

# Le masque chirurgical protège efficacement les soignants contre COVID-19

Jean-Christophe LUCET, UHLIN, Hôpital Bichat, AP-HP, 75018 Paris ;

Sandra FOURNIER, EOH, siège AP-HP, 75004 Paris

Gabriel BIRGAND, Cpias Pays de Loire, Nantes, 44000

Nathan PEIFFER-SMADJA, SMIT, Hôpital Bichat, AP-HP, 75018 Paris

Solen KERNEIS, Equipe mobile d'infectiologie, Hôpital Cochin, AP-HP 75014 Paris; UHLIN Hôpital Bichat, AP-HP 75018 Paris ;

Xavier LESCURE, SMIT, Hôpital Bichat, AP-HP, 75018 Paris

## Résumé

Au début de l'épidémie COVID-19, un discours simplificateur a véhiculé des notions inexacts autour de l'efficacité des masques dans la prévention du COVID-19. Cet article a pour objectif de décrire les données scientifiques actuellement disponibles venant appuyer les recommandations nationales et internationales, et décrivons pourquoi ces discours erronés mettent en danger patients et soignants.

## Introduction

Deux principaux types de masques sont actuellement disponibles en France : des masques chirurgicaux (ou de soins, ou encore anti-projection) et des masques FFP2 ou encore N95 dans la dénomination anglo-saxonne. Les masques chirurgicaux ont la capacité de prévenir la projection des grosses gouttelettes sur les muqueuses buccale et nasale et sont utilisés dans le cadre des précautions dites « gouttelettes ». Les masques FFP2 assurent, grâce à leur adhésion au visage, le rôle supplémentaire d'empêcher l'inhalation des petites gouttelettes dans le cadre des précautions dites « aériennes ».

**Dans cette note nous argumentons que le masque chirurgical est efficace pour empêcher la transmission de la majorité des agents viraux respiratoire, y compris les coronavirus et très probablement le SARS-CoV-2 et que le masque FFP2 ne lui est pas supérieur en dehors de situations particulières de manœuvres respiratoires invasives.**

## Rappel

Une personne qui parle, qui tousse, qui crache ou qui éternue émet des sécrétions respiratoires dans l'air, sous forme de gouttelettes de différentes tailles. Les plus grosses gouttelettes se déposent immédiatement après l'émission dans l'environnement immédiat de la personne infectée. Les plus petites gouttelettes se déshydratent très rapidement pour former des droplet nuclei qui vont rester en suspension dans l'air, sous forme d'un aérosol. En cas d'infection respiratoire, ces sécrétions peuvent contenir des microorganismes. Selon le microorganisme, la transmission est possible soit par contact entre les grosses gouttelettes et les muqueuses d'un individu soit par inhalation par un individu des droplet nuclei, particules de moins de 5  $\mu$  m. Les précautions à prendre dépendront essentiellement du mode de transmission du microorganisme.

Précautions complémentaires Air : prévention de la transmission des microorganismes par voie aérienne, c'est à dire, par de fines particules < 5 (droplet nuclei). Ces particules sont véhiculées par des flux d'air sur de longues distances et peuvent être inhalées par l'hôte. Le lieu de contamination chez l'hôte (la porte d'entrée du microorganisme transmis) est l'alvéole pulmonaire.

Les masques FFP2 sont alors indiqués. L'efficacité de la protection des masques FFP2 repose sur l'efficacité du matériau filtrant et sur l'étanchéité au visage du masque. L'étanchéité est assurée par un contact étroit entre le bord du masque et le visage. Les masques FFP2 sont conçus pour filtrer les particules et minimiser la fuite au visage. Le port d'un masque FFP2 entraîne une certaine gêne respiratoire qui peut engendrer une difficulté à tolérer le port du masque de façon prolongée.

