgro Sup,  
Unité Mixte de Recherches d'Epidémiologie des maladies animales et zoonotique (EPIA), Centre de  
recherche de Clermont Auvergne-Rhône-Alpes,  
Département de Santé Animale (SA)**

## **Analyse et modélisation de l'épidémie de COVID-19**

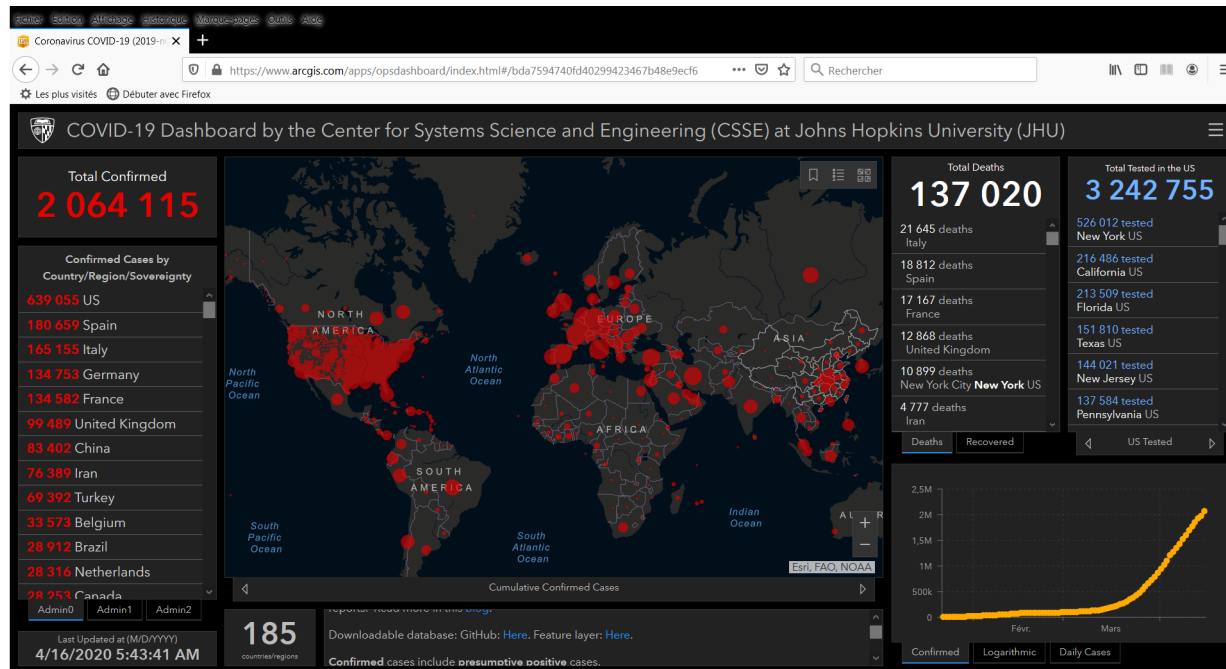
**[ mise à jour avec les données jusqu'au 15/04/2020 ]**

***Estimation de la durée de l'épidémie par pays ?***

***Quand et comment sortir des « mesures de confinement » par pays ?***

# Toutes les données sont issues du site du Johns Hopkins University Center for Systems Science and Engineering (JHU CSSE)

Ces données sont visualisables à l'aide d'une interface graphique à l'adresse :  
<https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>



[https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19/tree/master/archived\\_data/archived\\_time\\_series/  
time\\_series\\_19-covid-Confirmed\\_archived\\_0415.csv  
time\\_series\\_19-covid-Deaths\\_archived\\_0415.csv  
time\\_series\\_19-covid-Recovered\\_archived\\_0415.csv](https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19/tree/master/archived_data/archived_time_series/time_series_19-covid-Confirmed_archived_0415.csv)

## **Visualisation des données et estimation des paramètres du modèle ...**

**à partir des données disponibles  
du 22-01-2020 jusqu'au 15-04-2020**

**pour des pays ayant mis en place des procédures de confinement plus ou moins tôt :  
Espagne, Italie, France, Allemagne, Belgique et Canada  
[ Suisse, Autriche, Danemark ... ]**

