

Modélisation Prévisionnelle de COVID-19 et Politiques Publiques

Laisser-faire vs Lock Down

Alors que les gouvernements, les entreprises et les particuliers font face à la pandémie de COVID-19, il est important qu'une bonne compréhension de la propagation du virus SRAS-CoV-2, et de son cortège de maladies, d'hospitalisations diverses et de mort soit saisie de tous. Les données et la modélisation sont des instruments clés dans la manière dont les gouvernements et leurs citoyens peuvent lutter contre la pandémie et planifier l'avenir.

Avec son logiciel de prévision phare, Futurcast™, Futurion utilise son expertise pour aider gouvernements et citoyens à comprendre comment cette propagation a lieu et, de manière significative, comment différentes mesures de santé publique peuvent affecter le nombre et la temporalité des infections, hospitalisations et décès. Grâce à nos technologies utilisées par l'industrie pharmaceutique pour prévoir les besoins de santé dans le monde et à des données adéquates, nous avons construit un outil sur mesure pour modéliser la propagation du virus selon différents scénarios de mesures de santé publique, allant d'un total laisser-faire à des ordonnances fermes de maintien à domicile.

Nos résultats illustrent la nécessité de mesures de santé publique fortes non seulement pour sauver des vies, mais aussi pour raccourcir le délai avant que la vie normale ou quasi-normale puisse reprendre, avec toutes les conséquences sociales et économiques qui en découlent. De fait, notre modélisation suggère qu'une ordonnance de confinement peut réduire de plus de dix fois la mortalité et raccourcir le retour à une vie quasi normale de plusieurs mois.

Nous évoquerons ici la nature exponentielle des propagations virales, les mesures de santé publique et de leurs effets, et les résultats du modèle Futurcast COVID-19.

Croissance exponentielle et COVID-19

La croissance exponentielle est similaire à une réaction en chaîne. Imaginez une personne porteuse de COVID-19. Par souci de simplicité, supposons que cette seule personne contagieuse infecte lors de sa maladie 3 autres personnes et que toute personne infectée ne demeure contagieuse que pour une seule journée. Chacune de ces personnes nouvellement infectées infectera à son tour 3 autres personnes, soit un total de 9 personnes après la première journée. Lors du troisième jour, le total des nouvelles infections passe à 27, 81 au quatrième, 243 au 5e, 729 au 6e, 2187 au 7e, etc. Le 10e cycle de contamination verrait ainsi 59 049 infectés si rien ne venait affecter

la propagation du virus. Si nous commençons à la place avec 100 personnes infectées le premier jour, il y aurait rapidement 5 904 900 nouvelles infections.

Pour COVID-19, selon le degré de gravité de la maladie (asymptomatique, modéré, sévère et critique) une personne reste contagieuse de 14 à 25 jours. Autrement dit, dans les cas les plus bénins, une personne peut ne présenter aucun symptôme pendant 14 jours tout en restant contagieuse pendant toute cette période. Les études des infections antérieures et les données recueillies à ce jour concernant le COVID-19, montre que la probabilité pour qu'un individu ayant été en contact relativement prolongé avec une personne infectée sans prendre de précautions particulières soit infecté à son tour est autour de 12% - 14%. Nous pouvons réduire ce taux en prenant des mesures, telles que la distanciation physique et une limite sur la taille des rassemblements. Nous savons également que, comme pour la plupart des maladies infectieuses, différentes personnes réagiront différemment à l'infection. Dans l'exemple du COVID-19, les données suggèrent que les personnes de plus de 80 ans ont une très forte probabilité d'avoir une réaction sévère - conduisant à une hospitalisation - et 15% de chances de mourir. Ces mêmes personnes âgées ont une probabilité forte de se retrouver dans un état critique pouvant entraîner le décès dans 50% des cas, etc.... Chaque fois qu'une personne infectée décède, est hospitalisée ou est retirée de la population après avoir été «verrouillée », nous pouvons supposer qu'elle ne pourra alors infecter aucun individu à l'avenir ni être infectée.

