

LES AUTEURS



JEAN-MICHEL COURTY et ÉDOUARD KIERLIK
professeurs de physique à Sorbonne Université, à Paris

LES MASQUES DÉMASQUÉS

En pleine pandémie de Covid-19, l'intérêt pour les masques respiratoires a bondi, alors même qu'ils sont en usage depuis longtemps. Mais comment fonctionnent-ils ?

Norme FFP2, masque chirurgical ou encore masque fabriqué maison... Ces mots ont envahi notre quotidien avec la pandémie de Covid-19. En tant que physiciens, il ne nous appartient pas de donner des recommandations sur l'usage de ces protections pour minimiser les risques de contamination. En revanche, nous pouvons nous intéresser aux mécanismes physiques mis en œuvre dans leur fonctionnement. On pourrait croire que les masques agissent, pour l'essentiel, comme des tamis. Or ce n'est pas du tout le cas !

FILTRER LES AÉROSOLS

En toussant, en éternuant, en parlant ou tout simplement en respirant, nous produisons des aérosols : autrement dit, nous émettons dans l'air expiré des particules de tailles diverses. Ce sont typiquement des gouttelettes d'eau de diamètre compris entre 1 micromètre (un millième de millimètre) et 100 micromètres, qui s'évaporent rapidement et libèrent dans l'air bactéries (0,5 à 5 micromètres) et virus (0,02 à 0,3 micromètre,

0,1 micromètre pour le virus SARS-CoV-2, responsable du Covid-19).

Les particules les plus grosses tombent rapidement au sol. Les plus légères, en revanche, restent en suspension. Dans de l'air calme, la durée de sédimentation sur une hauteur de 3 mètres est en effet de 4 minutes pour des particules de 20 micromètres de diamètre, et cette durée est multipliée par 4 à chaque fois que l'on divise la taille par 2 : elle dépasse déjà 1 heure pour des particules de 5 micromètres.

En situation épidémique, on peut filtrer l'air à l'aide d'un masque pour protéger notre système respiratoire de ces aérosols chargés de pathogènes. Le premier effet filtrant auquel on songe est l'effet de tamis : comme dans une passoire, ne pourraient traverser le masque que les particules dont la taille est inférieure à celle des trous. Il y a cependant une difficulté majeure : plus les trous sont petits, mieux on filtre mais plus il est difficile de respirer à travers. Si l'on veut que le masque soit utilisable sans assistance mécanique, un filtre à trous submicrométriques, qui seraient nécessaires pour tamiser bactéries et virus, est exclu.

Heureusement, d'autres mécanismes sont à l'œuvre et permettent de piéger des particules de toutes tailles dans le masque. Ce dernier comporte en général une couche, un peu épaisse, composée de fibres non tissées, mais plutôt entrelacées (voir l'encadré page ci-contre). Lorsqu'une particule, entraînée par l'air qui traverse le filtre, vient percuter une fibre, elle s'y colle durablement grâce aux forces intermoléculaires dites « de Van der Waals ». Il faut donc comprendre d'où résultent les collisions particule-fibre.

Aux échelles considérées, on montre que l'écoulement de l'air est dominé par les effets de viscosité et qu'il est

