

> fibres en polypropylène d'un diamètre de l'ordre de 5 micromètres et formant des pores de tailles variant entre 10 et 20 micromètres, bien supérieures aux tailles des virus et des bactéries. L'efficacité du filtrage est donc assurée par l'épaisseur du filtre: plus il est épais, plus les événements de capture décrits plus haut se multiplient et moins de particules passent.

Un filtrage efficace a cependant deux conséquences: d'une part, la respiration devient plus difficile; d'autre part, si le masque n'est pas parfaitement ajusté au visage, l'air s'introduit par les interstices entre le masque et le visage. La conséquence est que le choix du «bon masque» résulte nécessairement d'un compromis entre diverses exigences: qualité du filtrage, facilité d'utilisation et confort de l'utilisateur.

MASQUES CHIRURGICAUX ET MASQUES FFP2

On distingue deux types de dispositifs. Il y a d'abord les «masques chirurgicaux». Leur objectif principal est d'éviter que les grosses particules émises par celui qui le porte, comme les postillons, se dispersent dans l'environnement. L'efficacité pour filtrer les petites particules en suspension dans l'air n'est pas recherchée: elle est, de fait, très mauvaise.

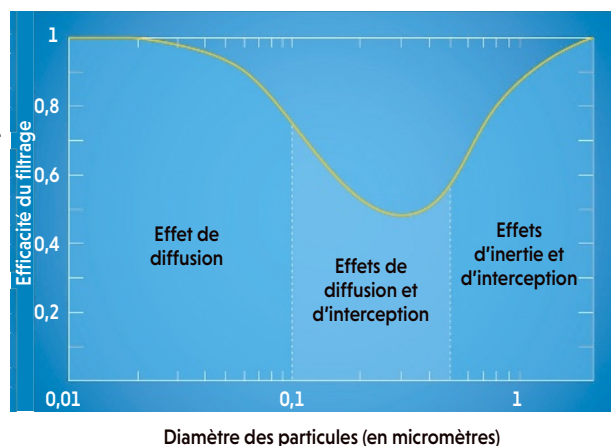
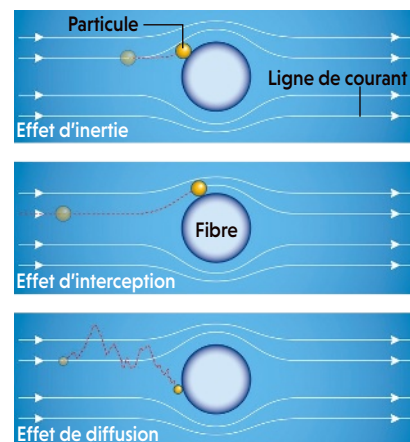
On réalise des tests standardisés en mesurant quel est le pourcentage de particules de 0,06 micromètre (la taille d'un virus) qui passent à travers le masque lorsqu'on fixe le débit d'air à 85 litres par minute, caractéristique d'une respiration très précipitée. Avec des masques chirurgicaux, on obtient des taux très variables, compris entre 4% et 90%, en raison du passage de l'air par les bords du masque. Un tel masque est peu satisfaisant en cas de contacts prolongés avec des malades, mais utile sinon, car il bloque les postillons dans les deux sens et permet d'éviter de se toucher le visage avec les mains.

Une seconde classe de masques est constituée des «respirateurs de protection». Ce sont eux dont on entend le plus parler aujourd'hui: ils sont notés FFP (pour *filtering facepiece*, «pièce faciale filtrante»), avec un numéro qui indique le degré de filtrage. Ces masques respirateurs sont conçus pour filtrer l'air et réduire le nombre de particules et de germes que le porteur inhale.

Le masque FFP2 doit par exemple filtrer au moins 94% (pour un FFP3, 99%) d'un aérosol contenant des particules de

MÉCANISMES DE FILTRATION

Trois principaux mécanismes sont à l'œuvre dans les couches filtrantes des masques. Dans l'effet d'inertie, la particule considérée suit une ligne de courant de l'air mais, par sa masse, quitte cette ligne en continuant tout droit et vient se coller à la fibre. Dans l'effet d'interception, la particule suit une ligne de courant et entre au contact d'une fibre si son rayon est plus grand que la distance entre la fibre et la ligne de courant. Dans l'effet de diffusion, la particule suit une trajectoire erratique, due au mouvement brownien, qui l'amène jusqu'à une fibre; cet effet ne concerne que les particules suffisamment petites. Ces différents effets ont pour conséquence que l'efficacité de la filtration est maximale pour des particules de petite ou grosse taille, et moins bonne pour les particules de taille intermédiaire.



diamètre médian égal à 0,06 micromètre et avoir des fuites totales de l'extérieur vers l'intérieur (filtrage et étanchéité des joints faciaux compris) inférieures à 8% (pour un FFP3, 2%) de l'air inspiré. Cela requiert que les respirateurs doivent être parfaitement ajustés sur le visage, en général avec deux élastiques autour de la tête et un clip au niveau du nez.

FILTRAGE EFFICACE, RESPIRATION DIFFICILE

Comme les masques sont ajustés et épais afin de filtrer l'air, ils offrent une résistance au passage de l'air, que l'on mesure en évaluant la surpression qu'il faut pour assurer l'écoulement: elle est de l'ordre de 2 millibars pour un masque FFP2 avec une respiration précipitée. Cela semble peu, mais c'est du même ordre de grandeur que les variations de pression mises en jeu dans nos poumons. Aussi, le port prolongé du masque en situation de stress peut entraîner des maux de tête. C'est pourquoi certains sont équipés de soupapes respiratoires qui facilitent l'expiration. ■

BIBLIOGRAPHIE

G. Liu et al., **A review of air filtration technologies for sustainable and healthy building ventilation**, *Sustainable Cities and Society*, vol. 32, pp. 375-396, 2017.

