

Une pandémie nouvelle : en quoi et pourquoi ?

Fin 2019 commençait en Chine une épidémie de Sars-Cov-2 qui, dix-huit mois après, avait contaminé plus de 221 millions de personnes, dont 4,75 millions étaient décédées. Hormis ses conséquences sanitaires, cette épidémie a eu un impact social et économique mondial.

Caractéristiques et développements inattendus de la pandémie de Covid-19

Depuis l'épidémie de syndromes respiratoires aigus sévères (Sras) en 2003 et l'épizootie de grippe aviaire due au virus H5N1 de 2005, une pandémie à virus émergent était redoutée. En 2005, le Règlement sanitaire international avait été modifié dans cette perspective. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les États membres s'étaient préparés à cette éventualité, avec plus ou moins d'énergie et de moyens.

En 2009, la pandémie grippale due au virus H1N1 avait d'abord paru justifier ce grand effort de préparation mais la gravité de cette pandémie, moindre que ce qui avait été craint au début, avait finalement fait douter de l'opportunité de ces efforts de préparation au risque pandémique [37]. N'en avait-on pas trop fait ? N'avait-on pas trop dépensé ?

Dès lors, le piège était tendu. Les alertes causées par le coronavirus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS-coronavirus) en 2012, par le virus Ebola en Afrique de l'Ouest en 2013 et par le virus Zika en 2015 ne suffirent pas à relancer la mobilisation face au risque pandémique.

En 2020, la pandémie due à un nouveau coronavirus émergent, le Sars-Cov-2, ne manqua pas son effet de

surprise. Des pays qui, tels que la France, s'étaient activement préparés entre 2005 et 2010 se trouvèrent en situation d'impréparation : absence de mise à jour des plans de préparation ; suspension des exercices ; disparition des importants stocks de masques qui avaient été constitués pour pouvoir mettre en œuvre, dès le début de la pandémie, des mesures de réduction des risques [38]. L'impact de certaines vagues pandémiques fut redoutable : de nombreux malades affluèrent aux urgences des hôpitaux, débordant leurs capacités d'accueil en réanimation, exposant gravement des professionnels de santé parfois mal équipés, et soulignant, dans certains pays, des défauts critiques d'approvisionnement en oxygène.

Avec près de vingt mois de recul, il est possible de dégager quelques caractéristiques et développements inattendus de la pandémie de Covid-19.

Des surprises en matière de transmission du virus

La première surprise fut que le virus pouvait se transmettre avant l'apparition des premiers symptômes [73]. Cette caractéristique retira une grande part d'efficacité aux méthodes de détection des personnes porteuses du virus par la prise de la température ou l'interrogatoire

Didier Houssin
Président du comité d'urgence Covid-19 de l'Organisation mondiale de la santé, membre de l'Académie nationale de médecine

Les références entre crochets renvoient à la Bibliographie générale p. 66.



Covid-19 : une crise sanitaire inédite

sur la présence ou non de symptômes, par exemple à la sortie ou à l'entrée des voyageurs dans les aéroports internationaux. Cette caractéristique pesa lourdement, en facilitant la diffusion internationale du virus, en particulier de la Chine vers l'Europe et l'Amérique du Nord dans les toutes premières semaines de l'épidémie, en particulier en février 2020.

La deuxième surprise, en termes de transmission du virus, survint plus tard, lorsque l'évolution génétique du virus vit émerger un variant au moins deux fois plus transmissible que les Sars-Cov-2 jusqu'alors circulant : le variant Delta. Apparu en Inde au début de 2021, celui-ci devint rapidement prédominant dans de nombreux pays, soulignant combien cette pandémie était en état de constant devenir, du fait du potentiel d'évolution génétique de ce virus.

