

Reprise de l'épidémie en septembre 2020 à Montpellier : bilan, anticipation de l'évolution et données utiles pour faire face.

Bernard Godelle¹, Sylvie Hurtrez^{2,4}, Catherine Moulia^{3,5}, Mircea Sofonea^{2,6}

1 UMR : Institut des sciences de l'évolution de Montpellier

2 UMR : Maladies Infectieuses et Vecteurs : Ecologie, Génétique, Evolution et Contrôle

3 UMR Espace-DEV

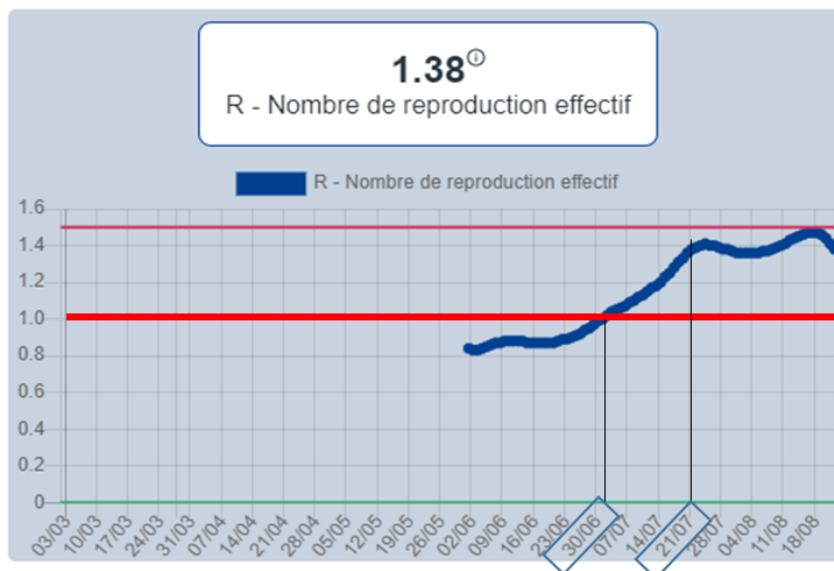
4 Responsable du master Dynamique des interactions Parasite-hôte-environnement

5 Responsable du master Émergences des maladies Parasitaires et Infectieuses

6 Groupe de modélisation, équipe évolution théorique et expérimentale, Modélisation de l'épidémie de Covid-19 : <https://covid-ete.ouvaton.org/>

Préambule : Enseignants-chercheurs à la faculté des sciences de Montpellier, biologistes de l'évolution et pour certains d'entre nous, spécialistes d'épidémiologie ou d'écologie de la transmission, nous constatons un décalage entre ce que nous savons et beaucoup d'attitudes que nous observons. **Avoir conscience des risques, savoir et anticiper permet d'adapter son comportement et de prendre les bonnes décisions dès maintenant.** Pour les personnes partageant cet état d'esprit, nous avons rassemblé des éléments factuels, conduisant à un pronostic sur les semaines à venir, que nous souhaitons partager le plus largement possible. Néanmoins, ce texte pourrait aussi être anxiogène, mais il est fondé sur des bases scientifiques vérifiables, sans filtre.

