

# Les stratégies sociales pour endiguer la pandémie

Publié le 14 avril 2020.

Collectif « Diffusons la science, pas le virus » : <http://diffusonslascience.fr/>

Equipe « Mécanismes d'immunité et stratégies thérapeutiques » :

Eric Cascales, Marie Grandjean, Yoann Santin, Boris Taillefer

Directeurs de publication :

Tâm Mignot & Yann Vacher

**À retenir :** Outre le développement de stratégies thérapeutiques, des essais précliniques et des subventions à la recherche sur le Covid-19, les états ont mis en place des stratégies sociales qui consistent à imposer des comportements collectifs à l'ensemble ou à une partie de la population afin d'endiguer la pandémie. Le confinement - ou distanciation sociale - a pour but de minimiser les échanges entre personnes et ainsi ralentir la propagation du virus. Au contraire, la stratégie d'immunité collective consiste à attendre qu'un certain pourcentage de la population soit guéri pour que la transmission du virus ralentisse.

## LES ÉTATS FACE A LA CONTAGIOSITÉ DU COVID-19.

La pandémie de Covid-19 bouleverse les sociétés du monde entier depuis plusieurs mois. La rapide propagation de ce virus dans le monde est due à sa nature très contagieuse (notion développée dans le thème 1, épisode 1). La contagiosité d'un agent pathogène, appelée  $R_0$ , est définie par le produit mathématique de 3 caractéristiques : la **durée de contagiosité**, la **part de la population sensible** (ou non-immunisée), et le **taux de transmission** (Figure 1A). La contagiosité du SARS-CoV-2 est estimée à 2,5, ce qui signifie qu'une personne contagieuse va infecter en moyenne 2,5 personnes, contre 1 personne pour la grippe saisonnière<sup>1</sup>. Les stratégies thérapeutiques telles que les traitements médicamenteux et les vaccins permettent de diminuer deux de ces facteurs (durée de la période contagieuse, part de la population sensible). Cependant, l'absence de traitement efficace contre le Covid-19 oblige les gouvernements à prendre des mesures sanitaires et sociales drastiques pour diminuer la contagiosité du virus.

Mais alors, dans les faits, comment se protéger sans médicament ?

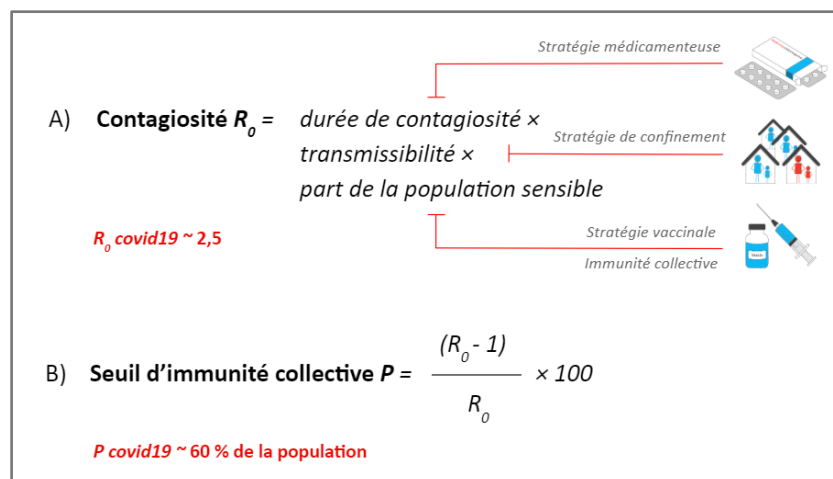


Figure 1. Deux valeurs pour comprendre la propagation de l'épidémie.

A) La **contagiosité  $R_0$**  du virus est le produit de 3 caractères :

- 1) la durée de contagiosité peut être diminuée par un traitement médicamenteux.
- 2) la transmissibilité peut être diminuée par l'application de gestes barrières, ou par la distanciation sociale.
- 3) la proportion de la population sensible (ou non-immunisée) diminue grâce à la vaccination, ou lorsque le seuil d'immunité collective est atteint.