La remise à l'honneur des méthodes non pharmacologiques de réduction du risque de transmission du virus

En l'absence d'un traitement médicamenteux efficace et dans l'attente de la mise à disposition de vaccins, il fallut bien recourir aux méthodes non pharmacologiques de réduction du risque de transmission du virus. Tout en objectivant par contraste les événements les plus à risque de transmission du virus (rassemblements de personnes parlant, criant ou chantant en espace confiné), la réduction du risque, appuyée sur le port du masque, l'hygiène des mains, la distanciation physique, la ventilation des espaces confinés, fit la preuve de son efficacité [12].

Elle conforta les plans de prévention qui, en France quelques années auparavant, comportaient la constitution de stocks importants de masques, justement en vue de la réduction du risque dans une telle éventualité, mais elle souligna aussi tragiquement les graves conséquences que l'absence de maintien de ces stocks et la pénurie de masques qui en résulta avaient eues en mars et avril 2020.

Alors que l'on pensait que ces méthodes ne relevaient que d'un lointain passé, les mesures de distanciation sociale, permises par des décisions de confinement ou de réduction drastique de la circulation des personnes, s'imposèrent également comme des méthodes efficaces de limitation de la transmission du virus. Alors que leur mise en œuvre au Liberia et en Sierra Leone n'avait guère été couronnée de succès lors de l'épidémie due au virus Ebola en Afrique de l'Ouest, leur mise en œuvre en Chine, dès la fin de janvier 2020, se révéla efficace et fut imitée au début de mars 2020 lors de la vague épidémique qui frappa l'Italie du Nord. Ces méthodes furent alors adoptées dans de très nombreux pays.

Tirant leçon des vagues précédentes, leur mise en œuvre fut ensuite ajustée de façon à trouver le meilleur équilibre entre la prévention de la transmission du virus et le maintien des activités économiques, sociales et éducatives.

La mise au point rapide de plusieurs vaccins efficaces, sûrs et fondés sur des technologies nouvelles, en contraste avec l'absence de découverte d'un traitement médicamenteux simple

L'identification de l'agent infectieux responsable, un coronavirus, le séquençage précoce de son génome et la mise à disposition de ces données génétiques dans plusieurs bases de données internationales permirent que s'enclenchent rapidement des travaux de recherche et développement, puis de recherche clinique, en vue de la mise au point d'un vaccin.

Dès les premières semaines de 2020, près de deux cents projets de vaccins étaient répertoriés dans le monde, à des stades variés de développement. En décembre 2020, une dizaine d'entre eux étaient dans la phase III des essais cliniques et de premiers projets de vaccin reçurent une autorisation d'utilisation, permettant le lancement de campagnes de vaccination dans plusieurs pays au début de l'année 2021.

Cette pandémie fut l'occasion de grandes innovations en vaccinologie. Renonçant aux méthodes classiques de production, plusieurs équipes de recherche mirent au point des vaccins efficaces et sûrs contre le Sars-Cov-2, en s'appuyant sur des technologies nouvelles faisant appel notamment à l'acide ribonucléique (ARN)-messenger [57] ou au recours à des vecteurs viraux.

Par contraste, la mise au point d'un traitement médicamenteux antiviral se révéla décevante. Les tentatives de repositionner des médicaments, qui étaient déjà utilisés dans d'autres indications, suscitèrent un espoir immense. Non seulement celui-ci se révéla, à ce jour, non fondé mais, à propos de l'hydroxychloroquine, il vit même des personnalités scientifiques prêtes à sacrifier les règles de la recherche clinique pour défendre l'utilité d'un médicament en lequel elles croyaient.

Finalement, près de vingt mois après le début de l'épidémie, même si des espoirs se font jour du côté des anticorps monoclonaux, seuls l'oxygène et la prednisone ont, à ce jour, nettement démontré leur efficacité dans les formes graves de la maladie.