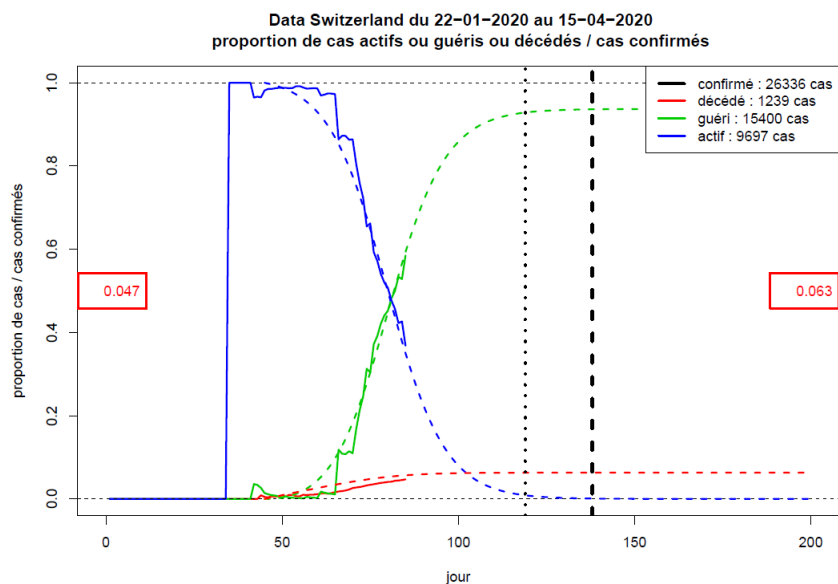
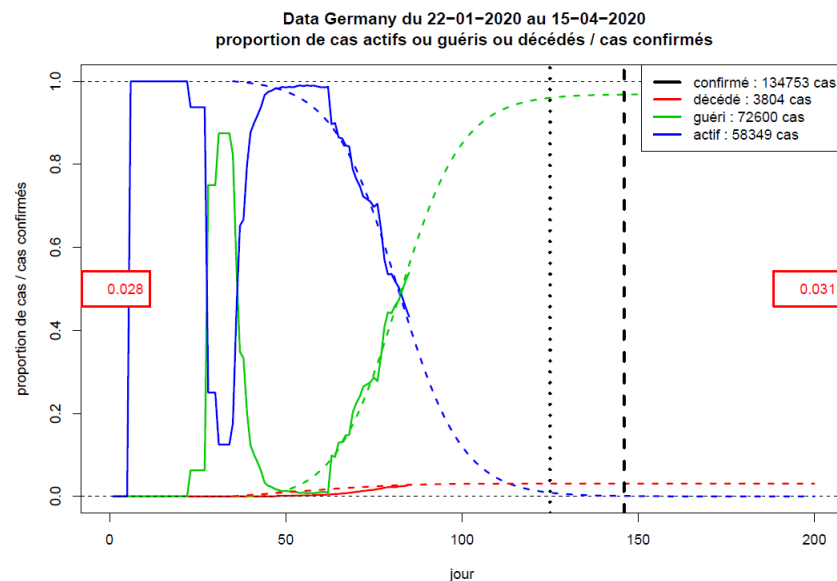
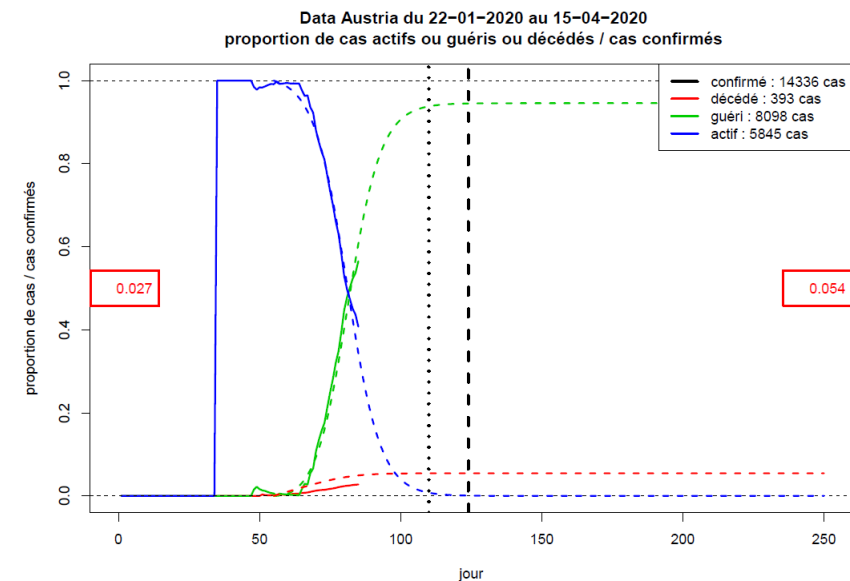
**[ l'Autriche et le Danemark ont décidé de lever le confinement : conséquences ??? ]**