Lors de l'élaboration de l'outil Futurcast COVID-19, nous avons pris en compte la nature aléatoire du processus d'infection ainsi que les mesures de santé publique prises, telles que l'étendue des tests de diagnostic pour identifier les personnes infectées, l'éloignement physique et les ordonnances de maintien à domicile.

La situation dans l'État de New York

Nous avons choisi d'appliquer le modèle Futurcast COVID-19 aux données démographiques de l'État de New York qui en ce moment peut être considéré comme l'épicentre mondial de cette pandémie. Le gouverneur Andrew Cuomo donne lors de sa conférence de presse télévisée quotidienne une visibilité universelle au sort de l'agglomération de New York.

Dans nos simulations nous utilisons la distribution des degrés de gravité de la maladie, tirée de synthèses de l'expérience chinoise compilées à partir de diverses données publiées et présentée par le Dr Toni Choueiri de l'Institut Dana-Farber. Nous avons séparé les populations en six groupes d'âge: 0 - 39, 40 - 49, 50 - 59, 60 - 69, 70 - 79, 80 et reparti les pourcentages des degrés de gravité de COVID-19 en nous inspirant des données sud-coréennes.

Dans ces simulations, nous avons choisi de n'imposer aucune limitation de capacité aux ressources de soins de santé afin d'estimer les besoins requis en lits d'hôpitaux et de soins intensifs. Lorsque ces contraintes sont mises en place, il va sans dire que la mortalité totale augmente.

Scénarios:

Le caractère interactif de l'outil nous permet d'élaborer de nombreux scénarios alternatifs qui représentent la mise en œuvre, à différents moments, d'un éventail de politiques de santé publique. Nous présentons ici les résultats de cinq scénarios clés reflétant différentes mesures qui peuvent être prises comme suit:

I. **Laisser-faire:** Laisser COVID-19 suivre son cours jusqu'à une stabilisation du nombre total de personnes infectées.

II. **Distanciation sociale:** des mesures telles que le maintien d'une séparation de 2 mètres entre les individus, la limitation de la taille des rassemblements, la limitation des déplacements entre les régions, etc., qui devraient réduire de moitié (14% contre 7%) la probabilité de transmission de l'infection d'une personne à un autre.

III. **Verrouillage rapide avec distanciation sociale:** mesures de distanciation sociale suivies d'un confinement total de tous les individus de plus de 70 ans après avoir atteint 100 morts et de tous les autres individus, après 1000 morts

IV. **Verrouillage tardif avec distanciation sociale:** mesures de distanciation sociale suivies d'un confinement total de tous les individus de plus de 70 ans après 1000 morts, pour ceux entre 40 et 69 ans, après 10000 morts, et pour ceux de moins de 39 ans, après 15000 morts.

V. **Tests aléatoires extensifs sous distanciation sociale:** 100 000 tests aléatoires quotidiens pour identifier les individus infectés qui sont ensuite isolés et retirés de la population active.

Il est important de noter que le concept de verrouillage est celui d'un confinement obligatoire sans interaction physique avec le monde extérieur, sans visiteurs, sans sortie pour faire ses courses, sans rencontre avec les membres éloignés de la famille. Un état tel qu'une personne enfermée ne puisse plus infecter une autre personne ou être elle-même infectée. Nous supposons que les personnes exerçant des fonctions essentielles (soins médicaux, transport et distribution de nourriture et de marchandises, assainissement, etc.) poursuivent leurs activités.

Les prévisions Futurcast:

Le tableau ci-dessous présente les résultats du modèle dans les cinq scénarios énoncés ci-dessus, compte tenu de la population de l'État de New York (près de 20 000 000) et de sa démographie.

	Population Infectée	Nombre décès	Durée en jours	Jour du Pic	Pic lits d'hôpital	Pic lits réanimation
I. Laisser-faire -14%	85%	300,000	140	73	534,000	103,600
II. Distanciation -7%	56%	191,600	380	200	130,000	26,200
III. Verrouillage rapide	1.3%	1,580	185	150	2,300	300
IV. Verrouillage lent	16%	15,360	240	185	15,800	2,600
V. Tests - 7%	49%	72,000	410	220	108,000	20,500

*Voir les résultats pour le Québec à la Note a. pour les mêmes scénarios

Observations

Malheureusement, il a fallu du temps à la grande majorité des pays pour conclure qu'un scénario de laisser-faire est politiquement et humainement impossible même s'il a un impact moins dommageable sur l'économie. Cette attitude de laisser-faire aurait pu conduire, aux États-Unis, à plus de 5 000 000 de morts compte tenu des 300 000 prévus pour l'État de New York. Plus la science et la nature exponentielle de la pandémie seront mises en doute, plus cette attitude prévaudra.