Précautions complémentaires Gouttelettes : prévention de la transmission des microorganismes par les sécrétions oro-trachéo-bronchiques sous forme de gouttelettes (particules > 5  $\mu$  m) qui sédimentent

immédiatement après l'émission lors de la parole, la respiration, les éternuements ou la toux et se déposent sur les conjonctives, les muqueuses. Pour pouvoir s'implanter, le microorganisme doit être mis au contact des muqueuses ou des conjonctives de l'hôte :

- soit directement de muqueuse à muqueuse faciale (nasale, buccale, conjonctives)
- soit indirectement via les mains du sujet réceptif, contaminées au contact de sécrétions ORL du patient ou d'une surface (table, jouets, etc.) puis portées au visage (bouche, nez ou yeux).

Les masques chirurgicaux recommandés dans les précautions complémentaires Gouttelettes ont deux objectifs

1. Protéger ceux qui les portent contre le risque de contact entre des gouttelettes > 5 µm contenant des microorganismes et les muqueuses du nez et de la bouche
2. Porté par un patient atteint d'une infection respiratoire, prévenir la contamination de l'entourage en retenant les gouttelettes émises lors de la toux, des éternuements et de la parole

## Objectifs

Au début de l'épidémie COVID-19, un discours simplificateur a véhiculé la notion inexacte que les masques FFP2 permettraient de filtrer uniquement l'air inhalé alors que les masques chirurgicaux ne permettraient de filtrer que l'air expiré par le porteur de masque. Les deux types de masques permettent de filtrer à la fois l'air inhalé et l'air expiré avec d'une part des performances de filtration et d'étanchéité différentes, d'autre part une tolérance au port prolongé différente.

Le masque FFP2 est principalement indiqué pour trois infections à transmission aérienne : la tuberculose, la rougeole et la varicelle. Pour toutes les autres infections respiratoires d'origine respiratoire haute ou basse, et notamment les autres infections virales dont la grippe, un masque chirurgical est recommandé.

La pandémie de COVID-19, causée par le virus SARS-CoV-2, découvert début 2020 a conduit à une production massive de publications scientifiques, d'abord venant de Chine et des pays limitrophes, et maintenant de l'Europe et des Etats-Unis. Comme pour chaque nouvel agent infectieux, nous nous interrogeons sur la dose de virus nécessaire pour provoquer une infection, et son épidémiologie (réservoir, mode de transmission, hôte et site récepteur) qui déterminent les mesures de contrôle individuelles et collectives les plus adaptées.

Cet agent infectieux est responsable d'une pandémie et d'infections sévères avec une mortalité notable, entraînant des angoisses et des peurs qui peuvent conduire à des attitudes irrationnelles. Celles-ci ne doivent pas empêcher un raisonnement scientifique et argumenté. Dans le cadre du COVID-19, comme d'ailleurs auparavant dans celui du SRAS en 2003, du MERS coronavirus en 2012-2013 ou des fièvres hémorragiques virales de type maladie d'Ebola en 2014, des interrogations scientifiques surgissent, de même que des rumeurs et des informations erronées, qui sont relayées et amplifiées par les médias et les réseaux sociaux. Ces rumeurs peuvent laisser penser que l'utilisation de masques chirurgicaux au lieu de masques FFP2 mettraient en danger les soignants.

Cela n'est pas conforme aux données scientifiques actuelles et aux recommandations nationales et internationales qui rappellent :

- Que les masques chirurgicaux sont efficaces et recommandés pour protéger soignants et les patients du COVID-19 en dehors d'une liste limitée de gestes respiratoires invasifs susceptibles de mobiliser des quantités importantes de virus sous forme de aérosols.
- Que les masques FFP2 servent à protéger les soignants lors de ces actes respiratoires invasifs.

Nous présentons ici les principaux éléments qui viennent appuyer ces recommandations et décrivons pourquoi les discours erronés sur l'utilisation des masques mettent en danger patients et soignants.

**Les études expérimentales doivent être prises en compte sans être sur-interprétées**

## Les études basées sur la PCR

*NB : la PCR identifie la présence d'ARN viral mais ne préjuge pas de la viabilité et donc de la capacité d'infecter du virus.*

Dans une première étude (Santarpia JL, Rivera DN et al, MedRxiv avril 2020), l'ARN de SARS-CoV-2 a été retrouvé sur 136 des 163 prélèvements de surface et d'air réalisés autour de 13 patients avec un COVID-19, placés dans des chambres à pression négative. Pour les surfaces, le taux de positivité variait de 65% à 100% selon le type de surface prélevée, toujours en faible concentration, sans description des conditions d'entretien des chambres. Pour l'air, les données présentées sur la présence de l'ARN étaient discordantes. Cependant, 63% des prélèvements d'air dans la chambre étaient décrits positifs, et 67% des prélèvements en dehors de la chambre. Aucun des prélèvements d'air positifs en PCR n'a été trouvé positif en culture virale.