Un carambolage international et européen, compensé par quelques heureuses initiatives

La pandémie de Covid-19 aurait dû générer un esprit de solidarité face à un adversaire commun. En réalité, l'inverse se produisit. La guerre commerciale entre la Chine et les États-Unis s'est accentuée le 1^{er} septembre 2019, lorsqu'une importante augmentation des droits de douane a été mise en place par l'administration Trump.

Après une courte période, en février 2020, au cours de laquelle le président Trump avait félicité les autorités chinoises pour les mesures fermes qu'elles avaient prises afin de limiter la transmission du virus, la tension dans les relations entre les deux pays prit une tournure aiguë lorsque le président Trump parla, en mars 2020, du « virus chinois » et surtout accusa la Chine d'être à l'origine de la pandémie,

en suggérant qu'un laboratoire de recherche chinois en avait été la source, sinon délibérément, du moins accidentellement.

Même si le mystère de l'origine de la pandémie reste à ce jour entier et ne permet d'écarter aucune hypothèse, cette grave accusation avait un motif clair : la détérioration importante de la situation épidémiologique au printemps 2020 aux États-Unis mettait en lumière la faiblesse et l'inadaptation des mesures prises par l'administration Trump. Il fallait d'évidence trouver un bouc émissaire : la Chine et l'OMS, qui fut accusée d'être au service de la Chine...

Ce fut sans doute l'événement le plus inattendu de cette crise sanitaire : le 14 avril 2020, en pleine pandémie, les États-Unis, premier contributeur financier de l'OMS, décidèrent de suspendre leur financement à celle-ci et, le 29 mai 2020, mirent fin à leur relation avec elle. Il fallut attendre l'élection d'un nouveau président des États-Unis pour que ceux-ci rejoignent à nouveau l'OMS.

Dans ce contexte tendu, l'initiative en vue de fournir des vaccins aux pays les plus démunis apparut comme une heureuse compensation. Portée par l'Alliance du vaccin (GAVI) et par l'OMS, l'initiative Covax de collaboration pour un accès mondial et équitable aux vaccins contre le virus de Covid-19 fut mise en place. Covax bénéficia de dons de vaccins et de financements qui ont permis, à la mi-août 2021, de fournir plus de 200 millions de doses de vaccins à 134 pays. Même si ces quantités restaient évidemment insuffisantes pour répondre à l'ensemble des besoins des pays les plus démunis, cette initiative constitua une démonstration importante de solidarité internationale au cours de cette pandémie.

Au sein de l'Union européenne, la pandémie fut aussi source de difficultés de coordination traduisant une insuffisante préparation conjointe, en particulier lors de la mise en place des mesures de limitation de la circulation des personnes, pendant la première vague épidémique au printemps 2020.

En revanche, l'initiative conjointe d'acquisition des vaccins au sein de l'Union européenne permit d'organiser la distribution des vaccins, selon un calendrier commun et en évitant des déséquilibres trop importants entre les pays membres.

Au-delà de ses conséquences sanitaires, un impact massif de la pandémie de Covid-19 dans de nombreux secteurs

Aux effets sanitaires directs de la pandémie, y compris en termes de santé mentale, s'ajoutèrent des effets indirects, liés aux retards de traitement qu'elle provoqua. Au-delà de ces effets sanitaires, une des conséquences, inattendue et majeure, de la pandémie de Covid-19 fut cependant de faire mesurer, à l'échelle mondiale, les impacts d'un phénomène de cette ampleur, des points de vue économiques, sociaux, éducatifs, ainsi que de l'organisation du travail.

En 2003, l'épidémie de Sras avait permis de documenter, dans le Sud-Est asiatique, ce que pouvait être l'impact économique d'une épidémie. Toutefois, en causant une baisse du produit intérieur brut mondial de 3,5 % en 2020, en rejetant plusieurs dizaines de millions de personnes au-dessous du seuil de l'extrême pauvreté et en confrontant près de 250 millions de personnes à l'inactivité ou au chômage, la pandémie de Covid-19 constitua une considérable puissance de désordre, aggravant en même temps lourdement les inégalités.

