



CIRANO

*Allier savoir et décision*

# Les mesures de confinement sont-elles efficaces ?

GUY LACROIX

2020PE-11  
PERSPECTIVES / INSIGHTS  
Texte d'opinion / Opinion Piece



*Un article de la catégorie Perspectives est un texte d'opinion court présentant une analyse éclairée et rigoureusement documentée. Les idées et les opinions émises dans cette publication sont sous l'unique responsabilité des auteurs et ne représentent pas nécessairement les positions du CIRANO ou de ses partenaires.*

[30 Avril 2020]

# Les mesures de confinement sont-elles efficaces ?

GUY LACROIX<sup>1</sup>

PROFESSEUR, DÉPARTEMENT D'ÉCONOMIQUE, UNIVERSITÉ LAVAL  
CHERCHEUR ET FELLOW CIRANO

## Introduction

Au cours des dernières semaines, le gouvernement du Québec, à l'instar de nombreuses autres juridictions, a adopté une série de décrets dans le but de limiter la propagation de la COVID-19. Les contraintes imposées par le gouvernement limitent considérablement l'espace de liberté des citoyens, et visent à protéger les personnes les plus vulnérables, notamment les personnes âgées et les patients dans les hôpitaux.

Il est très difficile de mesurer l'efficacité de ces interventions pour plusieurs raisons. En premier lieu, comme les interventions s'appliquent à l'ensemble de la population, on ne peut comparer l'état de santé d'un groupe « traité » à celui d'un groupe témoin. Il est donc impossible de déterminer quel aurait été l'état de santé de la population en l'absence de celles-ci. Dans le langage des économistes, il n'existe pas de « contrefactuel » à partir duquel on peut mesurer l'impact des interventions. En second lieu, comme l'implantation des différentes interventions est relativement récente, on dispose de peu de recul qui permette d'en apprécier les effets potentiels. Or, les coûts sociaux et économiques des interventions sont énormes et inédits en temps de paix. Il importe donc de chercher à en estimer leurs effets **probables**. En dépit des remarques ci-dessus, nous ne sommes heureusement pas totalement dépourvus...

## La modélisation, à défaut de mieux !

Au cours du mois de mars dernier, l'*Imperial College COVID-19 Response Team* de Londres a rendu public deux rapports dans lesquels les chercheurs proposent de calculer l'effet probable des interventions publiques sur la propagation de la COVID-

---

<sup>1</sup> Je remercie Georges Bresson, professeur d'économie à l'Université Paris-II Sorbonne, pour m'avoir suggéré de faire cet exercice. Je suis toutefois le seul responsable du contenu de ce document.

19, d'abord au Royaume-Uni puis dans 11 pays européens.<sup>2 3</sup> Ces rapports ont eu un retentissement planétaire et ont incité les gouvernements du Royaume-Uni et des États-Unis (entre autres) à délaisser leur stratégie d'immunité collective à la faveur de mesures contraignantes. C'est du moins ce que rapportent la très sérieuse revue [Nature](#) de même que les non moins sérieux quotidiens [The Guardian](#) et [New-York Times](#).

Les auteurs du rapport ont utilisé un modèle « semi-mécanique » - « semi-probabiliste » pour inférer les effets des interventions sur le taux de reproduction de base du coronavirus (R0). Comme tout modèle, celui de l'Imperial College est fondé sur plusieurs hypothèses. La première veut que l'implantation d'une intervention quelconque ait un effet immédiat sur le R0 et qu'il ne soit pas amoindri par des changements de comportement des individus. Une autre hypothèse importante consiste à supposer qu'une même intervention aura le même effet sur R0, quelque soit le pays dans lequel elle est implantée.