La deuxième étude (1) a été menée en réanimation (57 prélèvements de surface et 40 d'air autour de 15 patients) et dans un service conventionnel (respectivement 9 et 16 prélèvements autour de 24 patients), les deux avec un traitement d'air semblant en dépression. Presque tous les prélèvements de surface (95 et 100%) étaient positifs ainsi que 14/40 (35%) des prélèvements d'air en réanimation et 2/16 (12%) en médecine. Les prélèvements étaient plus souvent positifs à proximité du patient. Les concentrations évaluées par la PCR (Ct, nombre de cycles) n'étaient pas rapportées, ni les conditions d'entretien de l'environnement.

Dans une troisième étude (2), 16/20 prélèvements d'environnement étaient positifs chez un patient avant nettoyage et tous les prélèvements étaient négatifs chez deux autres patients après entretien de la chambre. Les prélèvements de l'air dans la chambre et le couloir extérieur étaient négatifs malgré la contamination retrouvée des surfaces.

Pris ensemble, ces travaux montrent que l'environnement d'un patient COVID-19 est très souvent contaminé par l'ARN de SARS-CoV-2, et que des prélèvements d'air peuvent identifier l'ARN du virus à proximité des patients, mais aussi en dehors de leur chambre. Cependant, ces études suggèrent qu'un entretien de l'environnement de la chambre de patients COVID-19 permet d'éliminer cet ARN. De plus, une étude montre que, malgré l'ARN viral retrouvé, aucun virus ne pousse en culture cellulaire, ce qui peut laisser penser que ces virus ne sont pas infectants.

## Les études basées sur la culture virale

*NB : la présence de virus en culture suggère sa viabilité et sa capacité à infecter.*

Une étude a comparé la survie dans l'air et sur les surfaces du SARS-CoV-1 (responsable du SRAS en 2002-2003) et du SARS-CoV-2 (responsable du COVID-19) (3) en testant dix conditions expérimentales dans des environnements variés.

Pour évaluer la contamination aérienne, des aérosols de moins de 5 µm contenant chacun un des deux virus en forte concentration ont été générés dans un tambour de Goldberg, enceinte de 40 L avec une rotation continue permettant de garder les aérosols en suspension. L'aérosol ainsi produit restait contaminé pendant 3 heures avec une réduction d'environ 90% de la présence de virus viable dans l'air et sans différence entre SARS-CoV-1 et SARS-CoV-2.

Pour évaluer la contamination des surfaces, une concentration toujours élevée de chacun des deux virus a été placée sur différentes surfaces (acier, plastique, cuivre, etc.). Si du virus vivant a parfois été retrouvé au 3<sup>ème</sup> jour, une réduction toujours supérieure à 90% de la quantité de virus vivants a été obtenue en moins de 24 h, quelle que soit la surface testée.

L'autre étude (Ye G, Lin H, Chen L, et al, MedRxiv avril 2020) a trouvé sensiblement les mêmes résultats de survie sur les surfaces : environ 99% de réduction de la quantité virale à la 24<sup>ème</sup> heure,

à partir d'un inoculum élevé. Cependant, la réduction de quantité virale n'était que de 85% sur du plastique. Nous notons cependant trois points importants :

- La persistance sur la tenue, avec une réduction de plus de 99% à la 24<sup>ème</sup> heure, mais aussi 2/3 de tests négatifs en culture virale dès la 3<sup>ème</sup> heure.
- La persistance de virus cultivable en culture sur les masques, avec une persistance prolongée jusqu'à 7 jours
- L'efficacité des produits de désinfection habituels, comme les ammoniums quaternaires.

Ces deux travaux appellent plusieurs commentaires.