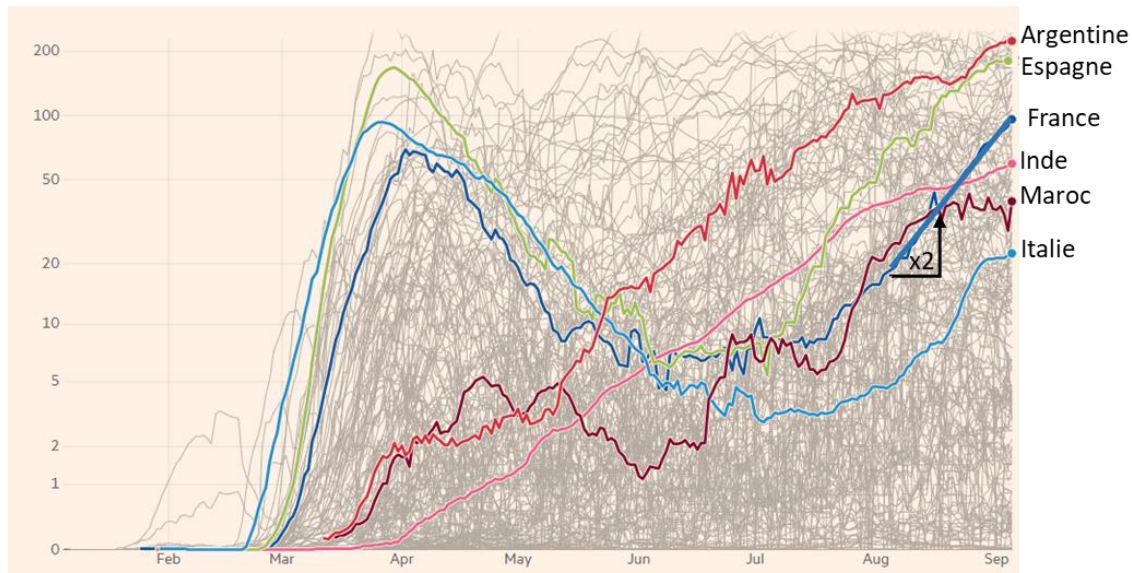
L'épidémie de Covid-19 a repris : le nombre de reproduction R (nombre moyen de cas causés par une personne porteuse du virus), resté en dessous de 1 jusqu'à la fin du mois de juin (régression de l'épidémie grâce au confinement), a depuis augmenté et atteint une valeur d'environ 1,4 puis 1,3 fin août. **La dynamique est exponentielle depuis fin juillet**, avec un temps de doublement des cas de 14 jours suivant Santé Publique France au 3 septembre. **Cette reprise épidémique est plus lente que l'épisode de mars** ($R=3$, doublement tous les 3,5 jours) : **les mesures barrières** (port du masque, mais aussi distanciation et hygiène) **réduisent les contaminations, hélas sans les stopper.**



Evolution du nombre de reproduction R (nombre de cas causés par une personne porteuse du virus) en France, d'après Santé Publique France. En dessous du trait rouge épais : épidémie en régression ($R < 1$), au dessus de ce trait, épidémie en progression ($R > 1$). Trait rouge fin : $R = 1,5$. La période du 30 juin au 21 juillet correspondant à la reprise de l'épidémie est repérée sur le graphique.

Mais rien ne devrait arrêter cette dynamique : même si les mesures barrières étaient de mieux en mieux appliquées, le retour des salariés dans les entreprises et la reprise des activités économiques et de l'enseignement sont d'importants facteurs favorisant la transmission virale. Le mélange des populations à l'occasion des vacances ou des rentrées multiplie contacts et occasions de contamination. En outre, le refroidissement du temps facilitera les rassemblements dans les lieux clos

(attention à l'effet de la fermeture des terrasses des cafés). **L'immunité collective est encore bien trop faible pour ralentir l'épidémie** ; qui plus est, des (rares) cas de réinfection ont été décrits. L'annonce d'une vaccination massive aux États-Unis dès le 1er novembre concorde trop avec les élections présidentielles et intervient si tôt par rapport à l'avancée des essais qu'on est en droit de douter de la vraisemblance de ce scénario et, s'il est effectivement mis en place, de son efficacité.