Le modèle est solutionné à rebours, c'est-à-dire que les taux de mortalité observés au fil du temps sont utilisés pour inférer la transmission qui s'est produite plusieurs semaines auparavant. Via les processus « semi-mécaniques », on peut déterminer de façon probabiliste les indices R0 ayant généré cette mortalité. L'estimation de ces derniers est rendue possible par la prise en compte de la date exacte de l'implantation de différentes interventions (et de l'hypothèse que son effet est immédiat). Par ailleurs, le modèle exploite le fait que la pandémie s'est manifestée à différents moments dans l'espace, que la nature et la date d'implantation des interventions n'étaient pas les mêmes, et enfin que les cas confirmés variaient considérablement d'un pays à l'autre.

## Et le Québec ?

L'Imperial College COVID-19 Response Team joue de transparence et doit en être félicité. Les programmes informatiques utilisés dans leur rapport ont été rendus publics et peuvent être téléchargés ici : [Version 1.0](#). De même, les données détaillées qui ont été utilisées pour estimer le modèle sont mises à jour quotidiennement et peuvent être téléchargées gratuitement. Les données sur les cas confirmés sont ici: ([Confirmés](#)) alors que les données sur la mortalité se trouvent ici: ([Mortalité](#)).

---

<sup>2</sup> Voir: (1) Ferguson, N. *et al.* [Impact of non-pharmaceutical interventions \(NPIs\) to reduce COVID19 mortality and healthcare demand](#). (2) Seth Flaxman, Swapnil Mishra, Axel Gandy et al. [Estimating the number of infections and the impact of nonpharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries](#). Imperial College London (2020)

<sup>3</sup> Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, France, Italie, Norvège, Suède, Suisse, Royaume-Uni.

Il est donc relativement aisé de modifier les programmes pour prendre en compte la situation québécoise.<sup>4</sup> Les données nécessaires se trouvent dans les fichiers cités ci-dessus. Au-delà des données quotidiennes sur les décès et la contamination, la chronologie des interventions de confinement doit être introduite dans le modèle. Pour cela, on peut s'inspirer de la Figure 4 qui apparaît en annexe (voir à la fin du document). À noter que la nature des interventions publiques au Québec est semblable à celles des pays européens étudiés.

Bien que le modèle soit estimé à l'aide des données de 11 pays européens et du Québec, il est souhaitable de comparer la situation au Québec avec celles de pays de même taille. La présentation se focalise ainsi sur les pays suivants, en plus du Québec (Pop=8,5M) : Autriche (Pop=8,8M), Belgique (Pop=11,4M), Danemark (Pop=5,8M), Norvège (Pop=5,3M), Suède (Pop=10,2M), et Suisse (Pop=8,5M).<sup>5</sup> Ces pays, à l'exception de la Suède, ont opté pour des politiques de confinement relativement sévères et partagent des caractéristiques démographiques relativement semblables. La Suède, de son côté, a opté pour des politiques peu contraignantes tout en encourageant les résidents à pratiquer une certaine distanciation sociale.

### **La mortalité**

La Figure 1 (cf. Annexe) présente la mortalité quotidienne observée sous forme d'histogramme et la mortalité prédite dans l'échantillon (en bleu) et hors échantillon (en gris). Évidemment, à mesure que les prédictions s'éloignent de la période la plus récente de l'échantillon, leur précision diminue rapidement.<sup>6</sup> On constate que l'Autriche, le Danemark, la Norvège et la Suisse ont des taux de mortalité décroissants autant dans l'échantillon que dans la zone d'extrapolation. Le modèle prédit que les taux vont continuer de diminuer tout au long du mois d'avril. La Suède, en revanche, est sur une pente ascendante, tout comme le Québec ([Washington Post, 8 avril 2020](#)). Aucun retournement n'est en vue.<sup>7</sup>

### **La contamination**

La Figure 2 (cf. Annexe) rapporte le nombre déclaré d'individus porteurs du virus (**brun**) ainsi que le nombre inféré par le modèle (**bleu**). Celui-ci est calculé à partir d'hypothèses épidémiologiques relativement à la propagation du virus. Il résulte d'un

<sup>4</sup> J'estime le modèle avec les mêmes paramètres que ceux utilisés par le Imperial College, à savoir : 4 chaînes markoviennes de 4 000 itérations chacune, 2 000 itérations « burn-in » par chaîne, « thinning factor » fixé à 4. On obtient donc 2 000 échantillons *a posteriori*. Le modèle est estimé avec les données compilées en date du 28 avril 2020.