Aux effets économiques et sociaux directs liés à la maladie et au comportement des personnes s'ajoutèrent ceux résultant des décisions prises par les gouvernements pour limiter la transmission du virus en restreignant la circulation et le rassemblement des personnes. Les secteurs des transports, des hôtels et restaurants, du tourisme et des activités culturelles et sportives furent durement frappés, mais certaines conséquences de la pandémie de Covid-19 sont encore à mesurer : il faut craindre que l'impact sur l'éducation des jeunes générations soit important. En revanche, la pandémie aura peut-être permis de faire naître de nouvelles et meilleures façons d'organiser le travail entre le lieu de travail et le domicile et en s'appuyant plus largement sur les technologies de l'information et de la communication.

Dans de nombreux pays, les conséquences économiques et sociales de la pandémie retarderont sans doute la mise en place de la couverture santé universelle. Ce retard sera-t-il contrebalancé par une attention plus soutenue des gouvernements quant à l'importance de disposer de systèmes de santé de qualité ? Ce pourrait être une des rares conséquences heureuses de cette effroyable pandémie ! ♥



Déterminants épidémiologiques de la dynamique épidémique et du fardeau en santé publique du Covid-19

Jean-Claude Desenclos
Santé publique
France

Les références entre crochets renvoient à la Bibliographie générale p. 66.

L'infection humaine par le Sars-Cov-2 a émergé à Wuhan, en Chine, début décembre 2019. Elle a été détectée du fait de l'augmentation des hospitalisations pour syndrome de détresse respiratoire aiguë d'allure infectieuse sans étiologie connue [42]. Un nouveau Betacoronavirus, le Sars-Cov-2, a été identifié début janvier 2020 comme agent causal. Initialement attribuée à la fréquentation du marché de Wuhan, la transmission de personne à personne par voie respiratoire a été très vite identifiée. Ce nouveau virus, auquel l'ensemble de la population est susceptible, a ensuite diffusé dans le monde entier en quelques semaines *via* la mobilité internationale des personnes infectées. Il s'est ensuite répandu dans la population des différents pays *via* les contacts entre personnes et les rassemblements. La rapidité de la diffusion et la gravité de l'infection – qui est fonction de l'âge, de la présence de comorbidités et des conditions sociales – ont eu un impact brutal sur les systèmes de soins, sur la mortalité et sur la vie sociale. Depuis le début de l'épidémie, plusieurs vagues épidémiques ont eu lieu (quatre en France¹) avec plus de 250 millions de cas de Covid-19 répertoriés au niveau mondial (chiffre sous-estimé car tous les cas ne sont pas testés), dont plus de 5 millions de décès. En France, le bilan cumulatif est de près de 7,3 millions pour les cas répertoriés et de 118 300 pour les décès².

La dynamique temporo-spatiale et l'impact de l'épidémie sur la morbidité et la mortalité résultent de facteurs multiples incluant les propriétés du virus et leur évolution (écologie évolutive), les caractéristiques des personnes et populations exposées et infectées, les facteurs environnementaux, climatiques et sociaux, la mise en œuvre des mesures de prévention pharmaceutiques (vaccins principalement) et non pharmaceutiques (masques, mesures barrières, distanciation physique et mesures de restriction des contacts sociaux et de mobilité), l'adhésion des populations à celles-ci, et la capacité et la performance du système de soins primaires et hospitaliers. Les connaissances ont rapidement progressé avec notamment la découverte et le développement de vaccins efficaces et bien tolérés. De nombreuses incertitudes demeurent, notamment sur la durée de la protection acquise par l'infection naturelle et par la vaccination, sur la capacité évolutive du virus et l'impact des variants qui prennent le dessus par

avantage sélectif, sur la disponibilité à venir des vaccins pour les pays les plus démunis et sur l'adhésion des populations aux mesures de prévention.