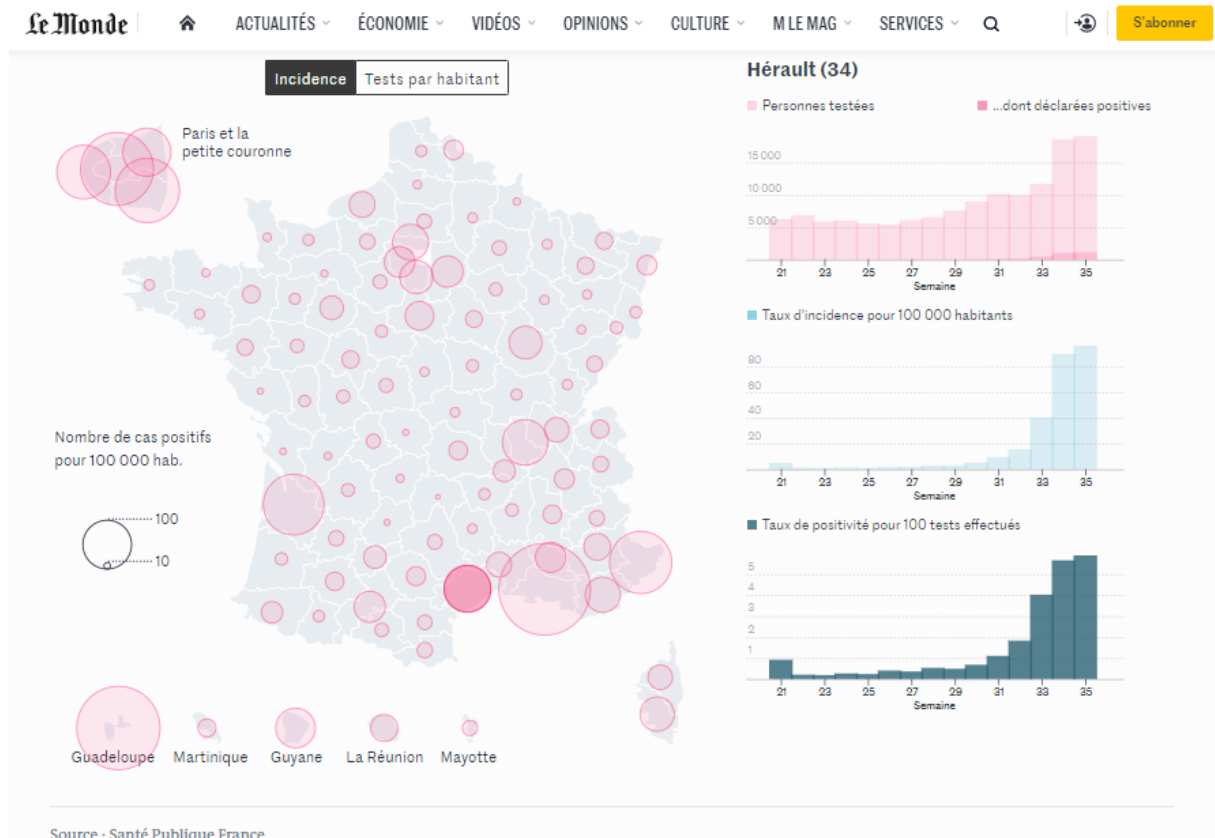
Nombre de nouveaux cas quotidiens par jour par million d'habitants, moyenne glissante sur 7 jours (échelle logarithmique). Attention, lors du pic épidémique de mars-avril, les nombres de cas étaient très sous-estimés (surtout dans des pays testant peu comme la France), au moins d'un facteur 10. Capture d'écran du site du *Financial Times* (Cf. webographie), légèrement modifiée. Voir aussi une belle figure animée sur The Conversation (<https://theconversation.com/que-penser-de-la-resurgence-de-lepidemie-de-covid-19-en-europe-trois-experts-repondent-145197>)