<sup>5</sup> Il importe de noter que la densité de la population varie grandement d'une région à l'autre : De 5,6 hab./km<sup>2</sup> au Québec à plus de 379 hab./km<sup>2</sup> en Belgique. En revanche, la densité dans les grands centres urbains est plus homogène : Montréal (3 779 hab./km<sup>2</sup>), Vienne (4 326 hab./km<sup>2</sup>), Stockholm (5 200 hab./km<sup>2</sup>), Bruxelles (7 582 hab./km<sup>2</sup>).

<sup>6</sup> La zone grisée correspond au concept de *Highest Posterior Density (HPD) Interval* en statistiques Bayésiennes. Sans trop abuser, on peut l'assimiler à un intervalle de confiance.

<sup>7</sup> Les autorités suédoises effectuent beaucoup moins de tests (120/100 000 hab.) que les autorités québécoises (420/100 000 hab.). Par ailleurs, un décès est associé à la Covid19 seulement si un diagnostic antérieur a confirmé la présence du virus. Les décès y sont donc nécessairement fortement sous-estimés.

calcul à rebours qui lie la mortalité observée à une date quelconque avec le nombre probable d'individus infectés préalablement qui ont pu générer une telle mortalité. On constate évidemment que le nombre probable d'individus infectés est nettement supérieur aux nombres déclarés. On constate par ailleurs certaines discontinuités ou brisures dans les taux d'infection dans tous les pays dans la zone bleue. Ces brisures coïncident avec l'introduction des mesures contraignantes visant à diminuer la propagation du virus. La brisure observée pour la Suède est beaucoup plus modeste et découle du fait que les interventions y ont été beaucoup moins agressives.

**Selon les paramètres du modèle de l'Imperial College COVID-19 Response Team les taux d'infection sont en baisse dans plusieurs pays, mais sont toujours en hausse légère en Belgique et sont plus prononcés en Suède et au Québec.**

Selon les paramètres du modèle, les taux d'infection sont en baisse dans plusieurs pays, mais sont toujours en hausse légère en Belgique et sont plus prononcés en Suède et au Québec.

### ***Taux de reproduction de base***

La Figure 3 (cf Annexe) rapporte les taux de reproduction de base du virus, tel qu'inférés par le modèle. Les taux varient dans le temps et sont intimement liés à la ligne de temps des interventions publiques. On constate que les pays pour lesquels les taux de mortalité et de contamination sont à la baisse ont évidemment des taux de reproduction inférieurs à 1 (Autriche, Danemark, Norvège, Suède et Suisse). En revanche, les pays dans lesquels la situation évolue toujours à la hausse ont des taux de reproduction supérieurs à l'unité (Suède, Québec). La Belgique, de son côté, est statistiquement à cheval sur un taux de 1.

La Figure 3 montre que le Québec se distingue nettement des autres pays eu égard au taux de reproduction du virus au début de la pandémie. En effet, l'évolution de la contamination observée au cours du mois de mars est compatible avec un taux aussi élevé que  $R_0 = 9$ . Ce taux est nettement supérieur à celui des autres pays, à l'exception de la Belgique où l'on observe également un taux très élevé de 7. Les mesures de confinement mises en place au Québec ont toutefois eu pour effet de diminuer rapidement le taux de reproduction de base, bien que ce dernier se situe toujours au-dessus de l'unité. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus dans une autre étude utilisant un modèle épidémiologique différent et dans laquelle la singularité du Québec est mise en évidence. En effet, l'étude de [Binny et al \(2020\)](#) trouve que le  $R_0$  au Québec se situait autour 5,37 (intervalle de confiance [3,06, 8,9]) et que ce dernier est désormais d'environ 1,1 à la suite des interventions de confinement. Tout comme nos propres résultats, l'étude trouve que la Belgique se démarquait également avec un  $R_0$  autour de 4,6 avant le confinement et affiche désormais un taux nettement plus faible à la suite des interventions, soit 1,1. Selon

l'étude de Binny et al (2020), l'État de New-York était également caractérisé par un  $R_0$  élevé au début de la pandémie, celui-ci étant semblable à celui de la Belgique à 4,45.

