



Article analysé
Liao L, Xiao W, Zhao M, Yu X, Wang H, Wang Q, Chu S, Cui Y.
Can N95 Respirators Be Reused after Disinfection? How Many Times?
ACS Nano. 2020 May 5. doi: 10.1021/acsnano.0c03597. [Epub ahead of print]
<https://dx.doi.org/10.1021/acsnano.0c03597>

Réutilisation des masques FFP2 et Covid-19, est-ce possible ?

Pascal De March
MCU-PH, Université de Lorraine
Responsable de rubrique

Dans la foulée du déconfinement, les cabinets dentaires libéraux ont pu rouvrir le 11 mai avec une nouvelle organisation impliquant des mesures de précaution particulières pour leurs patients, pour leur personnel et pour les chirurgiens-dentistes qui sont les plus exposés au risque de contamination par projection de gouttelettes ou par les aérosols. Quelle que soit l'évolution ou l'issue de cette crise sanitaire sans précédent, la pénurie mondiale de masques de protection – et sa gestion particulièrement erratique en France – en restera l'un des événements marquants. D'abord « oubliés » du discours du ministre des Solidarités et de la Santé, une dotation de 25 appareils de protection respiratoire (APR) FFP2 a finalement été promise aux chirurgiens-dentistes. Mais pour des raisons parfois rocambolesques, tous ne les ont pas reçus et, dans un marché toujours sous extrême tension, beaucoup d'incertitudes persistent. Les masques chirurgicaux (norme NF EN 14683) sont testés de l'intérieur vers

l'extérieur et protègent principalement le malade du soignant. Leur performance est mesurée par un test de filtration bactérienne avec aérosol de bactéries de 3 µm (exprimé en %), et un test de résistance (R) à la projection complète leur classe de type I (> 95 %), II (> 98 %) ou IIR. Les APR de norme européenne FFP (Filtering Facepiece Particles) (EN 149) sont testés dans le sens de l'inspiration (extérieur vers intérieur) avec un aérosol de NaCl d'environ 0,5 µm de diamètre médian et présentent, selon leur classe, une filtration > 80 % (FFP1), > 94 % (FFP2) et > 99 % (FFP3). La taille du SARS-CoV-2 est de 150 nm et il peut être contenu dans des aérosols de 1 à 5 µm. Dans le cadre du Covid-19, l'APR FFP2 est recommandé par les autorités de sécurité sanitaire pour les soignants exposés. Les normes équivalentes sont KN95 (Chine), DS/DL2 (Japon), KF94 (Corée du sud) et N95 (États Unis). Face à la pénurie et aux incertitudes de dotations, nombre de nos confrères se sont organisés pour s'approvisionner par eux-mêmes en APR, dont les prix ont explosé. La question de la désinfection et

de la réutilisation des APR FFP2 se pose alors naturellement. Les auteurs de l'article rapporté y répondent à partir d'une étude menée sur des étoffes correspondantes à la norme américaine N95. Ils expliquent tout d'abord que ce tissu est constitué de multiples couches de polypropylène intissé dont un média filtrant épais de 100 à 1000 µm, formé d'un réseau tridimensionnel de microfibrilles de polypropylène soufflé dont le diamètre varie de 1 à 10 µm, mais avec un taux de porosité de 90 % pour permettre la circulation de l'air. Afin d'assurer une haute efficacité de filtration, ces microfibrilles sont chargées en électricité statique, ce qui garantit que les particules capables de traverser physiquement le filtre sont retenues en adhérant au matériau tout en laissant passer l'air. L'efficacité de la filtration dépend donc en grande partie de la capacité du média filtrant à conserver ces propriétés dites d'électret. Les auteurs ont alors testé, sur des échantillons de média à la norme N95 (sans la couche de protection du masque), cinq moyens de désinfection recommandés par le CDC (*United States Centers for Disease Control and Prevention*)

contre le SARS-CoV-2 et facilement applicables dans les différents lieux de soins :

- exposition à la chaleur sous différentes conditions d'humidité (le SARS-CoV-2 serait dénaturé par une température > 70 °C pendant 5 minutes);
- exposition à la vapeur d'eau (100 °C);
- immersion dans une solution d'alcool à 75 % puis séchage à l'air sec par pendaison;
- pulvérisation d'hypochlorite de sodium diluée;
- irradiation par UVC dans une enceinte de stérilisation (habituellement utilisée par les coiffeurs).