Du côté du virus, les données disponibles sont compatibles avec un faible taux d'évolution et avec une stabilité de la virulence. Quelques observations vont dans le sens d'une infectivité augmentée, sans effet sur la virulence : un variant du virus plus fréquent qu'au début de l'épidémie montre *in vitro* une capacité supérieure à infecter les cellules, sans modifier la probabilité de survie des patients. La virulence étant tardive par rapport à la période de transmission du virus et jouant sur une faible proportion de malades, **il n'y a pour le moment pas d'éléments clairs permettant d'anticiper une baisse ou une augmentation de la virulence due au virus**. Du côté des **traitements**, des **corticoïdes** sont le seul traitement montrant un peu d'efficacité sur les cas graves. Ils ont déjà été administrés empiriquement dans les hôpitaux et on ne doit donc pas attendre un effet spectaculaire de cette annonce. Autre bonne nouvelle, **le potentiel de rétablissement après un passage en réanimation est meilleur par rapport à la situation en mars**, l'expérience acquise permettant de mieux analyser et gérer l'état des malades. Mais cette capacité pourrait être rapidement mise à mal face à un engorgement des services (ce qui ne saurait tarder si le nombre et le profil des malades venaient à changer).

Septembre s'annonce donc clairement comme un *mauvais remake*, néanmoins plus lent, du scénario de mars.

Les **régions françaises les plus touchées** actuellement concernent à nouveau des grandes villes, auxquelles s'ajoutent des **zones de circulation et d'échanges pendant les vacances**. Tout début

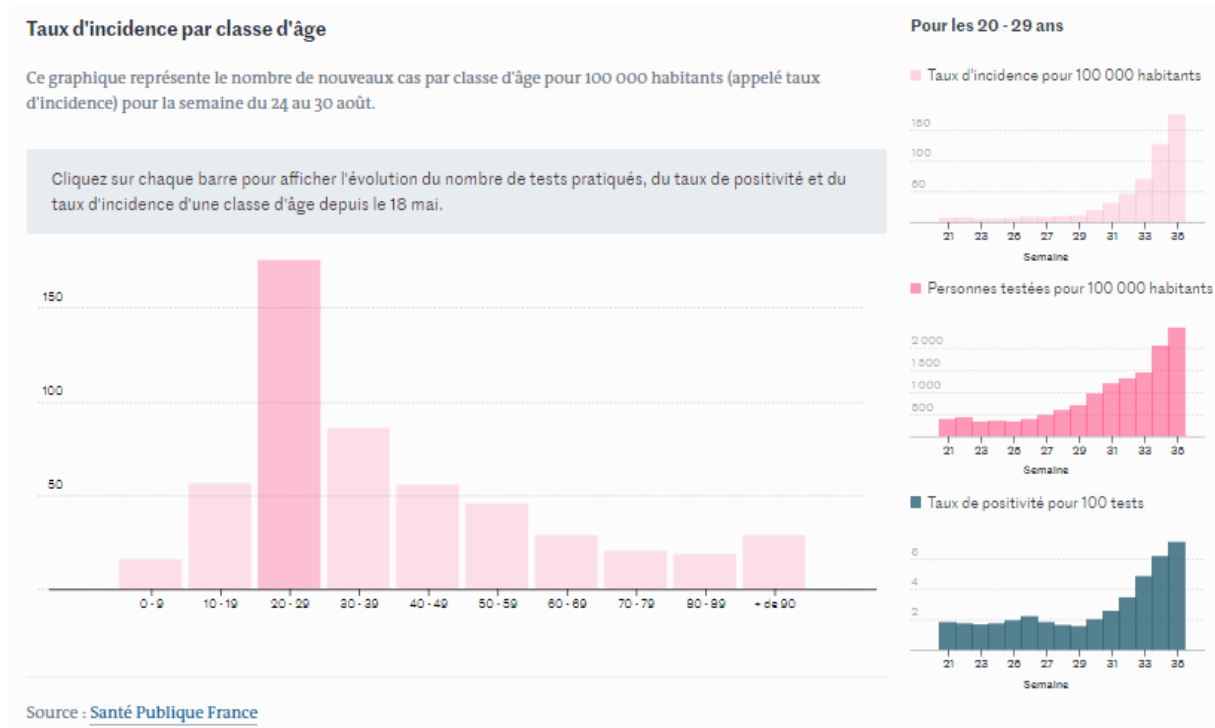
septembre, le taux de positivité des tests PCR et le taux d'incidence (en hausse) sont ainsi les plus élevés à Paris, dans la Sarthe (Le Mans), la Gironde (Bordeaux), le Rhône (Lyon), et les départements méditerranéens littoraux de l'**Hérault** aux Alpes-Maritimes. La circulation du virus est qualifiée d'active dans ces départements et la Haute-Garonne (Toulouse), ainsi que dans le reste de l'Île-de-France et l'Orléanais. Sept nouveaux départements sont placés par décret en zone rouge de circulation active ce 6 septembre (Corse-du-Sud, Haute-Corse, Côte-d'Or, Nord, Bas-Rhin, Seine-Maritime et La Réunion). La situation se dégrade rapidement en Europe de manière similaire à celle de la France (Italie, Espagne – en particulier la région de Madrid –, Suisse...). L'épidémie est très active en Inde, en Argentine...