La singularité du cas québécois appelle quelques commentaires.<sup>8</sup> Premièrement, un  $R_0$  aussi élevé que 9 est inusité. Le modèle épidémiologique utilisé requiert un tel taux pour réconcilier les décès et les infections déclarées. Or, le Québec, à l'instar de la Belgique, comptabilise les décès en milieu hospitalier de même que ceux en CHSLD (maisons de retraite en Belgique). Peu de pays européens font de même. Cela explique en bonne partie pourquoi le Québec et la Belgique ont des  $R_0$  initiaux très élevés. L'**évolution** des décès et des cas déclarés permet de ramener rapidement le  $R_0$  à des niveaux comparables à ceux des autres pays. Deuxièmement, c'est au Québec et en Belgique que la chute initiale dans l'indice  $R_0$  à la mi-mars est la plus élevée. Cela est dû à l'efficacité des politiques de confinement (qui ont par hypothèse la même efficacité qu'ailleurs), mais également à la correction du modèle qui a en quelque sorte « intégré » le fait que ces deux régions comptabilisent différemment la mortalité. Les effets des politiques de confinement sont manifestes dans les discontinuités observées dans les taux de contamination (Figure 2). En particulier, la brisure observée autour du 23 mars au Québec est associée à la fermeture des centres commerciaux et à la réduction au minimum des activités des entreprises. Pour juger de l'efficacité de ces interventions, on doit regarder du côté de la situation contrefactuelle. Celle-ci correspond au prolongement linéaire des taux d'infection du segment de droite entre le 16 et le 23 mars : les taux de contamination auraient augmenté de façon exponentielle.

Enfin, seuls le Québec et la Suède affichent toujours des indices  $R_0$  statistiquement supérieurs à 1. Dans le cas de la Suède, les mesures de confinement y sont moins contraignantes que celles intervenues au Québec et ailleurs en Europe. On peut donc s'attendre à ce que la contamination et la mortalité continuent d'évoluer à la hausse pendant encore un certain temps. En revanche, la pandémie que l'on vit au Québec est survenue avec quelques semaines de retard par rapport aux pays recensés dans cette note. On doit donc s'attendre à ce que le  $R_0$  affiché au Québec diminue progressivement sous la valeur de 1 d'ici quelques semaines, à l'instar des autres pays, et ainsi en espérer une atténuation graduelle. Le relâchement annoncé des contraintes d'ici la mi-mai peut toutefois avoir pour effet de relancer le  $R_0$  à la hausse. Des stratégies de déconfinement semblables sont également prévues dans la plupart des pays analysés dans cette note. Il sera utile d'estimer à nouveau le modèle en temps opportun pour en évaluer les conséquences.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Je remercie à un lecteur anonyme pour avoir suggéré d'apporter ces précisions.

<sup>9</sup> Le modèle peut éventuellement être modifié pour tenir compte de tels relâchements.

## Conclusion

Les mesures de confinement sont-elles efficaces ? Tel que mentionné en introduction, la mesure de l'impact de ces politiques soulève des problèmes méthodologiques importants : absence de groupe témoin, peu de recul temporel, etc. Les économistes ont l'habitude de faire des analyses d'impact *ex post*, c'est-à-dire comparer des situations avant et après une intervention quelconque. Parfois les analyses sont faites en comparant des juridictions dont certaines sont considérées comme « témoins » (pas d'intervention) et d'autres comme « traitées ». Enfin, certaines analyses exploitent à la fois les variations spatiales et temporelles des interventions.

