

Risque systémique de pandémie via de nouveaux agents pathogènes

- Coronavirus:

Une note



Citez comme: **Joseph Norman, Yaneer Bar-Yam et Nassim Nicholas Taleb**, Risque systémique de pandémie via de nouveaux agents pathogènes - Coronavirus: A note, New England Complex Systems Institute (26 janvier 2020).

Le nouveau coronavirus émergent de Wuhan, en Chine, a été identifié comme une souche mortelle qui est également très contagieuse. La réponse de la Chine à ce jour a inclus des restrictions de voyage sur des dizaines de millions de personnes dans plusieurs grandes villes afin de ralentir sa propagation. Malgré cela, des cas identifiés de manière positive ont déjà été détectés dans de nombreux pays à travers le monde et il y a des doutes que ce confinement serait efficace.

Cette note expose certains principes à respecter dans le cadre d'un tel processus.

De toute évidence, nous avons affaire à un processus extrême à queue grasse (fin d'un graphique en courbe épaisse) en raison d'une connectivité accrue, qui augmente la propagation de manière non linéaire [1], [2]. Les processus à queue grasse ont des attributs spéciaux, ce qui rend les approches conventionnelles de gestion des risques inadéquates.

Principe général de précaution

Le principe de précaution général (non naïf) [3] définit les conditions dans lesquelles des mesures doivent être prises pour réduire le risque de ruine et les analyses coûts-avantages traditionnelles ne doivent pas être utilisées. Ce sont des problèmes de ruine où, au fil du temps, l'exposition aux événements de queue conduit à une certaine extinction éventuelle. Bien qu'il existe une probabilité très élevée pour l'humanité de survivre à un tel événement, au fil du temps, il n'y a finalement aucune probabilité de survivre à des expositions répétées à de tels événements.

Alors que des risques répétés peuvent être pris par des individus ayant une espérance de vie limitée, les expositions à la ruine ne doivent jamais être prises au niveau systémique et collectif. Sur le plan technique, le principe de précaution s'applique lorsque les moyennes statistiques traditionnelles ne sont pas valables car les risques ne sont pas ergodiques.

Empirisme naïf

Nous abordons ensuite le problème de l'empirisme naïf dans les discussions liées à ce problème.

Taux de propagation: les estimations historiques des taux de propagation des pandémies en général, et de l'actuelle en particulier, sous-estiment le taux de propagation en raison de l'augmentation rapide de la connectivité des transports au cours des dernières années. Cela signifie que les attentes quant à l'étendue des dommages sont sous-estimées à la fois parce que les événements sont

intrinsèquement gros à queue, et parce que la queue devient plus grosse à mesure que la connectivité augmente.

La connectivité mondiale est à un niveau record, la Chine étant l'une des sociétés les plus connectées au monde. Fondamentalement, les événements de contagion virale dépendent de l'interaction des agents dans l'espace physique, et avec l'incertitude prospective que les nouvelles épidémies entraînent nécessairement, la réduction temporaire de la connectivité pour ralentir les flux d'individus potentiellement contagieux est la seule approche robuste contre les erreurs d'estimation des propriétés d'un virus ou d'un autre pathogène.

Ratio de reproduction: les estimations du ratio de reproduction du virus R_0 - le nombre de cas qu'un cas génère en moyenne au cours de sa période infectieuse dans une population par ailleurs non infectée - sont biaisées à la baisse. Cette propriété provient de la queue grasse [4] due à des événements individuels de «superspreader». Simplement, R_0 est estimé à partir d'une moyenne qui met plus de temps à converger car il s'agit lui-même d'une variable à queue grasse.

Taux de mortalité: les taux de mortalité et de morbidité sont également biaisés à la baisse, en raison du décalage entre les cas identifiés, les décès et la déclaration de ces décès.

De plus en plus mortels, des agents pathogènes émergents se propageant rapidement: Avec l'augmentation des transports, nous sommes proches d'une transition vers des conditions dans lesquelles l'extinction devient certaine à la fois en raison de la propagation rapide et de la domination sélective d'agents pathogènes de plus en plus graves. [5]

Incertitude asymétrique: les propriétés du virus qui sont incertaines auront un impact substantiel sur l'efficacité des politiques mises en œuvre. Par exemple, s'il existe des porteurs asymptomatiques contagieux. Ces incertitudes ne permettent pas de savoir clairement si des mesures telles que le contrôle de la température dans les principaux

ports auront l'impact souhaité. Pratiquement toute l'incertitude tend à aggraver le problème, pas à l'améliorer, car ces processus sont convexes d'incertitude.