B) Le **seuil d'immunité collective  $P$** , calculée à partir du  $R_0$ , définit la proportion de la population qui doit être immunisée pour que le risque de transmission aux personnes non-immunisées soit extrêmement faible. Au-dessus de ce seuil, le virus ne peut se maintenir dans la population et finit par disparaître.

## **L'IMMUNITÉ COLLECTIVE : LAISSER FAIRE LA NATURE.**

De manière naturelle, l'infection par un agent pathogène tel qu'un virus produit une réaction immunitaire chez l'homme. Le développement d'anticorps par le corps humain va permettre de combattre l'agent pathogène. Une fois celui-ci éliminé, l'individu est alors immunisé, c'est à dire protégé lors d'une prochaine rencontre avec ce même agent pathogène. On parle d'immunité acquise ou adaptative. L'immunité collective s'appuie sur l'idée que l'augmentation du nombre de personnes immunisées dans la population, et donc résistantes à l'agent pathogène, conduit à une réduction de la propagation de la maladie<sup>2</sup> (Figure 2B). En effet, la diminution de la proportion d'individus sensibles dans la population entraîne directement une diminution du taux de transmission. C'est le principe qui s'applique naturellement contre le virus de la grippe saisonnière, peu contagieuse<sup>3</sup>. À partir de la valeur de  $R_0$ , on peut calculer le seuil d'immunité collective, c'est-à-dire la proportion de la population qui doit être immunisée pour que le risque de transmission aux personnes non-immunisées devienne très faible (Figure 1B). Avec un  $R_0$  estimé à 2,5, 60% de la population devrait contracter la maladie pour endiguer l'épidémie, soit environ 40 millions de personnes en France.

Dans le cas du Covid-19, qui a un taux de mortalité plus élevé que celui de la grippe et qui entraîne nombre de cas graves nécessitant une hospitalisation (dans 15% des cas selon l'Organisation Mondiale de la Santé), la mise en place d'une stratégie d'immunité collective met en danger de mort une grande partie de la population. Avec un système de santé au nombre de places limité, l'afflux de malades peut rapidement dépasser les capacités des hôpitaux, et notamment des services de soins intensifs. La limite de cette stratégie est donc morale puisque la contrepartie est un nombre de décès important. Pour cette raison, peu de gouvernements ont pris cette décision et ont plutôt appliqué des stratégies de confinement ciblé ou généralisé.

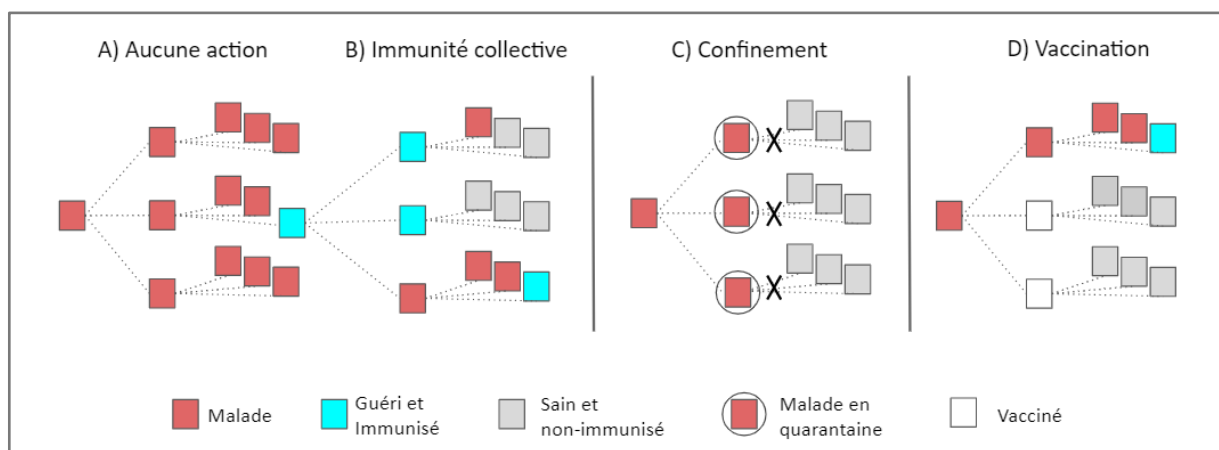
## **LE CONFINEMENT CIBLÉ : ISOLER LES MALADES.**