Taux d'incidence par département, et, pour l'Hérault, évolution du taux d'incidence, du nombre de tests et du pourcentage de tests positifs. Capture d'écran du site du Monde (Cf. webographie), utilisant les statistiques de Santé Publique France.

La **structure en âge de l'épidémie** est intéressante et explique la seule donnée faussement rassurante dans les indicateurs. En effet, contrairement à la situation en mars, **le nombre de patients en réanimation reste encore faible**, même si **localement les premières alertes commencent à être émises** : ainsi à **Marseille**, où la situation commence à être tendue. **Le nombre national quotidien de décès, 20 environ, est similaire à celui observé mi-mars, juste avant le confinement.** Outre bien entendu le fait que l'incidence est beaucoup mieux évaluée qu'en mars (le nombre de cas identifiés représentait au mieux 1/10 des cas réels à cette époque, les tests étant trop rares), cette discordance des indicateurs (nombre encore relativement faible d'admission en réanimation au regard du nombre de cas identifiés) est probablement due en grande partie à la **relative jeunesse des nouveaux malades** : le virus est plus fréquent chez les 20-29 ans (comme un peu partout dans le monde où l'épidémie se réactive après la phase de confinement strict). Le relâchement plus rapide des gestes barrières chez les personnes moins à risque (en particulier plus jeunes) tout au long de l'été a été à l'origine d'un

rajeunissement des nouvelles cohortes d'infectés, se traduisant par une létalité apparente plus basse. La baisse de la moyenne d'âge des nouvelles contaminations ne pouvant être indéfiniment entretenue, a fortiori avec le contexte de rentrée et la météo automnale, **cet effet de tassement de l'augmentation des cas sévères finira par prendre fin et à terme la dynamique de la mortalité hospitalière reflétera la hausse des contaminations en population générale.**



Taux d'incidence par classe d'âge, et, pour la classe 20-29 ans, évolution du taux d'incidence, du nombre de tests et du pourcentage de tests positifs. Capture d'écran du site du Monde (Cf. webographie), utilisant les statistiques de Santé Publique France.

Du côté des jeunes enfants, la situation est plus rassurante : pour des raisons encore inconnues, (variations de la densité du récepteur au virus au cours du développement, maturation du système immunitaire ?), les enfants semblent de mauvais transmetteurs au regard des données disponibles. Au niveau des écoles, il faut donc être vigilant pour éviter que les adultes ne se transmettent le virus entre eux ou ne le transmettent aux enfants. En outre, ceux-ci, hors co-morbidités, présentent une très faible mortalité, même si l'infection peut entraîner chez eux un pseudo-syndrome de Kawasaki, maladie ordinairement rare mais dont la prise en charge est bien codifiée et efficace.