Le modèle épidémiologique de l'*Imperial College COVID-19 Response Team* exploite en quelque sorte les dimensions temporelles (absence de synchronicité dans les interventions) et spatiales (comparaison de pays) de la pandémie. Toutefois, l'estimation du modèle repose sur des processus épidémiologiques quasi mécaniques qui ne peuvent évidemment pas être testés. Les auteurs du rapport ont ainsi calculé le nombre probable de vies sauvées par les interventions et ont conclu qu'il était en conséquence justifié de les imposer.<sup>10</sup> Or, de nombreux économistes ne partagent pas ce point de vue. Voir entre autres l'excellent blogue de [Chuck Manski](#), économiste très réputé dans le milieu académique. Ils reprochent au rapport de focaliser uniquement sur les aspects sanitaires et de négliger totalement les coûts économiques et sociaux de la pandémie. Les auteurs du rapport le reconnaissent lorsqu'ils écrivent:

*We do not consider the ethical or economic implications of either strategy (mitigation vs suppression) ... Instead we focus on feasibility, with a specific focus on what the likely healthcare system impact of the two approaches would be.*



L'autre reproche que font les économistes au modèle épidémiologique est d'ignorer les changements de comportement qui seraient survenus en l'absence d'interventions contraignantes (ce que l'on observe en Suède). Les auteurs du rapport en sont pourtant pleinement conscients:

*... it is highly likely that there would be significant spontaneous changes in population behaviour even in the absence of government-mandated interventions*

Alors, à la question à savoir si les mesures contraignantes sont efficaces, on peut répondre « oui » sur la base du modèle épidémiologique de l'*Imperial College COVID-19 Response Team*, de même que sur la base de l'étude de Binny *et al* (2020). De fait, les interventions effectuées au Québec semblent avoir un impact considérable dans la limitation de la propagation du virus selon ces deux études. Aurait-on eu la même efficacité à contenir la pandémie à l'aide de mesures moins contraignantes ? Probablement pas à en juger par la situation en Suède. D'ailleurs,

---

<sup>10</sup> On pourrait faire le même exercice pour le Québec.



les économistes seraient bien embêtés de se prononcer à ce sujet puisque nous disposons de peu de données et celles-ci ne permettraient pas de départager l'effet des contraintes de celui du changement des comportements individuels. Était-il justifié d'imposer des mesures très contraignantes ? À défaut de connaître **la totalité** des coûts et bénéfices sociaux engendrés par les mesures, il est difficile de se prononcer. Toutefois, le fait que de nombreuses juridictions commencent à évoquer la possibilité d'adoucir les contraintes témoigne que de nombreux décideurs estiment que les coûts deviennent socialement trop importants. Ces considérations sont toutefois de court terme. La littérature en science économique nous apprend par ailleurs que les fermetures d'entreprises et les pertes d'emplois qui en découlent ont de répercussions considérables à long terme sur les revenus, sur la santé et même sur l'espérance de vie (voir le [billet de l'économiste Philip Oreopoulos à ce sujet](#)). Ces coûts sont pernicieux, car ils ne se manifestent pas à court terme. Ils le sont encore davantage puisqu'il est difficile d'attribuer ces conséquences néfastes à des événements antérieurs et lointains. Ils ne sont pas moins réels et ne doivent pas être négligés.