Le confinement ciblé, ou partiel, consiste à dépister la population en masse et à mettre en quarantaine les individus positifs au virus ainsi que leur entourage<sup>4</sup>. La mise à l'écart des individus atteints par le virus empêche sa propagation dans la population (Figure 2C). Cette stratégie est accompagnée par l'application scrupuleuse de la distanciation sociale et des règles d'hygiène de base, notamment des gestes barrières, comme l'utilisation de masques chirurgicaux, supposés suffisants pour réduire l'épidémie<sup>5</sup>. Cependant, cette stratégie nécessite d'identifier et d'isoler rapidement les personnes atteintes par le Covid-19, que ce soit des personnes avec des symptômes apparents ou asymptomatiques. Pour cela, certains états déploient des dispositifs numériques de surveillance via des applications téléphoniques qui enregistrent l'ensemble des contacts avec d'autres individus : lors d'un contact avec un individu malade, l'application émet une alerte pour inciter cette personne à se mettre en quarantaine et à se faire dépister. Cette stratégie a

malheureusement beaucoup de limites. Premièrement, il est difficile d'identifier des personnes porteuses du virus mais asymptomatiques, ce qui nécessiterait des tests de dépistage fiables et en nombre suffisant<sup>6</sup>. De plus, l'absence de respect de la distanciation par les personnes asymptomatiques et la pénurie de matériel nécessaire aux gestes barrières (masques, gel hydro-alcoolique...) rendent difficile l'application de cette stratégie à grande échelle, malgré les efforts de production déployés. Enfin, l'utilisation généralisée d'outils de surveillance par la géolocalisation des téléphones portables peut être considérée comme une atteinte aux libertés individuelles, et constitue un acte politique en contradiction avec certains principes démocratiques.

### LE CONFINEMENT GÉNÉRALISÉ : TOUT ARRÊTER.

Une manière de diminuer artificiellement la contagiosité du virus est de cesser les contacts entre les personnes au sein de l'ensemble de la population. Si 1 personne peut en contaminer 2 ou 3 autres, qui elles-mêmes en contaminent 2 ou 3 chacune, on comprend rapidement l'évolution exponentielle de l'épidémie et l'intérêt de confiner une personne pour mettre fin à la propagation (Figure 2A et 2C). Suivie scrupuleusement, cette stratégie permet donc de diminuer rapidement le taux de transmission. De plus, elle permet de soulager le système sanitaire faisant face à une affluence dépassant ses capacités, en répartissant la prise en charge des cas sur un temps plus long<sup>7</sup>. Cette stratégie est d'autant plus efficace qu'elle est prise tôt dans l'épidémie, au moment où peu de personnes sont encore contagieuses. Tout comme les autres stratégies, le confinement généralisé a également des limites. Premièrement, il repose sur le respect du confinement et de l'absence de contact entre les personnes. Deuxièmement, le confinement généralisé peut avoir un impact psychologique sur de nombreuses personnes, et notamment les personnes isolées ou âgées. Tout comme le confinement ciblé, le confinement généralisé empêche l'immunisation de la population, favorisant un risque de réémergence de l'épidémie (seconde vague). En effet, un déconfinement efficace n'est possible que par un contrôle rigoureux de la population par des tests de dépistages ou par sa vaccination systématique, indisponibles pour l'instant. Enfin, la cessation d'une grande partie des activités professionnelles a un impact très important sur l'économie du pays, qui peut alors subir une récession importante. C'est cependant cette stratégie qui a été adoptée par la majorité des états.



**Figure 2. Schéma de propagation d'une épidémie en fonction des stratégies sociales (pour  $R_0 = 3$ ).**

A) Aucune action : les individus malades (rouge) propagent rapidement la maladie dans la population. Après l'infection, les individus guéris et immunisés (bleu) sont résistants contre le virus et sont moins contagieux que les malades, mais peuvent encore transmettre la maladie lors d'un contact.