**pour des pays ayant mis en place des procédures de confinement très tardivement :  
Grande-Bretagne, Pays-Bas et USA**

**pour des pays n'ayant pas mis en place de procédure de confinement :  
Suède**

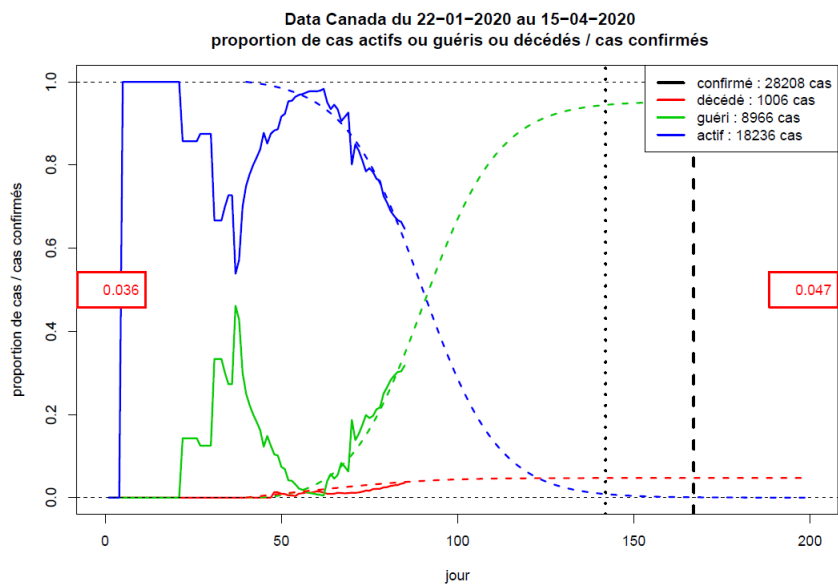
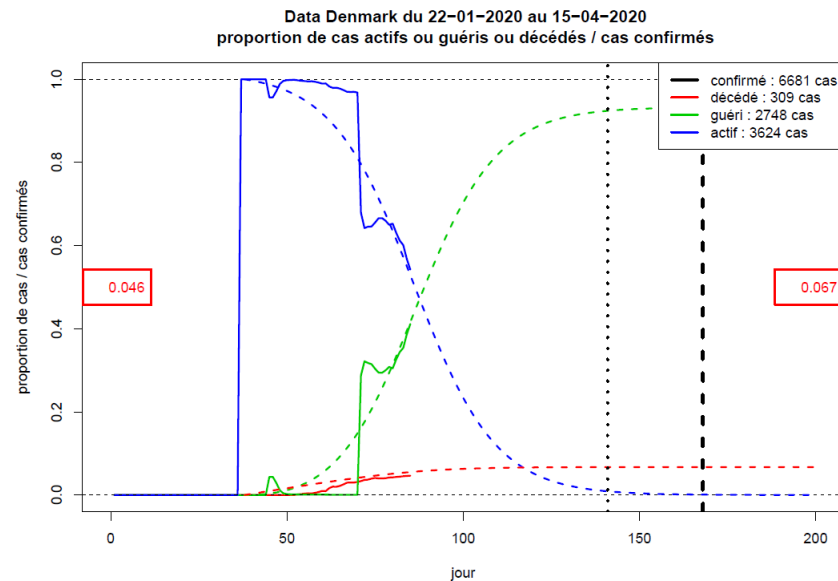
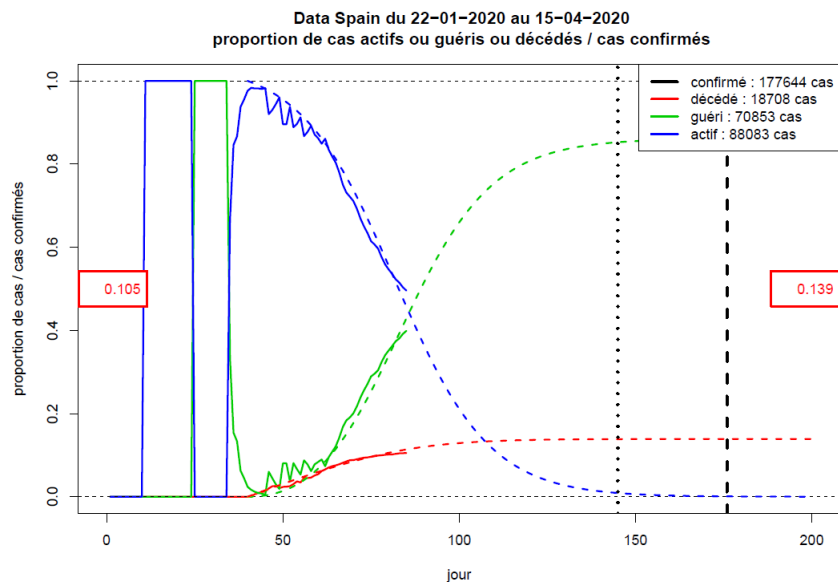
***Il va être « intéressant » de suivre les conséquences de ces dates de « confinement »  
différentes sur l'évolution de la « vague épidémique » ultérieure ...***

***pour les pays ayant passé le « point de croisement » des courbes des proportions de « cas actifs » et « cas guéris » ...***