1. Il s'agit d'études expérimentales qui ne reproduisent pas les conditions réelles de la transmission des coronavirus. Par exemple, les aérosols générés étaient des aérosols de moins de 5 µm alors que les particules générées par la toux ou le mouchage sont des grosses particules à dépôt rapide dans l'environnement pour la très grande majorité des cas.
2. Les conditions dans une chambre d'hospitalisation (environ 40 m<sup>3</sup>) sont bien différentes des conditions expérimentales rapportées ici (0.04 m<sup>3</sup>, soit un rapport de 1 à 1000). Un aérosol dans une chambre se dilue beaucoup plus vite que dans un espace confiné.
3. Les charges virales déposées sur les surfaces étaient élevées, probablement plus importantes que celles qu'on peut observer autour d'un patient infecté par COVID-19.

L'élément le plus important est que les deux coronavirus SARS-CoV-1 et SARS-CoV-2 ont la même persistance dans les aérosols et sur les surfaces. Si les données pour SARS-CoV-2 restent encore partielles, nous disposons de données solides pour le SARS-CoV-1 récoltées depuis l'épidémie de SRAS de 2003-2004.

**L'expérience acquise avec les maladies virales telles que le SRAS et la grippe permet de fournir des données fiables et étayées.**

#### Expérience acquises avec les autres coronavirus

Des travaux expérimentaux présentés plus haut (3), nous pouvons probablement déduire que les modes de transmission, et donc les mesures de protection pour SARS-CoV-1 sont également efficaces pour SARS-CoV-2.

Nous connaissons bien les modes de transmission du SARS-CoV-1 et pouvons donc appliquer des recommandations connues et acceptées, s'appuyant sur des travaux validés (4) qui ont été au centre du contrôle du SARS à Hong Kong en 2004, et maintenant du COVID-19 .

Il est maintenant admis que la transmission de SARS-CoV-1 est très majoritairement assurée par des grosses gouttelettes. Des travaux chinois ont montré qu'un placement des lits des patients à plus de 1,50 m dans une salle commune était un facteur fortement associé à l'absence de transmission du virus (5). En revanche, les manœuvres invasives respiratoires génèrent des aérosols de petites particules nécessitant le port d'un masque FFP2, afin de protéger les professionnels de soins d'une transmission (6, 7).

En résumé, ces travaux semblent donc confirmer que les recommandations de prévention du SARS-CoV-2, élaborées sur les données acquises par les infections émergentes précédentes à coronavirus sont appropriées.

#### Expérience acquise avec la grippe et les autres virus

Pour la grippe, une revue de la littérature en 2003 ne retrouvait pas d'argument en faveur d'une transmission de la grippe par aérosols chez l'homme (8). Pourtant des travaux expérimentaux ont mis en évidence une transmission aérienne possible du virus grippal (9, 10) et la présence du génome viral présent dans les aérosols de petite taille dans un service d'urgence (10, 11).

Pour les autres virus, une revue récente a été réalisée par une des équipes les plus expérimentée sur le sujet (12). Cette étude décrivait la présence fréquente de matériel nucléaire (ARN ou ADN)

dans l'air autour des patients infectés (influenza, le VRS, adénovirus, rhinovirus, et les autres coronavirus), mais rarement la présence de virus viables.

Le choix des masques pour le contrôle de la transmission du virus grippal a fait l'objet de multiples études, revues et méta-analyses (13, 14). De façon constante, aucune étude n'a trouvé de supériorité, ni même de tendance, en faveur de l'utilisation d'un masque FFP2 par rapport au masque chirurgical, la dernière en date menée dans une large population, et s'intéressant à l'ensemble des virus respiratoires (15).

Pour conclure, ces travaux suggèrent donc que la transmission des virus respiratoires survient bien par l'intermédiaire des grosses gouttelettes, et que la transmission aérienne est très secondaire, si tant est qu'elle existe, en dehors des manœuvres invasives respiratoires.