H. P. Lee et D. Y. Wang, **Objective assessment of increase in breathing resistance of N95 respirators on human subjects**, *The Annals of Occupational Hygiene*, vol. 55(8), pp. 917-921, 2011.

J. Vendel et al., **Lessons learnt over 30 years of air filtration in the nuclear industry**, *Journal of Physics : Conference Series*, vol. 170, 012026, 2009.

DURÉE LIBRE

43 %
de réduction *

L'AUTEUR



HERVÉ LE GUYADER
professeur émérite de biologie
évolutive à Sorbonne Université,
à Paris

COMMENT LES OISEAUX CHANTEURS ONT CONQUIS LE MONDE

Il y a quelque 23 millions d'années, les oiseaux chanteurs ont connu une extraordinaire diversification. Leur secret? Une heureuse coïncidence...

Tri tri tri... Le tyran tritri porte bien son nom: le cri de ce petit oiseau des champs canadiens ressemble à une salve de coups de sifflet. Et pour cause.

Comme le batara rayé, le mérulaxe des Andes et les autres oiseaux du groupe des suboscines ou tyranni, son organe vocal – la syrinx – ne compte que deux ou trois paires de muscles, ce qui ne permet que des sonorités de cloche, de coups de marteau, de scie... ou de sifflet. Les oscines, groupe frère des suboscines comportant merles, corbeaux, fauvettes, sittelles, mésanges et bien d'autres, en arborent en revanche de quatre à neuf, ce qui rend leur chant bien plus mélodieux, d'où leur surnom d'oiseaux chanteurs.

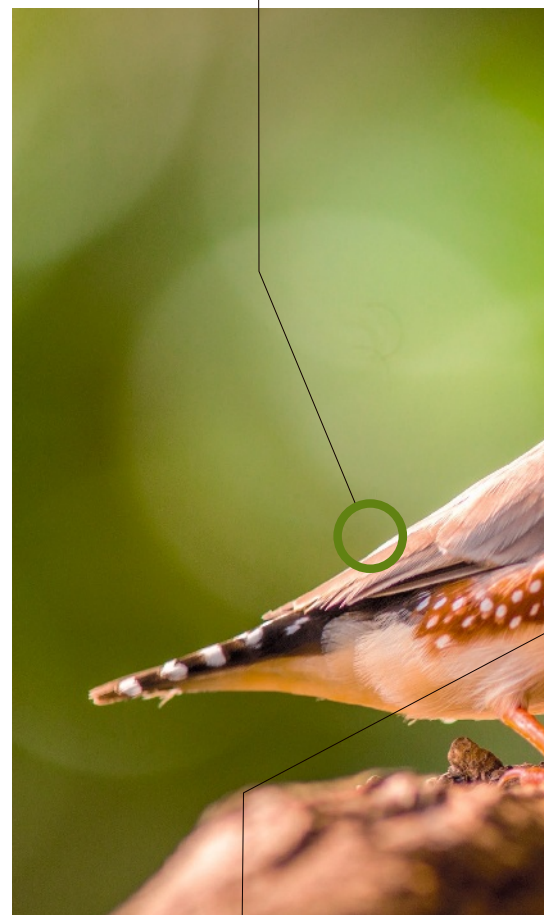
Ce n'est pas la seule particularité des oscines. Ce clade avien parmi les plus récents a connu une extraordinaire diversification, à tel point qu'avec celui des suboscines, ils regroupent les deux tiers des oiseaux actuels et sont présents sur tout le globe (sauf l'Antarctique). Cette diversification très rapide a longtemps constitué une énigme pour les biologistes,

mais celle-ci commence à être résolue. La clé se trouve dans une heureuse coïncidence entre un phénomène géologique majeur et une curiosité génétique...

UNE ORIGINE GONDWANIENNE

Les oiseaux sont des dinosaures qui ont survécu à l'extinction de masse de la limite Crétacé-Tertiaire, il y a 65 millions d'années. Les rares survivants se sont diversifiés au début du Tertiaire, pour exploser au Miocène (il y a entre 23 et 5 millions d'années). La phylogénie du clade indique clairement l'existence de quelques rares groupes (autruches, oies, faisans...) qui se sont diversifiés dès la fin du Jurassique, il y a environ 145 millions d'années. Puis une première grande diversification, au début du Tertiaire, a donné naissance à des oiseaux bien connus: flamants, pigeons, martinets, coucous, grues, goélands, manchots, vautours, hiboux, faucons... Mais ce n'est que bien plus tard, au Miocène, que le groupe rassemblant oscines, suboscines et la famille des acanthisittidés (trois espèces) – les passériformes – a explosé.

Les diamants mandarins vivent principalement en Australie.



L'organe vocal de cet oiseau chanteur, la syrinx, compte neuf paires de muscles. La syrinx s'est complexifiée au fil de l'évolution des oiseaux. Elle est bien plus simple chez les premiers clades à avoir émergé, comme celui des oies et des canards... Le cri de ces oiseaux aussi!



Hervé Le Guyader
a récemment publié:
**Biodiversité: le pari
de l'espoir,**
(Le Pommier, 2020).