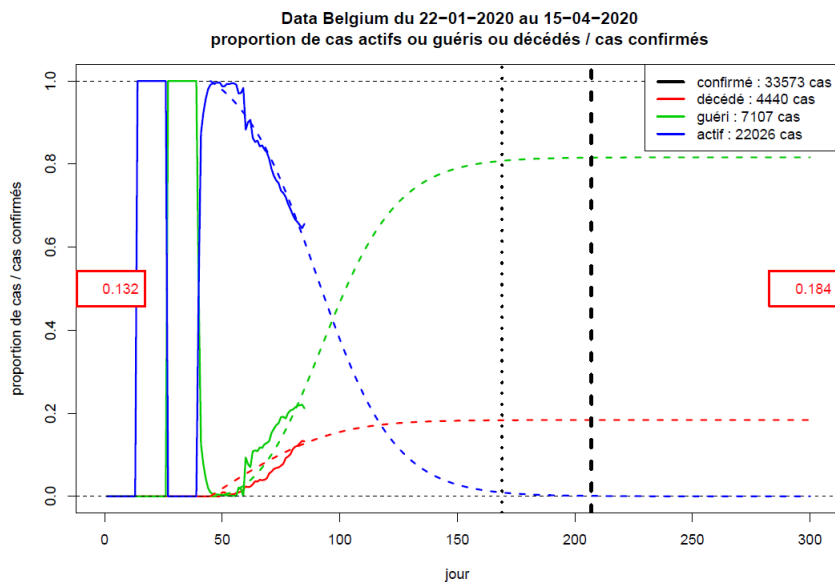
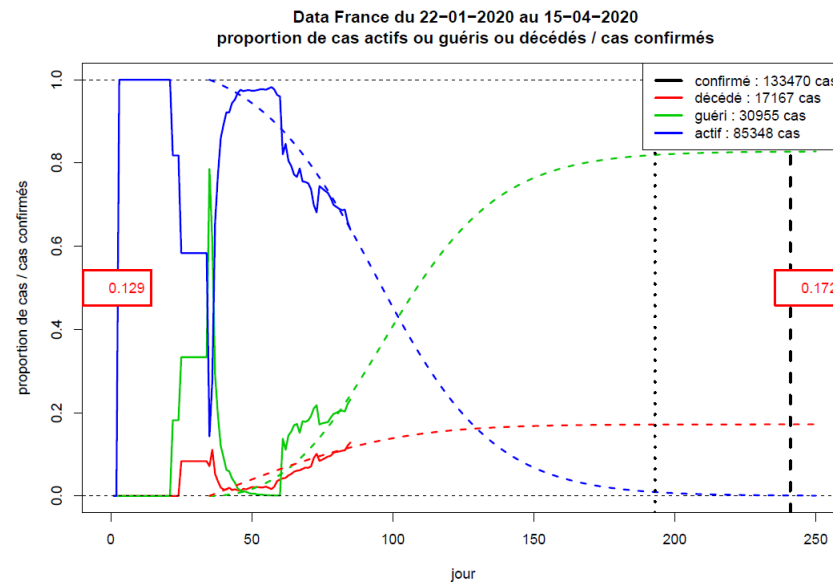
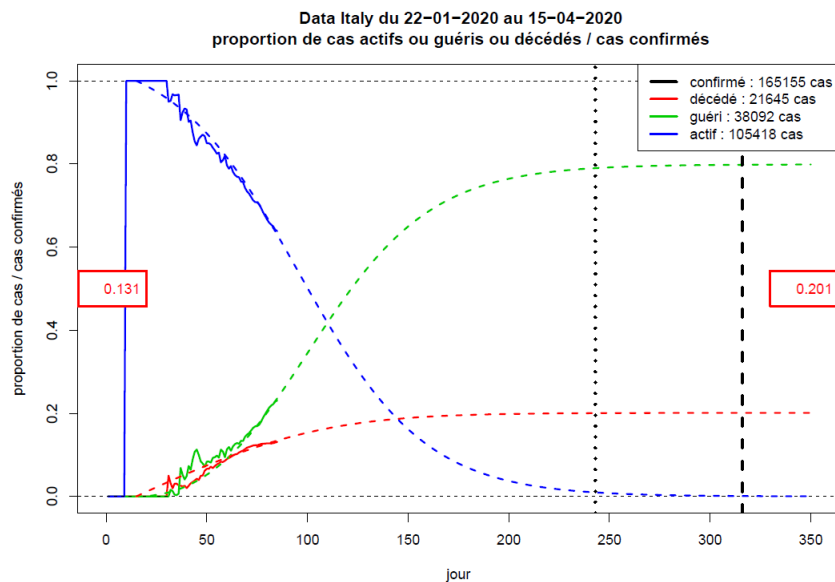
**Suisse 12/04**  
**Autriche 13/04**  
**Allemagne 13/04**

***pour les pays proches du « point de croisement » des courbes des proportions de « cas actifs » et « cas guéris » ...***



**Espagne 17/04**  
**Danemark 19/04**  
**Canada 22/04**

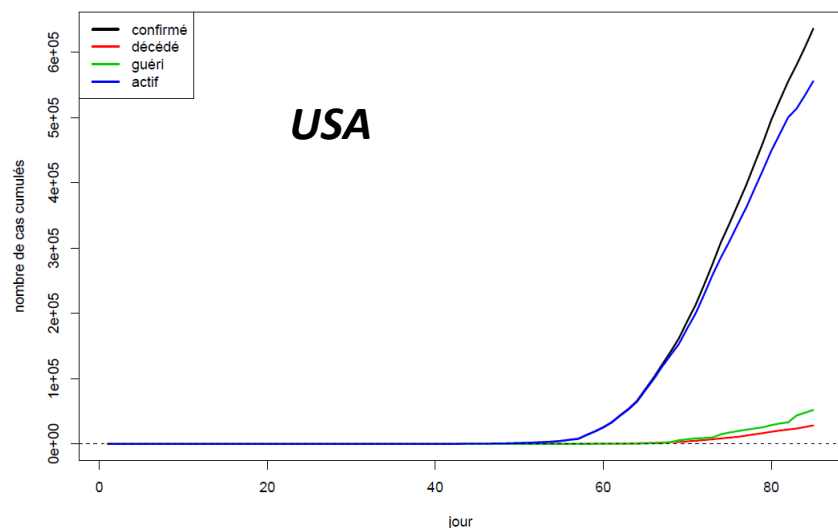
***pour les pays encore loin du « point de croisement » des courbes des proportions de « cas actifs » et « cas guéris » ...***



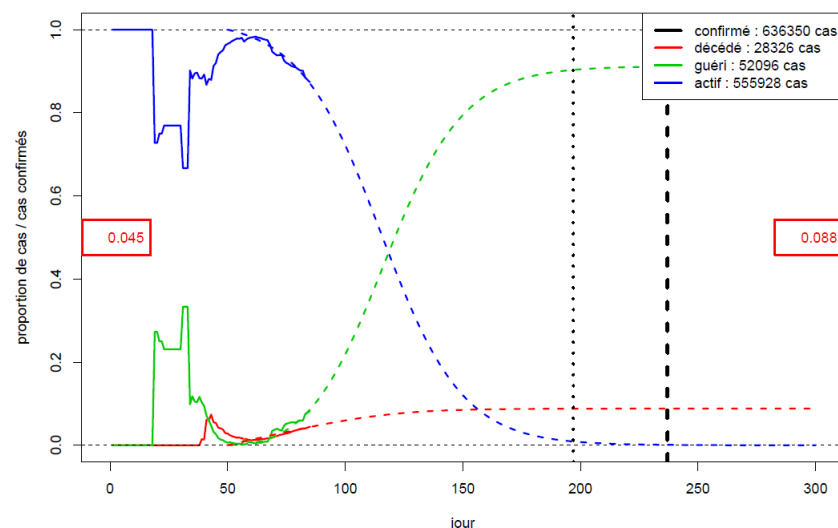
**Belgique 28/04**  
**France 03/05**  
**Italie 11/05**

# pour les pays encore très loin du « point de croisement » des courbes des proportions de « cas actifs » et « cas guéris » ...