B) Immunité collective : les individus immunisés moins contagieux limitent la propagation de la maladie, laissant une grande proportion d'individus sains et non-immunisés (gris).

C) Confinement : les individus malades sont mis en quarantaine (rouge encadré) pour empêcher la contamination d'individus sains non-immunisés.

D) La vaccination permet aux individus (blanc) de se protéger des individus contagieux et les empêche de devenir eux-mêmes contagieux, limitant ainsi la propagation.

### LES CHOIX STRATÉGIQUES DES ÉTATS POUR GÉRER L'ÉPIDÉMIE.

Comme nous l'avons vu, les trois stratégies possibles à la disposition des états sont très différentes, et ont toutes des limites sociétales : ne rien faire, action ciblée ou action généralisée à l'ensemble de la population. Le choix de la stratégie est donc un compromis éthique et moral, pesant le poids des pertes humaines et économiques. Ainsi, certains gouvernements ont tardé à fermer leurs frontières et annoncer le confinement, comme le Brésil. Le non-confinement, ou un confinement très partiel, est la stratégie adoptée par plusieurs états, dont les Pays-Bas et la Suède, au risque d'essuyer des pertes humaines considérables. L'immunité collective était également la stratégie décidée initialement au Royaume-Uni, avant que le gouvernement ne fasse marche arrière. A Singapour ou en Corée du Sud, c'est le confinement partiel qui a été mis en place, accompagné d'une surveillance stricte des individus. Cette stratégie, qui nécessite des moyens de dépistage, la surveillance des individus, et le respect des règles par la population, a conduit à des résultats différents dans ces deux pays. La Corée du Sud a rapidement vu une diminution de la propagation du virus, tandis que Singapour a dû dernièrement prendre des mesures de confinement plus drastiques. Enfin, le confinement total a été la stratégie favorisée et adoptée par la majorité des pays du monde. Ainsi, au 1er avril 2020, 3.4 milliards de personnes étaient astreintes au confinement ou à des limitations de déplacement. Cependant, s'il permet une gestion plus facile de la crise sanitaire, le confinement n'est pas l'unique solution efficace en terme sanitaire et social. En cela, de nombreuses interrogations subsistent, notamment sur "l'après confinement" et le risque d'une seconde vague. Bien qu'il soit actuellement difficile d'estimer l'impact des mesures de confinement, des études de modélisation émettent des prédictions rassurantes quant à l'évolution de l'épidémie selon cette stratégie<sup>7</sup> (voir [thème 1](#), épisode 2).

### REFERENCES

1. Liu, Y., Gayle, A. A., Wilder-Smith, A. & Rocklöv, J. The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus. *J. Travel Med.* **27**, (2020).
2. Fine, P. E. M. Herd Immunity: History, Theory, Practice. *Epidemiol. Rev.* **15**, 265–302 (1993).
3. Nüssing, S. *et al.* Innate and adaptive T cells in influenza disease. *Front. Med.* **12**, 34–47 (2018).
4. Ferretti, L. *et al.* Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Science* eabb6936 (2020) doi:10.1126/science.abb6936.
5. Leung, N. H. L. *et al.* Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nat. Med.* (2020) doi:10.1038/s41591-020-0843-2.
6. Cauchemez, S. *et al.* Middle East respiratory syndrome coronavirus: quantification of the extent of the epidemic, surveillance biases, and transmissibility. *Lancet Infect. Dis.* **14**, 50–56 (2014).
7. Ferguson, N. M. *et al.* Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. *Imperial College COVID-19 Response Team* (2020) doi:10.25561/77482.

### MODELISATIONS

Les modélisations montrées dans l'épisode ont été générées par Aurélien Clairais, Ingénieur Docteur chargé d'étude en simulation dynamique au Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement).

Retrouvez tous les codes en langage Go ayant servi à la modélisation de l'épidémie ici:

<https://github.com/AureClai/modelisation-epidemie?fbclid=IwAR2xWwAqENpJ2wcaV6xc6LOFwNlv4zvR6vcVc0AYAYCyy-AE5NNklKgrzZVg>