Les effets de cycles successifs de ces différents moyens ont été mesurés à l'aide d'un système automatisé mesurant la capacité de filtration et d'un test de résistance par mesure de la chute de pression appliquée. Les résultats présentés montrent que les techniques par solutions désinfectantes dégradent les capacités de filtration à un niveau inacceptable dès les premiers cycles, tandis que les mesures de pressions demeurent constantes. Cela indique que l'épaisseur et la structure du tissu restent inchangées mais que les solvants des liquides sont adsorbés sur la surface des fibres et en chassent les charges électriques, diminuant leur pouvoir électrostatique de filtration. L'action de la vapeur induit aussi une chute importante du pouvoir filtrant autour du 5^e cycle, qui se poursuit jusqu'au 10^e cycle sans modification notable du test de pression. Là encore, il s'agirait d'une perte des charges électrostatiques par la condensation des gouttelettes d'eau sur les microfibrilles. Concernant les effets des UV-C, les auteurs relatent un maintien des performances filtrantes jusqu'à 10 cycles, mais une dégradation à 20 cycles. Toutefois, le problème qui se pose avec cette technique concerne son efficacité dans les couches profondes du filtre, en raison de l'absorption des UV par le polypropylène qui empêcherait la pénétration des UV et l'inactivation des particules virales ayant pénétré plus en profondeur. Par ailleurs, les UV-C de haute énergie peuvent aussi altérer la résistance mécanique de certains APR. Pour l'exposition à la chaleur sous différentes conditions de température et d'hygrométrie, les auteurs indiquent que les propriétés filtrantes et mécaniques sont

maintenues après 20 cycles de 20 minutes à une température de 85 °C, même dans une atmosphère à 100 % d'humidité, et jusqu'à 100 °C à 30 % d'humidité. Toutefois, à 125 °C, ils observent une chute rapide du pouvoir de filtration qu'ils attribuent à une relaxation des charges à l'intérieur des fibres polymères sous l'effet de la chaleur, conduisant à une neutralisation des polarisations tandis que la structure reste intacte.

Les auteurs concluent que les conditions de température recommandées pour la désinfection des APR en vue de leur réutilisation doivent être comprises entre 85 °C et 100 °C pour ne pas affecter leurs performances de filtration, et ce quelle que soit l'humidité ambiante. Différents systèmes accessibles comme des sèche-cheveux permettent d'obtenir aisément ces conditions. Les auteurs insistent toutefois sur le fait que dans la pratique clinique, le tissu de l'APR FFP2 peut aussi être contaminé par de la salive, d'autres fluides ou particules chimiques susceptibles d'altérer l'équilibre des charges électrostatiques dans le filtre, voire l'intégrité de la structure de l'APR. Dans ce cas, le traitement thermique ne sera pas en mesure de rétablir les charges et préservera, au mieux, son efficacité résiduelle. Par ailleurs, les auteurs précisent que la plupart de leurs tests ne concernent que le tissu de l'APR et que les traitements de désinfection peuvent aussi altérer ses autres composants tels que les élastiques, la pièce nasale, les mousses ou la valve quand elle est présente. Ils insistent sur le rôle de ces composants pour l'étanchéité de l'APR sur le visage, qui est tout aussi importante que son efficacité de filtration. Sur quelques tests effectués, ils n'ont pas noté de modification qualitative apparente des élastiques ou de l'ajustage par rapport à un produit neuf, mais ils rapportent une étude évoquant une altération de l'ajustage après exposition au UV-C, et une autre au-delà de 5 recyclages. Ils insistent sur le contrôle de l'ajustage correct de l'APR après chaque cycle de désinfection et avant réutilisation. Enfin, ils ne recommandent pas l'utilisation du four à micro-ondes pour la désinfection des APR du fait de la présence d'éléments métalliques dans leur armature.



COMMENTAIRES

Si les incertitudes persistantes peuvent nous inciter à réutiliser les APR FFP2 après désinfection, il est primordial de s'assurer que le processus appliqué n'altère pas leurs propriétés filtrantes ni leur parfait ajustage sur le visage. Si les auteurs considèrent qu'une désinfection par exposition de 20 minutes à une température comprise entre 85 °C et 100 °C maintient leurs propriétés conformes, nos autoclaves ne sont pas adaptés à ce procédé, même s'ils proposent un cycle « tissu ». En effet, l'autoclave fonctionne sous pression de vapeur et la température la plus basse est en général de 125 °C. Ainsi, même en protégeant l'APR de la vapeur par un placement sous emballage ou boîte étanche, la température supérieure à 100 °C induit une dépoliarisation des charges statiques de la pièce filtrante et une perte de filtration. Par ailleurs, l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) précise que les APR munis d'une valve d'expiration ne protègent que leur porteur, car la valve s'ouvre à chaque expiration et ne se ferme qu'à l'inspiration. Ainsi, l'air expiré par le porteur à travers cette valve, qui n'est pas filtré, est susceptible de contaminer l'environnement si le porteur expire des particules infectieuses virales, surtout s'il éternue, tousse ou même parle dans son masque. Les masques dotés de valves sont principalement destinés à l'industrie ou à l'artisanat pour plus de confort à l'expiration et ne devraient donc pas être employés pour l'exercice médical. Les praticiens doivent donc être vigilants sur cet aspect lors de leurs achats en APR. De même, certains APR semi-rigides en forme de coque ne sont pas adaptés à toutes les formes de visage. Enfin, le porteur d'un APR doit réaliser systématiquement un contrôle d'étanchéité (fit-check) avant chaque utilisation. Ce contrôle d'étanchéité (dit en pression négative) consiste à placer correctement l'APR sur le visage, à obturer la surface filtrante avec les mains, à inspirer puis à retenir sa respiration quelques secondes ; si l'étanchéité est bonne, l'APR doit demeurer légèrement plaqué au visage. En cas d'échec, l'APR doit être réajustée et le contrôle réitéré.