Les déterminants de la dynamique pandémique

La transmission du Sars-Cov-2 est principalement interhumaine *via* les gouttelettes naso-pharyngées. Les aérosols générés par les hôtes infectieux interviennent également [48]. L'efficacité de la transmission est meilleure en milieu intérieur mal ventilé et quand l'hôte infectieux excrète une quantité importante de virus, tousse, éternue, parle fort ou chante. La transmission est possible directement par les mains. Elle peut aussi être indirecte *via* des surfaces contaminées. Une proportion importante de personnes infectées, notamment d'enfants, développe peu ou pas de symptômes mais transmet le virus. La période d'incubation est en moyenne de cinq à six jours, avec des extrêmes pouvant aller de deux à quatorze jours [48]. Pour les sujets infectés symptomatiques, la contagiosité précède de deux à trois jours la survenue des symptômes, ainsi la période de latence (période de temps entre la date d'infection et le début d'excrétion du virus au niveau naso-pharyngé) varie entre deux et quatre jours, ce qui en comparaison du Sras ou du MERS-Cov réduit en partie l'efficacité du dépistage-traçage et de l'isolement des contacts, les cas identifiés ayant pu transmettre l'infection avant que le diagnostic ne soit posé.

Le nombre de reproduction de base (R_0) de l'infection par le Sars-Cov-2 a été estimé lors de son émergence (souche historique de Wuhan) aux environs de 2,5. L'intervalle de génération est de sept jours [48]. Ainsi, en l'absence de mesures de contrôle et dans une population complètement susceptible, un sujet infectieux transmet en moyenne l'infection à 2,5 sujets en sept jours et ainsi de suite pour chaque nouveau sujet infecté, induisant une croissance exponentielle. La valeur du R_0 permet d'estimer le niveau d'immunité collective nécessaire pour que le nombre de reproduction effectif (R_{eff} , voir ci-dessous) passe en dessous de la valeur 1, situation dans laquelle l'épidémie régresse. Pour une valeur de R_0 de 2,5, le niveau d'immunité collective théorique à atteindre est de 60 % de la population.

Cependant, le nombre de cas secondaires pour le Sars-Cov 2 est très hétérogène d'une situation de transmission à une autre, une proportion importante de sujets infectieux ne transmettant pas l'infection et, *a contrario*, certaines situations engendrant une large diffusion à partir d'une seule personne infectée. Cette

1. Au moment de la rédaction de cet article.
2. <https://www.santepubliquefrance.fr/dossiers/coronavirus-covid-19/coronavirus-chiffres-cles-et-evolution-de-la-covid-19-en-france-et-dans-le-monde>

forte « disproportion » de la transmission est évaluée par la proportion de sujets infectieux à l'origine de 80 % des contaminations secondaires, dont les estimations varient de moins de 10 % à 20 % [48]. Elle traduit la forte propension à la survenue de *clusters* de Covid-19 qui amplifient la diffusion et qu'il importe de détecter au plus tôt pour en limiter l'impact par l'application intensive, précoce et ciblée du dépistage-traçage et de l'isolement. L'identification des caractéristiques de ces événements à haut risque de transmission permet de cibler de manière plus efficace et efficiente le *contact tracing*. Une stratégie de rétro-traçage à la recherche du contaminateur à l'origine de l'événement de contamination d'au moins un cas, pour ensuite commencer un traçage des personnes exposées lors de cet événement et ainsi maximiser l'identification d'autres personnes contacts infectées, a été proposée et mise en œuvre sur la base du constat de cette forte disproportion de la transmission du Sars-Cov-2.