# ANNEXES

Figure 1 – Mortalité observée et prédite par le modèle

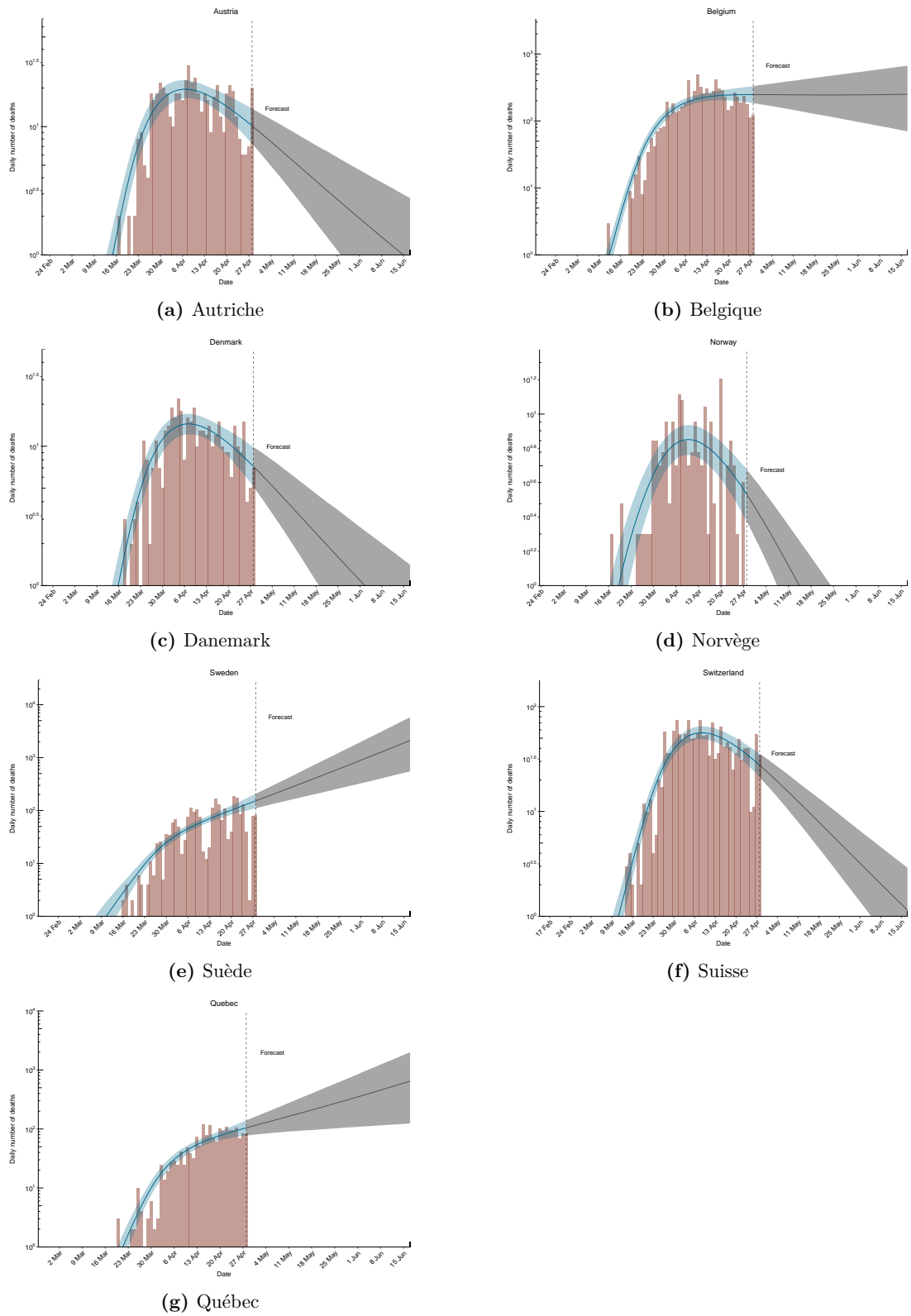
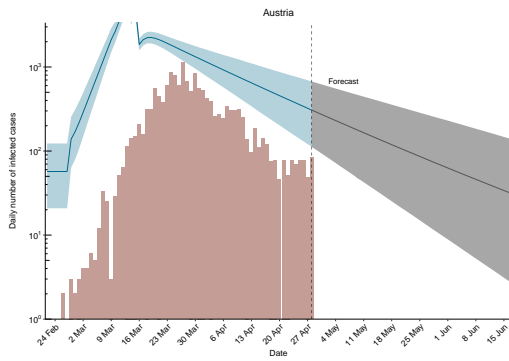
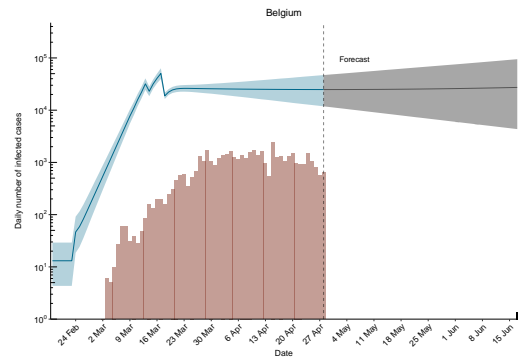