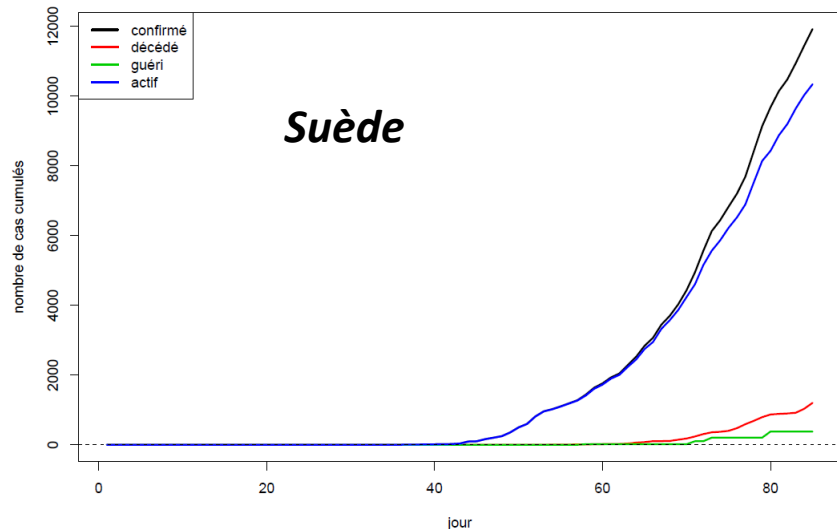
Data US du 22-01-2020 au 15-04-2020  
avec un maximum de 636350 cas confirmés et 28326 décès



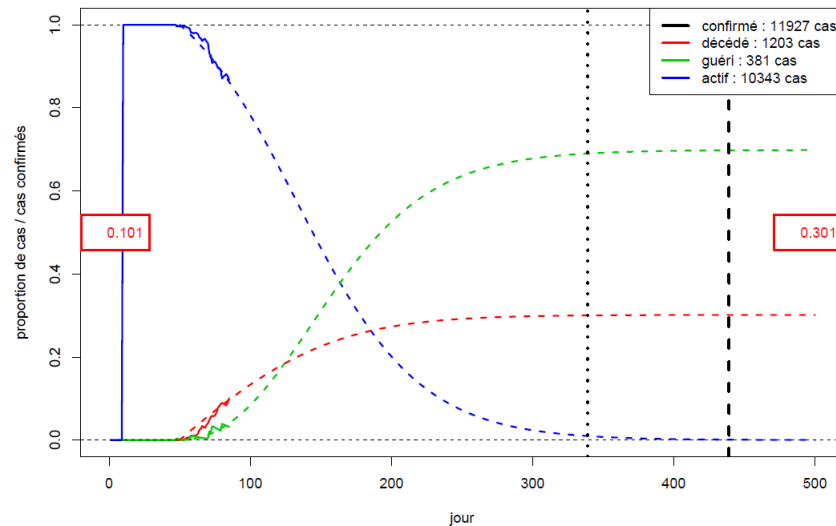
Data US du 22-01-2020 au 15-04-2020  
proportion de cas actifs ou guéris ou décédés / cas confirmés



Data Sweden du 22-01-2020 au 15-04-2020  
avec un maximum de 11927 cas confirmés et 1203 décès



Data Sweden du 22-01-2020 au 15-04-2020  
proportion de cas actifs ou guéris ou décédés / cas confirmés