### **Évaluer le mode de transmission par la capacité de diffusion**

Une autre approche pour faire la part des choses entre transmission aérienne et gouttelettes est de regarder les taux d'attaque et les taux de reproduction  $R_0$  des infections virales qui sont connues pour avoir une transmission par voie aérienne. Pour le SARS-CoV-2, plusieurs publications montrent que le taux d'attaque dans une famille est de l'ordre de 10% (16) (Luo L, Liu D, Liao XL, MedRxiv, avril 2020). Si une transmission aérienne existait, ce taux d'attaque devrait être beaucoup plus élevé dans une population naïve. Le  $R_0$  des infections à transmission aérienne, varicelle et rougeole et respectivement de 10-12 et de 15-18, avec un taux d'attaque supérieur à 85% dans une maisonnée, alors que le  $R_0$  du COVID-19 est estimé aux environs de 3.5. Ce sont deux arguments indirects qui suggèrent que la transmission du SARS-CoV-2 est superposable à celle des autres virus respiratoires de type influenza.

Il est habituel et probablement réducteur de séparer les deux modes de transmission, la transmission aérienne avec des petites particules de moins de 5 microns, et la transmission par gouttelettes de plus de 10 microns. Il existe cependant des circonstances où les grosses gouttelettes peuvent parcourir plus des 1m50 habituellement retenus, et contaminer les surfaces plus à distance (17). Ces circonstances pourraient être facilitées par certains flux d'air (18) (Lu J, Gu J, Li K, Emerg Infect Dis, 2020, sous presse). Il est possible qu'un continuum existe entre la transmission aérienne et gouttelettes, cependant tout porte à penser à ce jour que le SARS-CoV-2 se transmet très majoritairement par les grosses gouttelettes.

Les études présentées plus haut suggèrent donc que des virus vivants peuvent être émis et peut-être circuler au-delà de la proximité immédiate du patient infecté, à plus de 1m50. Mais la dose infectante, notion supplémentaire nécessaire pour produire une infection, n'est pas connue. Les données obtenues dans les maisonnées où le taux d'attaque est faible malgré la promiscuité, montre que cette dose infectante doit être élevée et/ou la durée de contact prolongée.

### **Des recommandations nationales et internationales convergentes.**

Les recommandations nationales (France, Grande Bretagne, Etats Unis, Hong Kong, Singapour) et internationales (OMS) sont convergentes dans les indications des masques. Il faut noter que le gouvernement de Hong Kong, qui a eu à gérer le SRAS en 2003 et parmi les premiers cas de COVID-19 recommande le masque chirurgical, pour la majorité des soins.

La seule recommandation discordante est celle de l'ECDC, éditée le 2 février 2020, qui recommande de placer les patients infectés par COVID-19 dans des chambres en pression négative et l'utilisation d'un masques FFP2/N95 pour l'ensemble des soins, y compris ceux à haut risque de générer des aérosols (listés précisément par les recommandations de l'OMS). Elle n'a pas été révisée depuis cette date.

### **Conclusions**

Les fausses informations sur les différents types de masques, amplifiées dans un contexte de crise, et relayées par la presse grand public et les réseaux sociaux, viennent semer le trouble parmi les soignants. Cette confusion est source d'anxiété et de conséquences potentiellement néfastes pour leur exercice professionnel. Leur attention ne devrait pas être détournée des autres mesures de protection, et notamment de la désinfection régulière des mains par la friction hydro-alcoolique.

L'hygiène des mains, dont nous connaissons le respect médiocre en routine, est un prérequis indispensable à la bonne utilisation du masque. La manipulation du masque potentiellement contaminé sur sa face externe, sera génératrice de risque lorsque le professionnel portera ses mains au visage, avant ou après le retrait du masque. Une observation des personnes portant un masque (soignants ou non soignants) permet de constater ce risque de manutention des microorganismes.

Le masque chirurgical a largement démontré son efficacité pour empêcher la transmission de la majorité des agents viraux respiratoire, y compris les coronavirus. Le masque FFP2 ne lui est pas supérieur en dehors de situations particulières de manœuvres respiratoires à haut risque de produire des aérosols.

Le port d'un masque FFP2 demande une formation, la vérification systématique de son bon positionnement, autrement il revient au port d'un masque chirurgical. Bien positionné, il est difficile à porter pendant plusieurs heures. Cet inconfort est à l'origine de contact des mains avec le masque, source potentielle de contamination des muqueuses du visage par l'intermédiaire des mains, comme évoqué précédemment.