La **population des jeunes adultes est donc particulièrement touchée par l'épidémie.** Cette tranche d'âge présente une contagiosité plus importante que les sujets plus jeunes. En outre, la vie sociale estudiantine est très développée, et même si les événements dans le cadre des établissements (soirées d'intégration...) sont annulés, **il est à craindre que les soirées informelles, où les gestes barrières sont abolis, permettent une rapide diffusion du virus. La transmission dans les universités et établissements d'enseignement supérieur est donc à surveiller de très près, puisqu'elle met en présence beaucoup de jeunes adultes, revenus de régions diverses, avec d'autres moins jeunes.**

Face à cette reprise de l'épidémie, **la stratégie des pouvoirs publics est claire : éviter absolument un nouveau confinement général pour préserver l'économie, tracer les cas et identifier les foyers, limiter par des mesures locales la saturation des services de réanimation.** Le traçage des cas-contacts et

l'identification de foyers épidémiques (« clusters ») conduisent à des fermetures de structures (entreprises, classes...). Mais le traçage est de plus en plus difficile avec l'augmentation du nombre de personnes contaminées et du délai d'obtention des résultats des tests (d'où l'importance de la course actuelle à l'augmentation du nombre de tests) : son efficacité est très limitée si les cas sont diagnostiqués quand la période de contagiosité est presque terminée (on est contagieux avant d'être symptomatique, ce qui fait toute la difficulté du contrôle de cette épidémie). Le risque de saturation des services d'urgences sera sans doute le critère pour reconfiner une ville ou un département. Les simulations disponibles actuellement prévoient une **forte croissance des cas graves d'ici la fin octobre**, avec **5000 lits nécessaires le 1^{er} novembre**, résultat peu intuitif au moment où les hospitalisations commencent juste à réaugmenter. **La probabilité de mesures de fermeture d'établissement ou même d'un reconfinement est donc très forte dans les régions comme l'Hérault où la circulation du virus est très active.**

Les mesures de santé publique concernant la fermeture des structures touchées par un foyer épidémique s'appliquent aux universités et facultés en tenant compte de leur autonomie. Rectorat et préfecture sont en contact avec la présidence et les doyens : en mars, ils préconisaient de s'en tenir au calendrier national de confinement. Deux composantes du campus Triolet ont pourtant suspendu, de façon très raisonnable et justifiée, leurs enseignements le vendredi précédant le premier tour des élections municipales. Il est de la responsabilité de chacun de prendre à son niveau les mesures les plus adaptées. Pour les fermetures d'écoles ou de classes (22 établissements et une centaine de classes fermés le samedi 5 septembre, 28 écoles et 262 classes le 8 septembre), **les décisions sont actuellement prises au cas par cas, avec une réactivité assez forte dès que quelques cas sont détectés.**

Il est donc **logique d'anticiper des fermetures de formations ou de composantes de l'université.**

Organiser la prophylaxie

En pratique, les connaissances sur le virus et l'épidémie permettent de dresser une liste assez détaillée de **mesures prophylactiques essentielles** :

* Le **port du masque** est la plus évidente : il limite considérablement les émissions de particules virales dans l'environnement par les sujets porteurs, et donc participe grandement à réduire la transmission dans la population. Les masques chirurgicaux, et plus encore ceux en tissu, ne permettent toutefois pas d'exclure totalement le risque de se contaminer ; **ce n'est donc pas un moyen de protection individuelle infaillible**. Cependant, en réduisant la quantité de virus présente quand on se contamine, le port du masque allonge le temps nécessaire au virus pour proliférer dans l'organisme, permettant ainsi au système immunitaire de développer des défenses sans se faire déborder par son adversaire. Cet effet est de nature à réduire la proportion de cas graves, et donc à limiter la saturation des services de réanimation et la mortalité (à nombre égal de personnes contaminées). **Le port du masque est à recommander systématiquement dans les endroits clos fréquentés par plusieurs personnes ou à l'extérieur quand la densité de personnes est forte.** Le devant du masque ne doit pas être manipulé, au risque de se contaminer les mains puis de s'infecter. De plus, le masque doit être changé toutes les 3h (4 maximum). En effet, un masque humide perd ses capacités de filtration, et devient un « bouillon de culture » pour les bactéries présentes sur la peau et au niveau de la bouche et du nez !