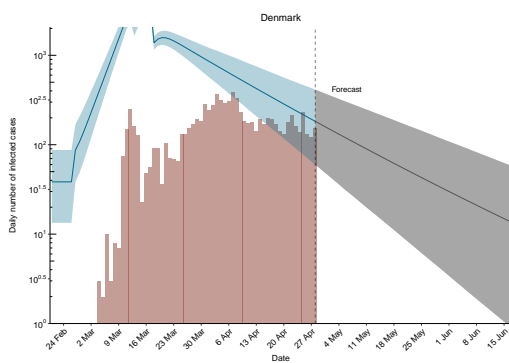
Figure 2 – Infections observées et probables



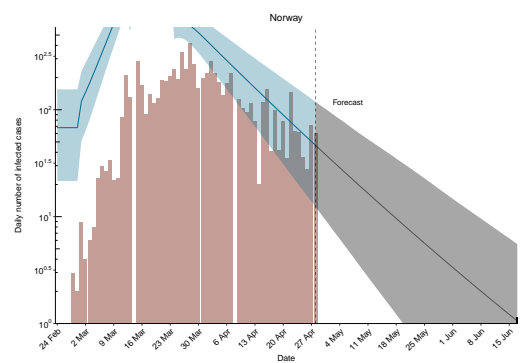
(a) Autriche



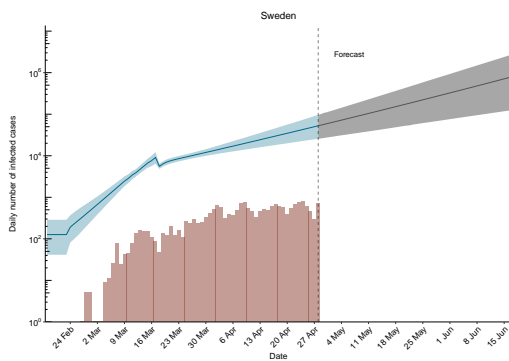
(b) Belgique



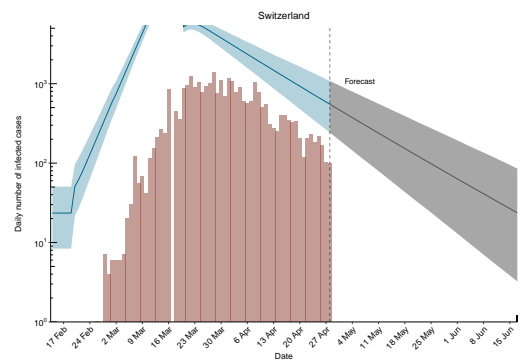
(c) Danemark



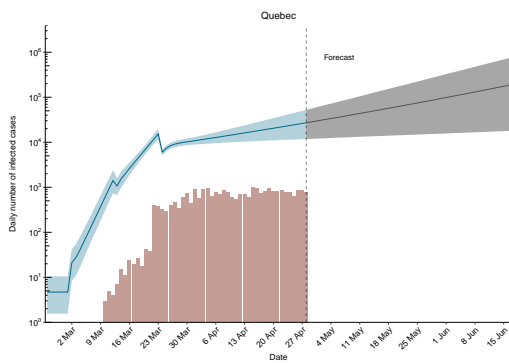
(d) Norvège



(e) Suède

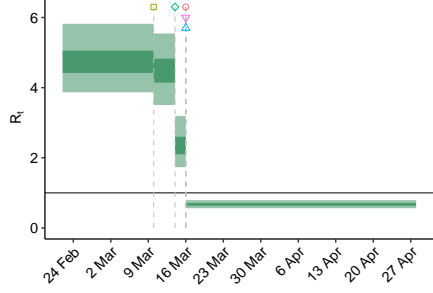


(f) Suisse

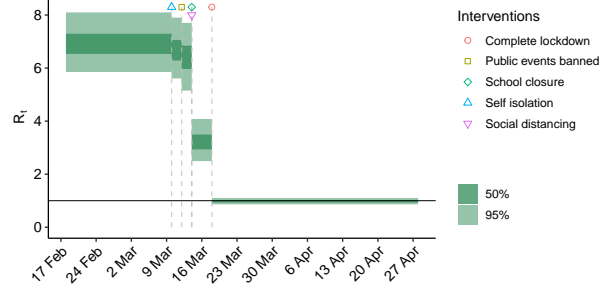


(g) Québec

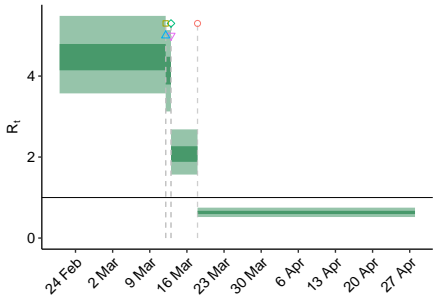
