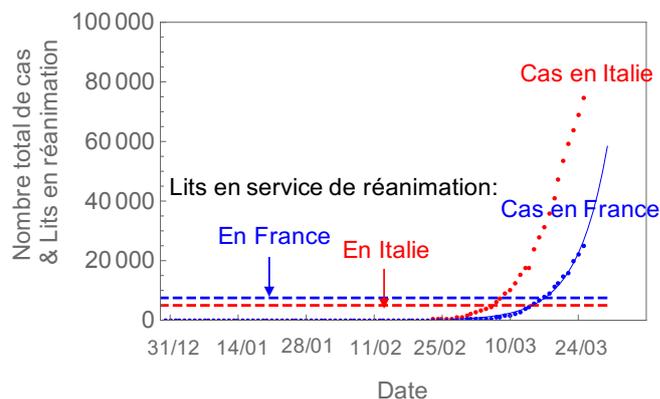


Croissance exponentielle du virus versus capacité du système hospitalier

La croissance exponentielle en bref. Comment le coronavirus peut-il se propager aussi vite ? Les estimations récentes montrent que chaque personne infectée par le virus le transmet en moyenne à un nombre d'individus compris entre deux et trois. Regardons de plus près comment le nombre de nouveaux cas croît à travers le temps. Si le premier individu infecté transmet le virus à trois nouvelles personnes, à l'étape suivante, ces trois nouvelles personnes le transmettent à 9, puis ces 9 nouveaux cas en engendrent 27 autres, etc. Qu'observe-t-on ? L'augmentation du nombre de cas dans le temps accélère ! Au bout de 16 étapes de transmission, ce sont déjà plus de soixante millions de personnes qui sont touchées ! On dit des nombres qui augmentent de la sorte qu'ils suivent une croissance exponentielle. Au début de l'épidémie, la propagation du virus est très bien décrite par la croissance exponentielle, comme le montre le graphique suivant qui présente l'évolution du nombre de cas en France et en Italie.



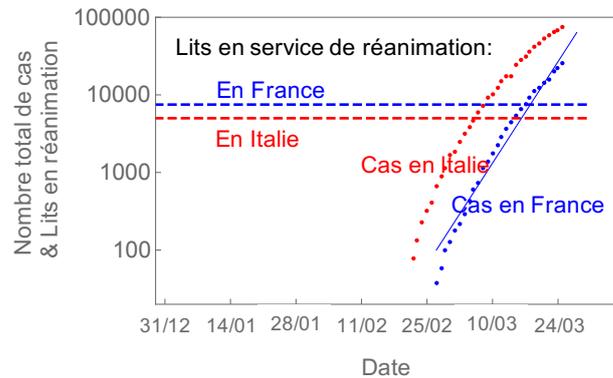
La croissance exponentielle accélère dans le temps.

Le nombre total de cas et le nombre de lits en service de réanimation en France et en Italie. Une partie des malades seulement aura besoin d'un lit, mais chaque lit sera occupé plusieurs jours durant.

Bien sûr, même en l'absence de mesures préventives, la propagation du virus finirait par ralentir, une fois que la majorité de la population l'aurait contracté. Mais on doit faire en sorte que ce ralentissement s'opère bien avant ce frein naturel, de manière à ce que notre système de santé ne soit pas submergé.

Une autre représentation pour plus de clarté. Ces chiffres semblent effrayants. Néanmoins, la représentation du graphique précédent pose problème. Par exemple, il est difficile d'y comparer la propagation du virus entre différents pays. De plus, cette représentation n'est pas adaptée pour voir si le nombre moyen de nouveaux cas par jour change avec le temps, alors qu'il s'agit d'une information cruciale pour évaluer les mesures mises en place. On peut accéder à cette information si, au lieu de compter le nombre de cas, on compte le temps qu'il faut pour qu'il soit multiplié par 10. Le nombre de cas est ainsi représenté dans une échelle appelée « logarithmique » dans le graphique suivant. En l'absence de mesures, le nombre de cas continue

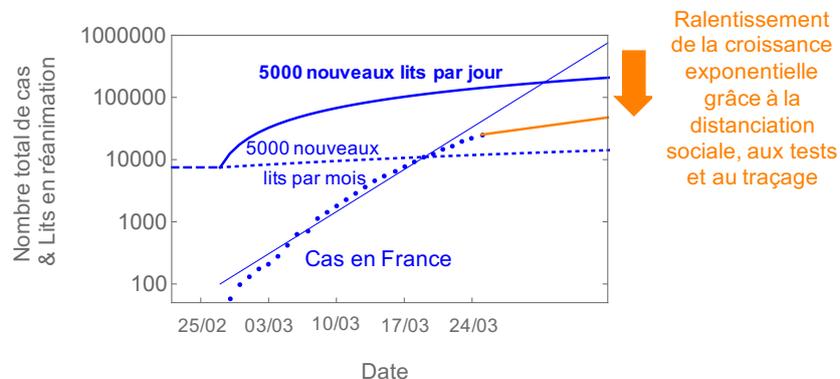
d'augmenter d'un facteur 10 de manière régulière dans le temps, ce qui se traduit par une ligne droite sur le graphique.