* La **distanciation** a longtemps reposé sur la croyance en une distance de sécurité de 1 ou 2 mètres, largement remise en cause depuis, ainsi que sur une différence entre aérosols et gouttelettes. Les particules émises par les éternuements, la toux, la voix chantée ou parlée plus ou moins fort voyagent simplement d'autant plus loin et d'autant plus longtemps que l'énergie lors de leur émission est importante.

* Ce nuage contaminant persiste si on est dans un local mal aéré. Il est en revanche assez rapidement **dispersé à l'extérieur et un peu moins vite à l'intérieur lorsqu'on aère bien**. Il importe en revanche de

proscrire une ventilation recyclant l'air sans filtre ou propice à la dissémination dans un local fermé. **L'aération en continu est à privilégier** : laisser autant que possible portes et fenêtres ouvertes.

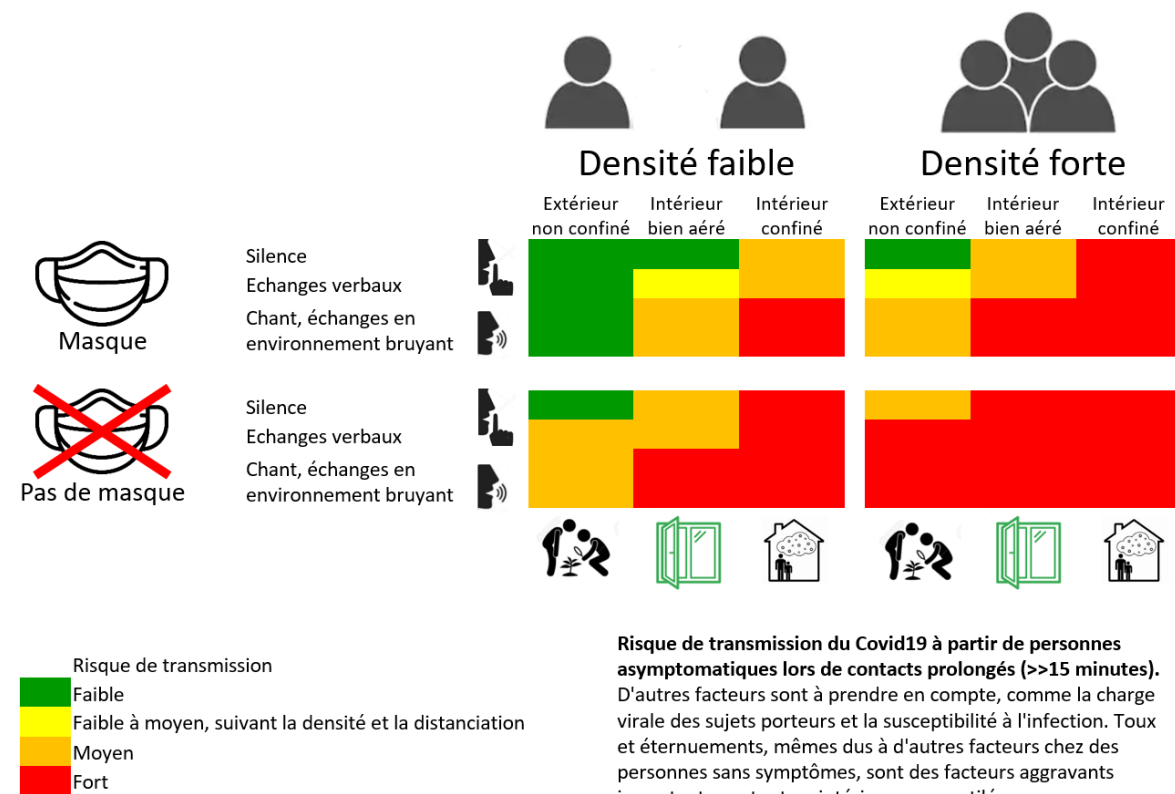
* Le **silence** est à recommander, les orateurs ayant tendance à rapidement élever la voix quand le bruit ambiant croît. Cet effet est en outre accentué par la déformation acoustique de la voix par le masque qui nécessite parfois de faire répéter plus fort son interlocuteur. Pour les enseignants, il faut être encore plus vigilant aux débuts et fin de cours, quand les étudiants s'installent ou quittent leurs places.