Fatalisme et inaction: peut-être en raison de ces défis, une réponse de santé publique commune est fataliste, acceptant ce qui se produira en raison de la croyance que rien ne peut être fait. Cette réponse est incorrecte car l'effet de levier des interventions extraordinaires correctement sélectionnées peut être très élevé.

Conclusion: les approches politiques standard à l'échelle individuelle telles que l'isolement, la recherche des contacts et la surveillance sont rapidement (sur le plan informatique) dépassées face à l'infection de masse, et ne peuvent donc pas non plus être utilisées pour arrêter une pandémie. Les approches démographiques à plusieurs échelles, notamment l'élagage drastique des réseaux de contacts utilisant les frontières collectives et le changement de comportement social, et l'autosurveillance communautaire, sont essentiels.

Ensemble, ces observations conduisent à la nécessité d'une approche de précaution face aux flambées pandémiques actuelles et potentielles qui doivent inclure des schémas de mobilité contraignants aux premiers stades d'une flambée, en particulier lorsque l'on sait peu de choses sur les vrais paramètres du pathogène.

Il en coûtera quelque chose pour réduire la mobilité à court terme, mais en cas d'échec, cela finira par coûter tout - sinon de cet événement, puis un à l'avenir. Les épidémies sont inévitables, mais une réponse de précaution appropriée peut atténuer le risque systémique pour le globe dans son ensemble. Mais les responsables politiques et les décideurs doivent agir rapidement et éviter le sophisme selon lequel avoir un respect approprié de l'incertitude face à une éventuelle catastrophe irréversible équivaut à de la «paranoïa» ou à l'inverse, à croire que rien ne peut être fait.

Les références

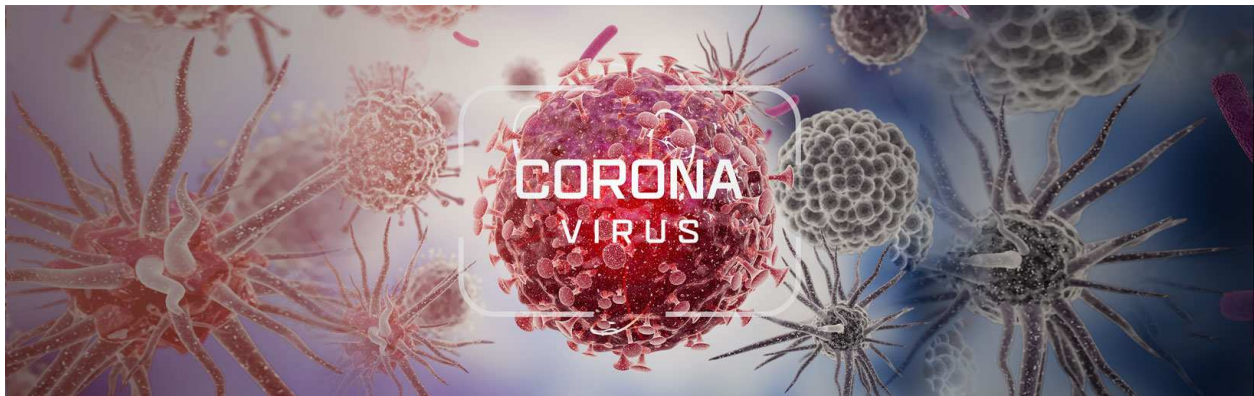
Y. Bar-Yam, «Dynamique des systèmes complexes», 1997.

-, «Transition to extinction: Pandemics in a connected world», 2016.

N.N. Taleb, R. Read, R. Douady, J. Norman et Y. Bar-Yam, «Le principe de précaution (avec application à la modification génétique des organismes)», arXiv preprint arXiv: 1410.5787, 2014.

N.N. Taleb, Les conséquences statistiques de la queue grasse. STEM Academic Press, 2020.

E.M. Rauch et Y. Bar-Yam, «Interactions à longue distance et stabilité évolutive dans un système prédateur-proie», Physical Review E, vol. 73, non. 2, p. 020903, 2006



Systemic Risk of Pandemic via Novel Pathogens – Coronavirus:

A Note

Cite as: **Joseph Norman, Yaneer Bar-Yam, and Nassim Nicholas Taleb**, Systemic risk of pandemic via novel pathogens – Coronavirus: A note, New England Complex Systems Institute (January 26, 2020).

The novel coronavirus emerging out of Wuhan, China has been identified as a deadly strain that is also highly contagious. The response by China to date has included travel restrictions on tens of millions across several major cities in an effort to slow its spread. Despite this, positively identified cases have already been detected in many countries spanning the globe and there are doubts such containment would be effective. This note outlines some principles to bear in relation to such a process.