Lorsque les mesures de lutte sont mises en place, le nombre de reproduction effectif (R_{eff}) estimé à partir des indicateurs d'incidence en communauté ou des cas hospitalisés permet de suivre la dynamique épidémique. Le R_{eff} est une fonction du taux de contact, de la probabilité de transmission du virus pour un contact, de la durée de la période infectieuse et de la proportion de susceptibles dans la population (figure 1). Ainsi, la réduction de la proportion de susceptibles, par l'infection naturelle (que l'on peut estimer par des enquêtes de séroprévalence) et par la vaccination, contribue directement à la maîtrise de l'épidémie, ce d'autant plus que l'on s'approche du niveau d'immunité collective. Parmi les mesures de gestion non pharmaceutiques, la distanciation physique et sociale réduit les taux de contact entre personnes alors que le port du masque

réduit sensiblement la probabilité de transmission lors des contacts entre personnes. Le dépistage et l'isolement précoce des sujets infectés et de leurs contacts (avant le troisième jour suite au contact avec un cas infectieux) réduisent l'opportunité de la transmission en minimisant le taux de contact pendant la période contagieuse. Un traitement antiviral efficace précoce, et encore plus en prophylaxie, réduirait la charge virale excrétée et sa durée et contribuerait à réduire le nombre de reproduction et la dynamique épidémique. Mais de tels médicaments ne sont pas disponibles à ce jour.

Sévérité et fardeau de la maladie

La caractérisation de la sévérité et du fardeau d'une infection émergente comme le Covid-19 est un enjeu épidémiologique important. Si les premières informations disponibles sont celles issues de la description des premiers cas graves hospitalisés, il importe de pouvoir connaître le nombre d'infections réellement survenues en communauté et ainsi estimer, relativement à celles-ci, le nombre de sujets nécessitant une prise en charge en milieu hospitalier, en particulier en soins critiques, et le nombre de décès (taux de létalité relatif à l'infection). L'estimation de cette « pyramide de la morbidité/mortalité » nécessite de disposer du nombre de personnes infectées (par modélisation ou enquête séro-épidémiologique), sachant qu'une proportion importante d'infection au Sars-Cov-2 a une expression infraclinique. Cette pyramide, reconstituée à la fin de la première vague épidémique à partir de travaux de modélisation [65] et des données épidémiologiques hospitalières, est illustrée par la figure 2.

La sévérité et la létalité de l'infection Covid-19 sont fortement liées à l'âge, surtout à partir de 65 ans, et à la présence de comorbidités (diabète, obésité,

figure 1

Déterminants du nombre de reproduction effectif (R_{eff}) et points de maîtrise d'une épidémie d'infection à transmission de personne à personne qui en découlent