* Les surfaces jouant aussi probablement un rôle dans la transmission du virus, leur **désinfection régulière et le lavage fréquent des mains**, à l'eau et au savon, ou à défaut l'utilisation du gel hydro-alcoolique, doivent continuer.

* En outre, la **limitation des contacts sociaux** est aussi un bon geste. Dans les salles d'enseignement, il est prudent **d'affecter des places fixes aux étudiants**, de façon à ce qu'ils aient toujours les mêmes voisins et donc un nombre le plus réduit possible de contacts et si possible de « brassages » entre promotions. L'intérêt est double : réduire la propagation mais aussi, si des cas avérés survenaient, de ne mettre en quarantaine qu'une fraction limitée de la population étudiante.

La concomitance entre ce pic automnal et la reprise **d'autres épidémies** (grippe, rhumes...) doit inciter à effectuer au plus tôt les vaccinations (notamment pour les enfants en retard par rapport au calendrier normal à cause du confinement de mars). La vigilance prophylactique pour faire face au Covid19 pourrait avoir des bénéfices collatéraux importants pour d'autres maladies : ainsi, se laver les mains toutes les heures est aussi efficace contre la propagation de la gastro-entérite ou de la grippe que la vaccination.

En conclusion, il est important dès maintenant d'anticiper une aggravation de la situation, de tout faire (respect des mesures prophylactiques) pour la ralentir, et de préparer nos étudiants et nos enseignements à vivre un nouveau pic épidémique, avec peut-être une faculté fermée ou un reconfinement local.



Webographie :

Site officiel de suivi de l'épidémie en France : <https://www.gouvernement.fr/info-coronavirus/carte-et-donnees>

Suivi de l'épidémie au niveau mondial : <https://www.worldometers.info/coronavirus/>

Données mondiales de diverses sources mises sous forme de graphiques variés, avec notamment des outils de visualisation interactifs (journal Financial Times) : <https://www.ft.com/content/a2901ce8-5eb7-4633-b89c-cbdf5b386938>

L'équivalent au niveau français (site du journal le Monde) : https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2020/03/27/coronavirus-visualisez-les-pays-qui-ont-aplati-la-courbe-de-l-infection-et-ceux-qui-n-y-sont-pas-encore-parvenus_6034627_4355770.html ou encore https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2020/07/17/coronavirus-dans-quels-departements-teste-t-on-le-plus-ou-y-a-t-il-le-plus-de-nouveaux-cas-detectes_6046543_4355770.html qui permet d'apprécier les variations parfois subtiles de la dynamique locale.

Site d'information mobilisant des approches variées (biologie, sciences humaines) avec des mises au point suivant bien l'actualité : <https://theconversation.com/fr/covid-19>

Excellent article, d'ailleurs repris par le Monde, expliquant quelles sont les bonnes mesures prophylactiques : <https://www.bmj.com/content/370/bmj.m3223>

Site présentant les rapports du groupe de modélisation, équipe évolution théorique et expérimentale : <https://covid-ete.ouvaton.org/>