**Les recommandations actuelles sur le port des masques chirurgicaux ou FFP2 à l'hôpital et dans les autres structures de soins tiennent compte des données scientifiques pertinentes. Rien ne permet de dire aujourd'hui que ces recommandations mettent en danger les soignants ou les patients.**

## Références

1. Guo ZD, Wang ZY, Zhang SF, Li X, Li L, Li C, et al. Aerosol and Surface Distribution of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Hospital Wards, Wuhan, China, 2020. *Emerging infectious diseases*. 2020;26(7).
2. Ong SWX, Tan YK, Chia PY, Lee TH, Ng OT, Wong MSY, et al. Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient. *Jama*. 2020.
3. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. 2020.
4. de Wit E, Munster VJ, Seto WH. Airborne transmission and precautions: facts and myths. *The New England journal of medicine*. 2015;89(4):225-8.
5. Yu IT, Xie ZH, Tsoi KK, Chiu YL, Lok SW, Tang XP, et al. Why did outbreaks of severe acute respiratory syndrome occur in some hospital wards but not in others? *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2007;44(8):1017-25.
6. Seto WH. Airborne transmission and precautions: facts and myths. *The Journal of hospital infection*. 2015;89(4):225-8.
7. Seto WH, Tsang D, Yung RW, Ching TY, Ng TK, Ho M, et al. Effectiveness of precautions against droplets and contact in prevention of nosocomial transmission of severe acute respiratory syndrome (SARS). *Lancet (London, England)*. 2003;361(9368):1519-20.
8. Bridges CB, Kuehnert MJ, Hall CB. Transmission of influenza: implications for control in health care settings. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2003;37(8):1094-101.
9. Noti JD, Lindsley WG, Blachere FM, Cao G, Kashon ML, Thewlis RE, et al. Detection of infectious influenza virus in cough aerosols generated in a simulated patient examination room. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2012;54(11):1569-77.

10. Blachere FM, Lindsley WG, Pearce TA, Anderson SE, Fisher M, Khakoo R, et al. Measurement of airborne influenza virus in a hospital emergency department. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2009;48(4):438-40.
11. Lindsley WG, Blachere FM, Davis KA, Pearce TA, Fisher MA, Khakoo R, et al. Distribution of airborne influenza virus and respiratory syncytial virus in an urgent care medical clinic. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2010;50(5):693-8.
12. Shiu EYC, Leung NHL, Cowling BJ. Controversy around airborne versus droplet transmission of respiratory viruses: implication for infection prevention. *Current opinion in infectious diseases*. 2019;32(4):372-9.
13. Offeddu V, Yung CF, Low MSF, Tam CC. Effectiveness of Masks and Respirators Against Respiratory Infections in Healthcare Workers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2017;65(11):1934-42.
14. Jefferson T, Del Mar C, Dooley L, Ferroni E, Al-Ansary LA, Bawazeer GA, et al. Physical interventions to interrupt or reduce the spread of respiratory viruses: systematic review. *Bmj*. 2009;339:b3675.
15. Radonovich LJ, Jr., Simberkoff MS, Bessesen MT, Brown AC, Cummings DAT, Gaydos CA, et al. N95 Respirators vs Medical Masks for Preventing Influenza Among Health Care Personnel: A Randomized Clinical Trial. *Jama*. 2019;322(9):824-33.
16. Burke RM, Midgley CM, Dratch A, Fenstersheib M, Haupt T, Holshue M, et al. Active Monitoring of Persons Exposed to Patients with Confirmed COVID-19 - United States, January-February 2020. *MMWR Morbidity and mortality weekly report*. 2020;69(9):245-6.
17. Bourouiba L. Turbulent Gas Clouds and Respiratory Pathogen Emissions: Potential Implications for Reducing Transmission of COVID-19. *Jama*. 2020.
18. Yu IT, Li Y, Wong TW, Tam W, Chan AT, Lee JH, et al. Evidence of airborne transmission of the severe acute respiratory syndrome virus. *The New England journal of medicine*. 2004;350(17):1731-9.