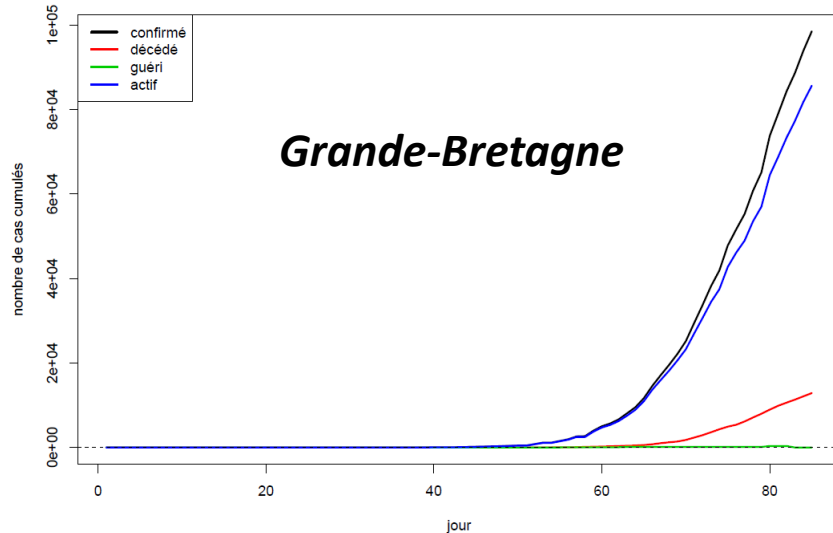


USA  
Suède

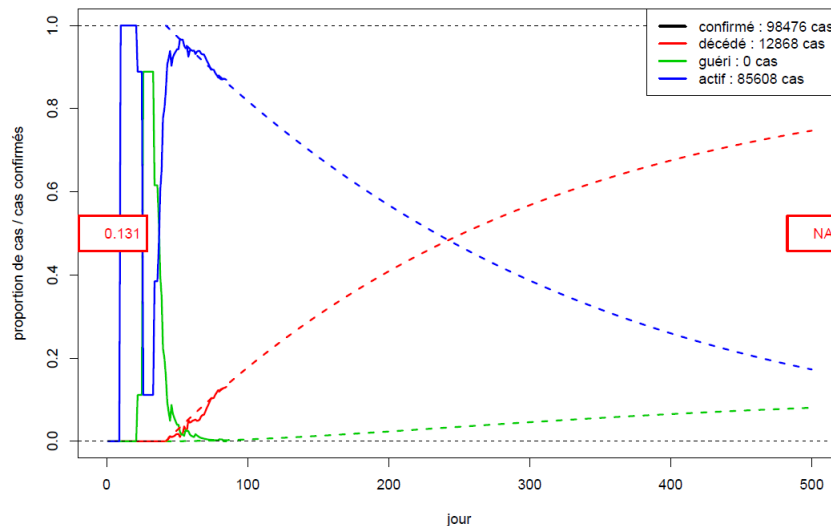
19/05  
04/07

# Pour certains pays, on ne peut encore rien dire de précis ...

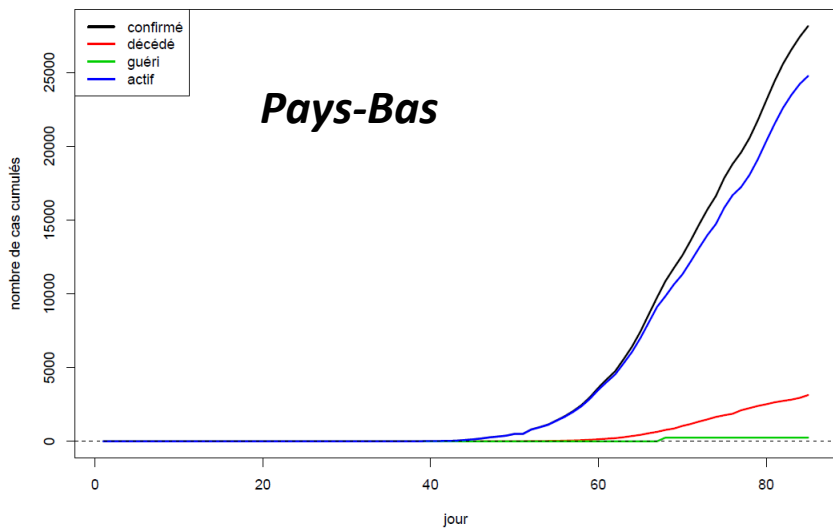
Data United Kingdom du 22-01-2020 au 15-04-2020  
avec un maximum de 98476 cas confirmés et 12868 décès



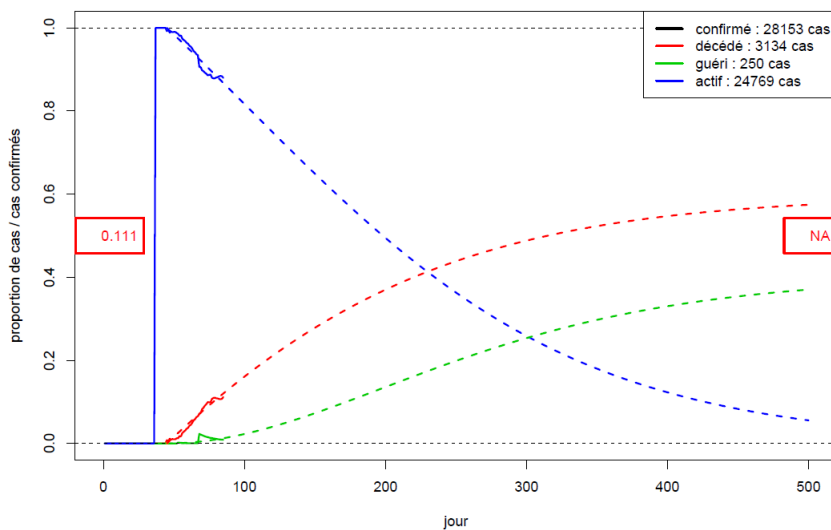
Data United Kingdom du 22-01-2020 au 15-04-2020  
proportion de cas actifs ou guéris ou décédés / cas confirmés



Data Netherlands du 22-01-2020 au 15-04-2020  
avec un maximum de 28153 cas confirmés et 3134 décès



Data Netherlands du 22-01-2020 au 15-04-2020  
proportion de cas actifs ou guéris ou décédés / cas confirmés