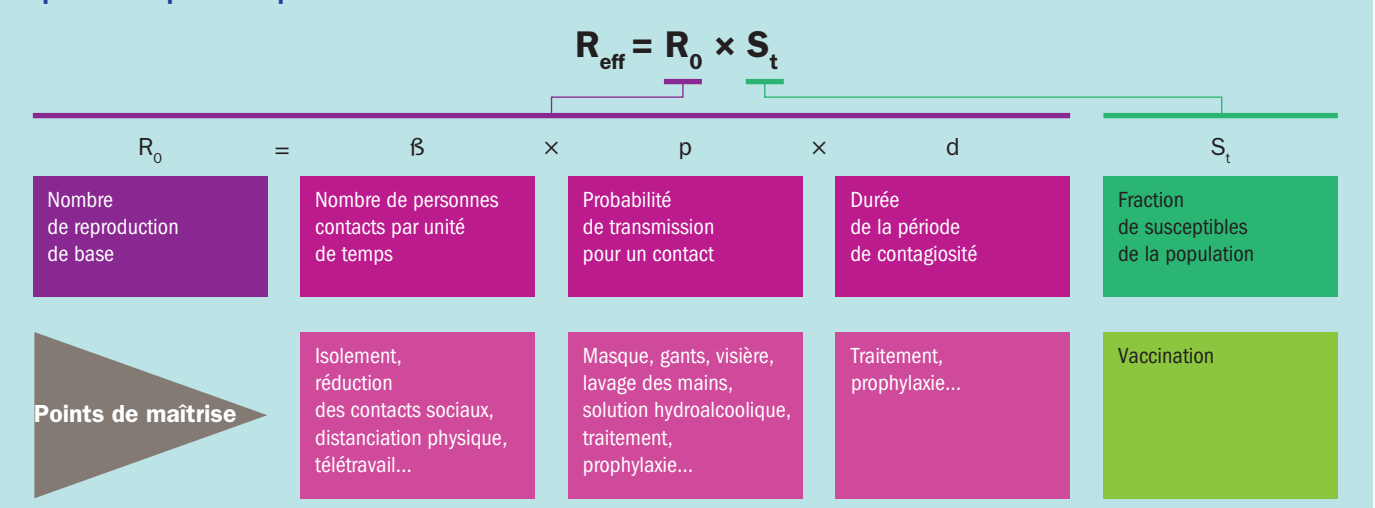
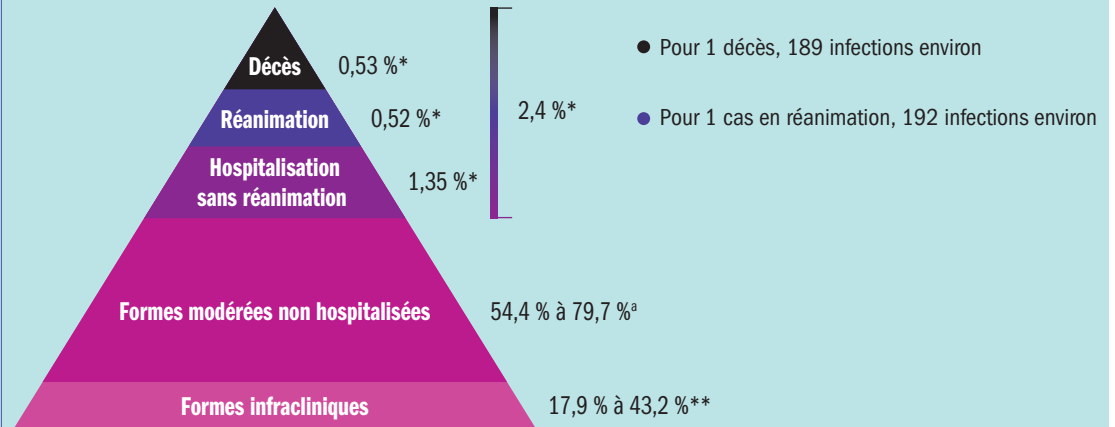




figure 2

Pyramide des formes cliniques de l'infection au Sars-Cov-2 : estimations (en pourcentage) relatives au nombre total d'infections survenues dans la population en France, avril 2020



La pyramide ne prend pas en compte les décès non hospitalisés.

a. Différence entre les infections totales (100 %) d'une part, et les formes infracliniques (17,9 % à 43,2 %) et les formes hospitalisées (2,4 %) d'autre part.

Sources : * [65]. ** Mizumoto K., et al. <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.10.2000180> pour la valeur basse, et Lavezzo E., et al. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.17.20053157v1> pour la valeur haute.

maladies cardiovasculaires, maladies et traitements immunosuppresseurs [71]). Les inégalités sociales et territoriales de santé sont des déterminants importants de la sévérité et du fardeau du Covid-19 [71]. Cela résulte de la plus grande fréquence des comorbidités et du retard à l'accès aux soins au sein des communautés les moins favorisées socialement, et encore plus pour les populations en grande précarité. Si, au début de l'épidémie, la diffusion de l'infection a pu être l'apanage des personnes très connectées internationalement, une fois la transmission communautaire installée, les conditions de vie et d'emploi et la défaveur sociale accroissent la transmission et contribuent directement au fardeau plus élevé du Covid-19 chez les moins favorisés.