Clearly, we are dealing with an extreme fat-tailed process owing to an increased connectivity, which increases the spreading in a nonlinear way [1], [2]. Fat tailed processes have special attributes, making conventional risk-management approaches inadequate.

General Precautionary Principle

The general (non-naive) precautionary principle [3] delineates conditions where actions must be taken to reduce risk of ruin, and traditional cost-benefit analyses must not be used. These are ruin problems where, over time, exposure to tail events leads to a certain eventual extinction. While there is a very high probability for humanity surviving a single such event, over time, there is eventually zero probability of surviving repeated exposures to such events. While repeated risks can be taken by individuals with a limited life expectancy, ruin exposures must never be taken at the systemic and collective level. In technical terms, the precautionary principle applies when traditional statistical averages are invalid because risks are not ergodic.

Naive Empiricism

Next we address the problem of naive empiricism in discussions related to this problem.

Spreading rate: Historically based estimates of spreading rates for pandemics in general, and for the current one in particular, underestimate the rate of spread because of the rapid increases in transportation connectivity over recent years. This means that expectations of the extent of harm are underestimates both because events are inherently fat tailed, and because the tail is becoming fatter as connectivity increases.

Global connectivity is at an all-time high, with China one of the most globally connected societies. Fundamentally, viral contagion events depend on the interaction of agents in physical space, and with the forward-looking uncertainty that novel outbreaks necessarily carry, reducing connectivity temporarily to slow flows of potentially contagious individuals is the only approach that is robust against misestimations in the properties of a virus or other pathogen.

Reproductive ratio: Estimates of the virus's reproductive ratio R_0 —the number of cases one case generates on average over the course of its infectious period in an otherwise uninfected population—are biased downwards. This property comes from fat-tailedness [4] due to individual 'superspreader' events. Simply, R_0 is estimated from an average which takes longer to converge as it is itself a fat-tailed variable.

Mortality rate: Mortality and morbidity rates are also downward biased, due to the lag between identified cases, deaths and reporting of those deaths.

Increasingly Fatal Rapidly Spreading Emergent Pathogens: With increasing transportation we are close to a transition to conditions in which extinction becomes certain both because of rapid spread and because of the selective dominance of increasingly worse pathogens. [5]

Asymmetric Uncertainty: Properties of the virus that are uncertain will have substantial impact on whether policies implemented are effective. For instance, whether contagious asymptomatic carriers exist. These uncertainties make it unclear whether measures such as temperature screening at major ports will have the desired impact. Practically all the uncertainty tends to make the problem potentially worse, not better, as these processes are convex to uncertainty.

Fatalism and inaction: Perhaps due to these challenges, a common public health response is fatalistic, accepting what will happen because of a belief that nothing can be done. This response is incorrect as the leverage of correctly selected extraordinary interventions can be very high.

Conclusion: Standard individual-scale policy approaches such as isolation, contact tracing and monitoring are rapidly (computationally) overwhelmed in the face of mass infection, and thus also cannot be relied upon to stop a pandemic. Multiscale population approaches including drastically pruning contact networks using collective boundaries and social behavior change, and community self-monitoring, are essential.

Together, these observations lead to the necessity of a precautionary approach to current and potential pandemic outbreaks that must include constraining mobility

patterns in the early stages of an outbreak, especially when little is known about the true parameters of the pathogen.

It will cost something to reduce mobility in the short term, but to fail to do so will eventually cost everything—if not from this event, then one in the future. Outbreaks are inevitable, but an appropriately precautionary response can mitigate systemic risk to the globe at large. But policy- and decision-makers must act swiftly and avoid the fallacy that to have an appropriate respect for uncertainty in the face of possible irreversible catastrophe amounts to "paranoia," or the converse a belief that nothing can be done.

References

Y. Bar-Yam, "Dynamics of complex systems," 1997.

—, "Transition to extinction: Pandemics in a connected world," 2016.

N.N. Taleb, R. Read, R. Douady, J. Norman, and Y. Bar-Yam, "The precautionary principle (with application to the genetic modification of organisms)," arXiv preprint arXiv:1410.5787, 2014.

N.N. Taleb, *The Statistical Consequences of Fat Tails*. STEM Academic Press, 2020.

E.M. Rauch and Y. Bar-Yam, "Long-range interactions and evolutionary stability in a predator-prey system," *Physical Review E*, vol. 73, no. 2, p. 020903, 2006