***Le choix du critère à considérer pour « choisir » la date de sortie du confinement n'est pas simple, surtout si on tient compte aussi de critères économiques ...***

pays	Z <sub>D</sub> apparent actuel	Z <sub>DF</sub> apparent final	Date crois. Z <sub>A</sub> et Z <sub>G</sub>	Date seuil Z <sub>A</sub> < 0.01	Date seuil Z <sub>A</sub> < 0.001
Suisse	0.047	0.063	<b>12/04</b>	20/05	<b>08/06</b>
Autriche	0.027	0.054	<b>13/04</b>	11/05	<b>25/05</b>
Allemagne	0.028	0.031	<b>13/04</b>	26/05	<b>16/06</b>
Espagne	0.105	<b>0.139</b>	<b>17/04</b>	15/06	<b>16/07</b>
Danemark	0.046	0.067	<b>19/04</b>	11/06	<b>08/07</b>
Canada	0.036	0.047	<b>22/04</b>	12/06	<b>07/07</b>
Belgique	0.132	<b>0.184</b>	<b>28/04</b>	09/07	<b>16/08</b>
<b>France</b>	<b>0.129</b>	<b>0.172</b>	<b>03/05</b>	<b>02/08</b>	<b>19/09</b>
Italie	0.131	<b>0.201</b>	<b>11/05</b>	21/09	<b>03/12</b>
USA	0.045	0.088	<b>19/05</b>	06/08	<b>15/09</b>
Suède	0.101	0.301	<b>04/07</b>	26/12	<b>05/04/2021</b>

***« courte » durée  
de l'épidémie***

***« à confirmer »***

***Le pourcentage « apparent final » de décès risque d'être important pour l'Espagne, la Belgique, la France et l'Italie ... et si cela se confirme encore plus important pour la Suède ...***

## ***Les estimations de la proportion d'individus ayant été infectée par rapport à l'ensemble de la population du pays ...***

pays	taille population ( en million)	<b>pour TDR = 0.01 (en %)</b>	<b>pour TDR = 0.02 (en %)</b>
Suisse	8.3	<b>1.49</b>	0.75
Autriche	8.8	<b>0.45</b>	0.22
Allemagne	80.5	<b>0.47</b>	0.24
Espagne	49.3	<b>3.79</b>	1.90
Danemark	5.8	<b>0.53</b>	0.27
Canada	35.9	<b>0.28</b>	0.14
Belgique	11.6	<b>3.83</b>	1.91
France	67.1	<b>2.56</b>	1.28
Italie	60.4	<b>3.58</b>	1.79
USA	329.3	<b>0.86</b>	0.43
Suède	10.0	<b>1.20</b>	0.60

**Valeurs comparables à celles obtenues  
avec un modèle SIR par le groupe  
de « Imperial College » sauf pour l'Espagne :**

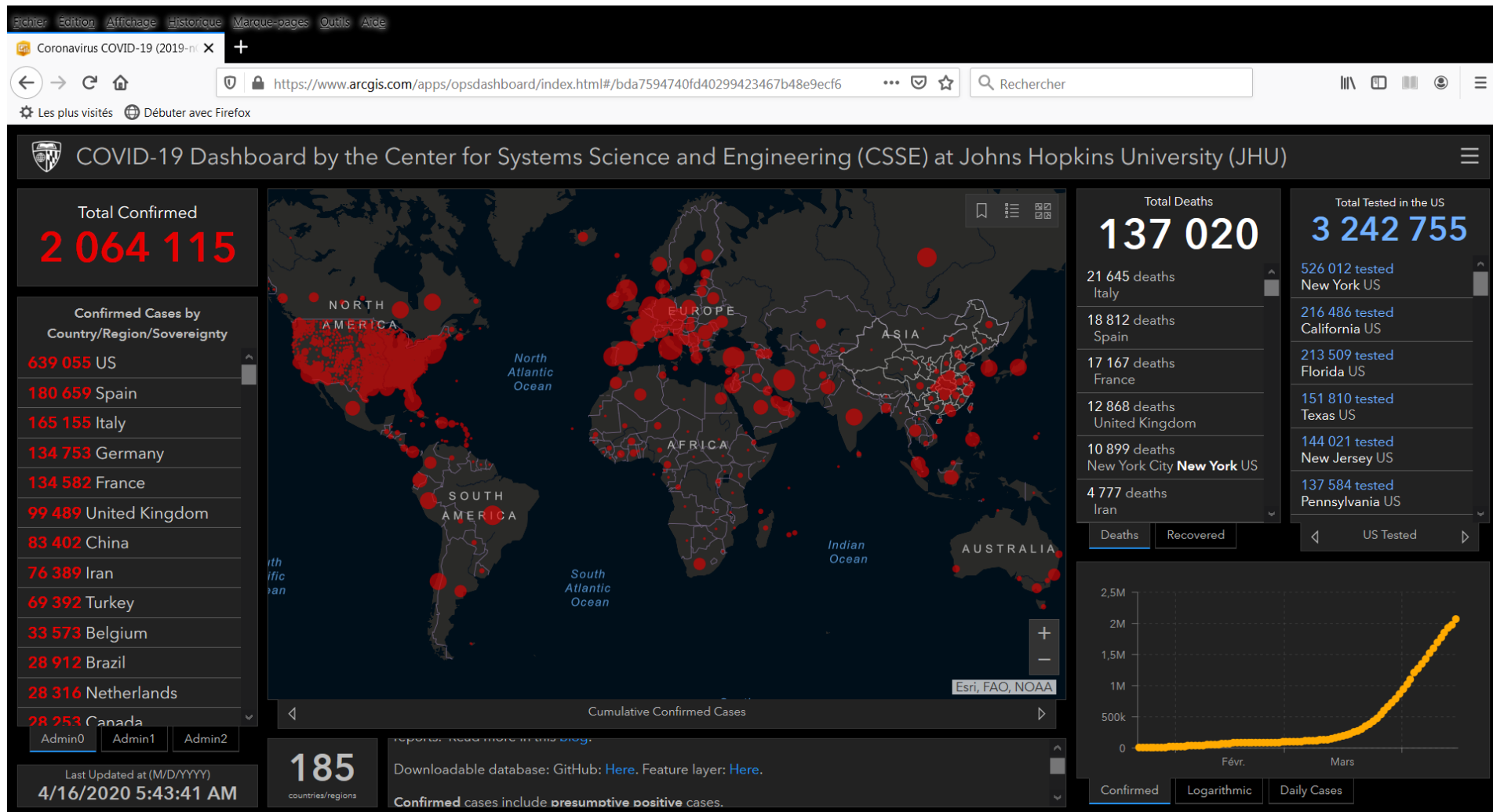
***ces % d'individus infectés au niveau  
de chaque pays  
semblent très faibles ...  
en tout cas bien inférieur  
aux 60 à 70 % nécessaires  
à une bonne protection de la population***

Table 1: Posterior model estimates of percentage of total population infected as of 28th March 2020.