Évolution du virus et de la durée de protection immunitaire acquise par l'infection et par la vaccination

Depuis la première vague, plusieurs variants ont émergé, diffusés et fortement contribué à la survenue des vagues épidémiques suivantes, sans que les restrictions de déplacements internationaux aient pu les empêcher. La réplication de ce virus à ARN est associée à un fort taux de mutations. Les variants qui ont un avantage fonctionnel en termes d'interaction avec l'hôte humain (*fitness*) prennent alors le dessus sur les précédents, qu'ils remplacent massivement. Ces variants (Alpha, Beta, Gamma et Delta) ont émergé lors d'épisodes d'intense transmission, alors que la pression immunitaire restait limitée. Les variants Alpha et Delta sont caractérisés par une réplication virale plus élevée, notamment au

niveau naso-pharyngé, augmentant ainsi le risque de transmission lors des contacts. La durée d'excrétion virale pourrait aussi être plus longue et la période de latence plus courte. Le R_{eff} est ainsi augmenté (60 % pour le variant Alpha en comparaison de la souche historique, et 60 % pour le variant Delta en comparaison du variant Alpha). Ainsi, pour le variant Delta, le nombre de reproduction de base serait de l'ordre de 6, ce qui implique un niveau d'immunité collective à atteindre de 83 % (contre 60 % pour la souche historique). L'avantage fonctionnel ainsi conféré par les nouveaux variants, plus transmissibles dans une population insuffisamment protégée, se traduit par une nouvelle vague épidémique. L'émergence de ces variants met en péril les stratégies « zéro Covid » – choisies par certains pays (l'Australie notamment). Les nouveaux variants peuvent aussi acquérir une plus grande virulence avec une sévérité accrue. Pour le variant Alpha, certaines études vont dans ce sens mais pas d'autres. Pour le variant Delta, une sévérité accrue est rapportée pour l'adulte ; des études récentes suggèrent que ce n'est pas le cas chez l'enfant.

L'échappement immunitaire associé à l'émergence des variants est aussi un sujet de forte préoccupation [39]. Les estimations de l'efficacité vaccinale (EV) en vie réelle apparaissent moindres pour le variant Delta. Une baisse de l'immunité au cours du temps, notamment chez les personnes plus âgées est maintenant documentée. Selon des études récentes, cette baisse pourrait concerner, dans une moindre mesure, les formes sévères. Face à ces évolutions très dynamiques du virus qui rendent la

trajectoire de l'épidémie instable et pourraient réduire les bénéfices de la vaccination, l'épidémiologie génomique virale en temps quasi réel est cruciale, ce qui a nécessité de forts investissements d'infrastructure (projet EMERGEN). L'évaluation épidémiologique en temps quasi réel de l'efficacité vaccinale est tout aussi essentielle pour adapter la stratégie vaccinale (rappel), de même que le suivi de l'adhésion aux vaccins et de ses déterminants (sociaux en particulier) pour améliorer la couverture vaccinale par des interventions adaptées au plus près des territoires et lieux de vie.

Alors que le niveau de vaccination a fortement progressé dans les pays les plus favorisés, les constats épidémiologiques les plus récents plaident pour une prévention associant un très haut niveau de vaccination,

l'adaptation raisonnée du schéma vaccinal à l'évolution du virus et sa durée de protection effective en population par l'introduction de dose de rappel [39], tout en maintenant des mesures individuelles et collectives proportionnées de réduction de la transmission. La disponibilité de la vaccination dans les pays les moins favorisés est un enjeu majeur de santé globale et d'équité [39]. Enfin, l'évaluation des conséquences épidémiologiques à long terme du Covid (Covid long) et du fardeau en santé publique des conséquences indirectes de la pandémie (santé mentale, retard à la prise en charge et à la prévention des autres pathologies, conséquences sociales...) sont autant d'enjeux supplémentaires auxquels le système de santé publique et la société doivent faire face. 🍷