Il est important de noter les limites de la distanciation sociale. Bien que ces mesures, ainsi que le montre ces données, « aplatissent la courbe » et entraînent une pression réduite sur les ressources de soins de santé en termes de lits de soins intensifs requis, le niveau de mortalité reste élevé (centaines de milliers) avec une durée de l'épisode difficilement supportable.

Ce qui pourrait être un résultat surprenant, c'est le faible impact des tests approfondis (100 000 tests aléatoires par jour) dans le cadre de la distanciation sociale afin d'identifier et de verrouiller les personnes infectées. Même si nous doublons le nombre de tests par jour, nous ne diminuons la mortalité que de 6,9% ou 12 000 individus dans notre exemple. Par contre ces échantillons pourraient fournir de précieux renseignements sur le moment le plus judicieux de lever les confinements mis en place.

Ce que les prévisions révèlent est qu'un confinement strict est la seule prescription politique qui réduit de manière significative la durée de la pandémie et la mortalité. Plus elle est mise en œuvre tôt, moins l'impact de la pandémie est important d'un point de vue sanitaire, social et économique.

Mettre en place un tel verrouillage n'est pas une proposition logistique et politique facile. Les transports en commun seraient arrêtés. Aucun contact physique direct ne serait autorisé. Les interactions sociales se limiteraient aux outils de médias sociaux. Les services dits essentiels ne seraient vraiment que ceux qui le sont réellement. À moins d'un médicament miracle, rien d'autre ne peut assurer un retour rapide à la normale avec peu de mortalité.

Conclusion

Nous sommes convaincus de la fiabilité des prévisions compte tenu des informations disponibles. Nous ne pouvons travailler qu'à partir des données de mortalité car les cas rapportés dans les médias sont limités aux individus testés et non à l'ensemble de la population infectée.

L'application du modèle COVID-19 de Futurcast dans un scénario de laisser-faire pour la province de l'Ontario donne une projection pour le 30 avril conforme au nombre de 6000 morts prévu par la province pour la même date dans un scénario semblable de laisser-faire.

Ce qui est extrêmement important à noter, c'est que le modèle Futurcast COVID-19 prédit pour l'Ontario environ 140 000 morts au 30 mai selon le même scénario! Encore une fois, comment cette croissance peut-elle se produire en 30 jours? Il s'agit d'une croissance exponentielle sans contraintes.

Pour conclure, même si nos gouvernements ont peut-être quelques semaines de retard pour adopter les mesures nécessaires, il est encore temps de sauver des centaines de milliers de vies.

Cet effort de modélisation n'est pas coulé dans le béton. Il évolue constamment avec de nouvelles informations et nous prévoyons de mettre à jour nos prévisions sur une base hebdomadaire.

À propos de Futurion

Futurion est une organisation privée qui, depuis 1985, a consacré tous ses efforts au développement et à la mise en œuvre de technologies de prévision opérationnelle et stratégique. Ses systèmes logiciels sont utilisés dans toutes les industries, avec une application spécialisée pour les produits pharmaceutiques existants et en pipeline.

Note a.

Prévisions pour le Québec selon la population et la distribution d'âge de la province :

	Population Infectée	Nombre décès	Durée en jours	Jour du Pic	Pic lits d'hôpital	Pic lits réanimation
I. Laisser-faire -14%	89%	160,000	130	70	285,000	55,400
II. Distanciation -7%	55%	101,000	320	200	67.200	13,200
III. Verrouillage rapide	3.2%	1,575	180	150	2,150	380
IV. Verrouillage lent	24%	12,690	250	205	9,350	1,550
V. Tests - 7%	46%	81,800	360	200	44,000	8,350

*Les "mêmes définitions des scénarios