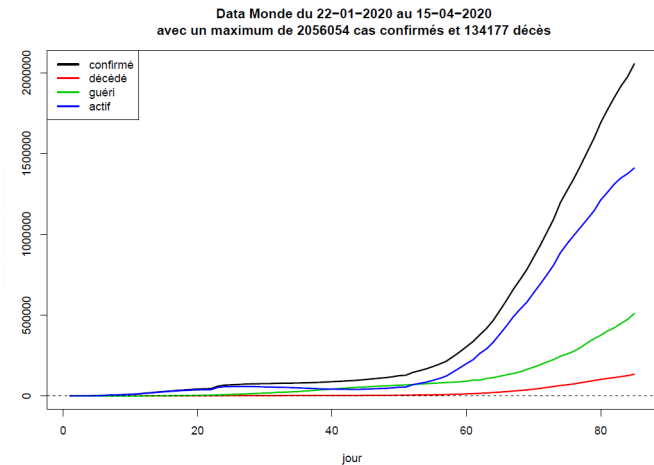
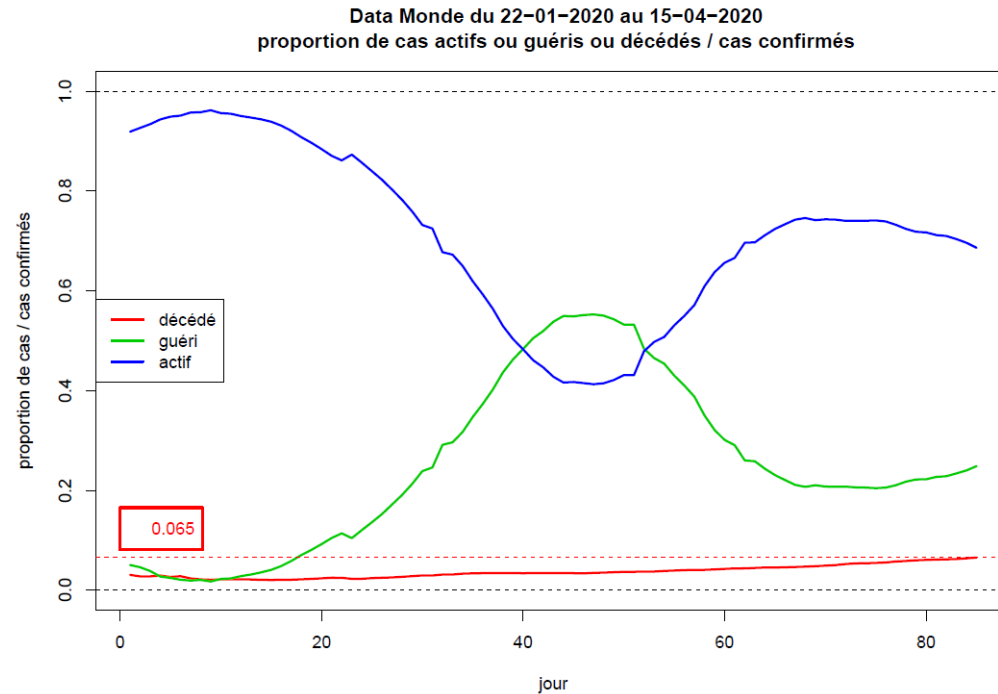
Country	% of total population infected (mean [95% credible interval])
Austria	1.1% [0.36%-3.1%]
Belgium	3.7% [1.3%-9.7%]
Denmark	1.1% [0.40%-3.1%]
France	3.0% [1.1%-7.4%]
Germany	0.72% [0.28%-1.8%]
Italy	9.8% [3.2%-26%]
Norway	0.41% [0.09%-1.2%]
Spain	15% [3.7%-41%]
Sweden	3.1% [0.85%-8.4%]
Switzerland	3.2% [1.3%-7.6%]
United Kingdom	2.7% [1.2%-5.4%]

Imperial College COVID-19 Response Team, 30 March **2020**. Estimating the number of infections and the impact of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries. <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-Europe-estimates-and-NPI-impact-30-03-2020.pdf>

# Situation mondiale au 16-04-2020



***Avec les données mondiales, on identifie bien les deux premières « vagues épidémiques » ...***



***« première vague »  
en Chine et Asie ...***

***« deuxième vague »  
en Europe et  
Amérique du nord ...***

***« troisième vague »  
à venir (?)  
en Afrique et  
Amérique du sud ... ?***

***Remarque : Ces trois « vagues épidémiologiques » ont déjà été observé dans l'histoire avec la « grippe espagnole » au printemps 1918, automne 1918 et début 1919, pandémie qui a provoqué près de 50 millions de morts au niveau mondial ...***