Une nouvelle échelle pour le nombre de cas.
L'échelle logarithmique sur l'axe des y montre que la dynamique de l'épidémie en France est très similaire à celle de l'Italie.

On observe maintenant une ligne presque droite pour la France et une ligne légèrement courbe pour l'Italie, qui sont presque parallèles. Le virus se propage à peu près à la même vitesse dans les deux pays, mais l'Italie a environ une semaine d'avance par rapport à la France. Si l'on parvient à ralentir la propagation du virus, c'est-à-dire à réduire le nombre de nouveaux cas qu'un individu infecté génère, la ligne droite devient courbe, comme dans le cas de l'Italie. On peut y parvenir grâce à la distanciation sociale : en diminuant le nombre de personnes que l'on fréquente, on diminue le nombre de personnes que l'on contamine.

La croissance exponentielle à l'épreuve des mesures linéaires. Pourquoi la distanciation sociale est-elle la seule solution possible ? Au contraire du virus, les capacités de notre système de santé ne peuvent pas croître exponentiellement – les lits en service de réanimation et les personnels de santé ne se multiplient malheureusement pas comme des virus ou des bactéries. Même si l'on était en capacité d'ouvrir 5000 nouvelles places avec respirateur en réanimation chaque mois, chaque semaine, ou même chaque jour – et cela représenterait un travail colossal ! – un tel effort ne pourrait pourtant jamais suffire à contrecarrer la croissance exponentielle du virus.



L'augmentation des capacités de notre système de santé ne suffit pas. Même une augmentation de 5000 lits par jour en réanimation, scénario déjà improbable, ne suffirait pas à long terme. Il est nécessaire de s'attaquer à la source du problème : la croissance exponentielle des contaminations.

Le but est d'éviter la saturation de notre système de santé, et ainsi d'éviter la surmortalité des patients, notamment ceux dont la maladie ne menacerait pas leur survie dans des conditions normales. Pour atteindre ce but, il faut commencer par réduire non seulement le nombre de cas, mais surtout l'augmentation du nombre de cas. C'est possible grâce à la distanciation sociale. D'autres pays ont pris différentes mesures complémentaires pour atteindre cet objectif. En Corée du Sud, par exemple, les traçages systématiques des patients et les tests fréquents ont permis de stabiliser le nombre total de cas. Le système de santé n'a pas été débordé, et la plupart des patients atteints du virus ont été guéris. L'augmentation du nombre de cas en Corée du Sud est maintenant drastiquement réduite, et le nombre total de cas ne croît plus exponentiellement.

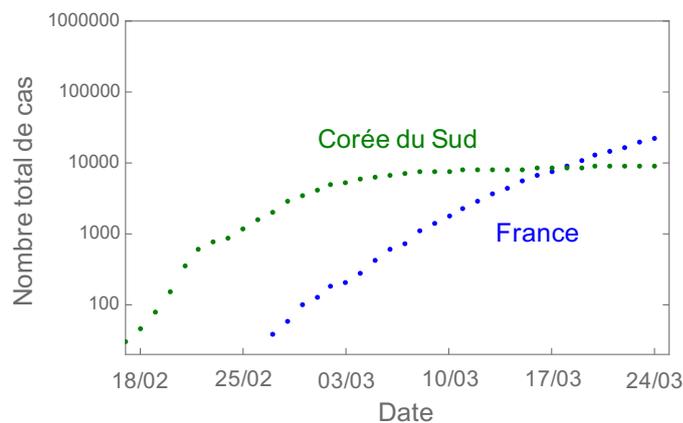


Fig 4 - La Corée du Sud est parvenue à ralentir l'épidémie.
L'exemple de la Corée du Sud montre que combiner le traçage des cas, le dépistage à grande échelle et la distanciation sociale fonctionne.

Même si les sacrifices économiques sont grands et que les restrictions imposées peuvent inquiéter, nous parviendrons à limiter l'engorgement des hôpitaux et nous sauverons des vies en respectant minutieusement les règles de confinement et de distanciation sociale.

Prof. Dr. Arne Traulsen, Dr. Hildegard Uecker, Dr. Silvia De Monte, Dr. Chaitanya S. Gokhale, Dr. Yuriy Pichugin, Dr. Florence Bansept, Dr. Christian Hilbe, Dr. Michael Raatz, Dr. Maria Bargués i Ribera, Yuanxiao Gao, Dr. Stefano Giaimo, Roman Zapien-Campos (adapté en Français par Dr. Florence Bansept et Dr. Félix Geoffroy) (Chercheurs à l'Institut Max Planck pour la Biologie de l'Évolution, spécialisés en modélisation mathématique)