Figure 3 – Taux de reproduction de base estimé



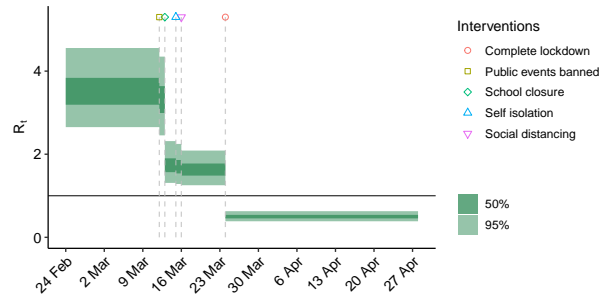
(a) Autriche



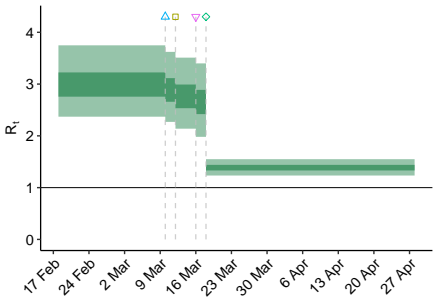
(b) Belgique



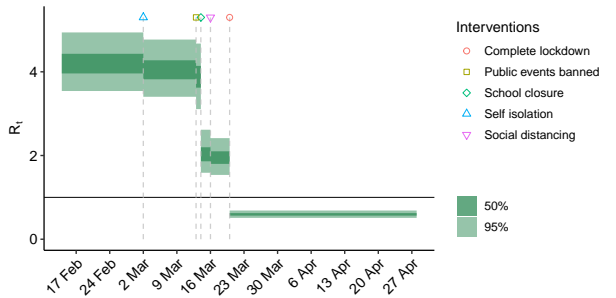
(c) Danemark



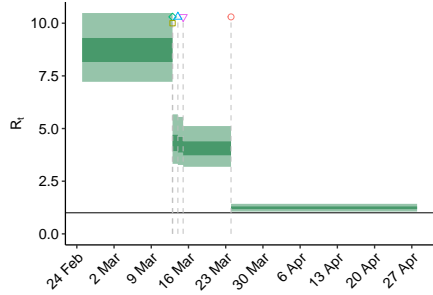
(d) Norvège



(e) Suède



(f) Suisse



(g) Québec

Figure 4 - Ligne du temps des actions du Gouvernement du Québec entre le 27 février et le 29 mars 2020

## Ligne du temps des actions

2

Entre le 27 février et le 29 mars 2020

