

DOSSIER D'INFORMATION

POUSSIÈRES, AÉROSOLS, VIRUS, BACTÉRIES...

QUEL MASQUE POUR QUELLE PROTECTION ?



Jean DUCRET
ATC

Physicochimiste, Ingénieur de recherche honoraire du CNRS
Ancien chargé de mission aux risques chimiques de la Délégation Alsace du CNRS

André PICOT
Président de l'ATC

Toxicochimiste, Directeur de recherche honoraire du CNRS,
Expert français honoraire auprès de l'Union européenne pour les Produits chimiques en Milieu de Travail (SCOEL, Luxembourg)
GSM int'l +33 6 10 82 44 21 - andre.picot@gmail.com

Chantal FRESNAY
ATC

Intervenante dans les formations ATC
Ingénieur HSE

Simone MUNCH
ATC

Médecin du Travail
Médecin coordonnateur national adjoint du CNRS

Coordonneurs
André PICOT
Président de l'ATC
Toxicochimiste
Jean DUCRET
ATC
Physicochimiste

Association Toxicologie-Chimie
9^{bis} rue Gérando
75009 Paris - FRANCE

07 85 15 72 51
atc@atctoxicologie.fr
<http://www.atctoxicologie.fr>

Contact ATC
Bruno van PETEGHEM
Trésorier de l'ATC

GSM : 06 73 37 71 08
brunovp88@gmail.com



DOSSIER D'INFORMATION

POUSSIÈRES, AÉROSOLS, VIRUS, BACTÉRIES...

QUEL MASQUE POUR QUELLE PROTECTION ?

Sommaire

1. INTRODUCTION	5
2. OÙ SE TROUVENT LES AGENTS CONTAMINANTS ?	5
3. QUELS MASQUES ?	6
3.1. Caractéristiques spécifiques des masques chirurgicaux	6
3.2. Caractéristiques spécifiques des masques FFP	6
3.3. Peut-on réutiliser un masque ?	7
4. TABLEAU RÉCAPITULATIF - EFFICACITÉ DES MASQUES DE PROTECTION	9
5. BIEN AJUSTER SON MASQUE	10
6. NOS CONCLUSIONS	11
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	12





POUSSIÈRES, AÉROSOLS, VIRUS, BACTÉRIES...

QUEL MASQUE POUR QUELLE PROTECTION ?

1. INTRODUCTION

Le bon choix du type de masque de protection respiratoire, face à un risque de contamination, est essentiel, pour que son niveau de protection soit bien adapté au risque encouru (biologique, poussières...), que son port soit efficace (adaptation parfaite aux contours du visage, mauvaise étanchéité chez les barbus, durée de saturation du filtre...) et, surtout qu'une personne ne se croit pas protégée alors qu'elle ne l'est pas.

Devant la crise sanitaire exceptionnelle que nous subissons actuellement (**Coronavirus SARS-CoV-2**¹ responsable de la **maladie virale COVID-19**), il est essentiel de bien comprendre quels contaminants sont filtrés, comment ils sont arrêtés, comment reconnaître le bon filtre (en observant le marquage des masques) en fonction de différentes situations d'exposition, de façon à être protégé efficacement contre une infection potentielle.

Il n'est pas question ici de répéter les recommandations, consignes et obligations largement diffusées par les autorités via les médias, mais simplement de faire le point sur l'efficacité des différents masques disponibles pour lutter contre cette pandémie particulièrement virulente et difficile à contrôler actuellement !

Ce document nous a également paru justifié à la suite d'un constat très général : dans les laboratoires de recherche, malgré la diffusion d'une large information et de formations ciblées et de qualité, les difficultés des personnels à choisir le bon moyen de protection respiratoire persistent (*la difficulté est encore supérieure dans le domaine de la protection cutanée contre le risque chimique, où la réflexion nécessaire pour le bon choix des gants est souvent insuffisante pour ne pas dire négligée !*).

2. OÙ SE TROUVENT LES AGENTS CONTAMINANTS ?

Les particules virales contaminantes ne sont pas « partout dans l'air » mais sont émises lorsqu'une personne est infectée et contagieuse, par les sécrétions nasales et les expectorations, les gouttelettes de salive et aérosols projetés lors de l'expiration, d'accès de toux, de mouchage, d'éternuement²... dans l'environnement proche. La projection et la dispersion dans l'air de ces gouttelettes donne ce que l'on appelle des « aérosols biologiques » ou « bioaérosols », dont ceux de 5 microns et moins pourraient persister dans l'air de 1 à 18 heures.

Le virus se trouvera également sur les surfaces où il a été soit projeté, soit déposé par simple contact (poignées de porte, rampes d'escalier, tables, etc.)

Il est difficile d'affirmer qu'un virus comme le SARS-CoV-2 puisse se trouver fixé sur des poussières mais, dans le doute il est raisonnable de pas l'exclure. Les particules virales et les aérosols sont de toute façon entraînées avec elles...

Enfin, les yeux constituent un point d'entrée non négligeable du virus, soit en les frottant avec des mains contaminées, soit lors de projection de gouttelettes infectées, Il est donc important que les professionnels en présence de personnes potentiellement malades se protègent avec des lunettes adaptées ou une visière.

¹ SARS = Syndrome Respiratoire Aigu Sévère

² Un éternuement peut générer jusqu'à 1 million et demi de gouttelettes.



3. QUELS MASQUES ?

Deux sortes de masques sont indiqués dans la situation actuelle :

- les masques dits « **chirurgicaux** », utilisés par les personnels de santé côtoyant des malades infectés par des bactéries ou des virus (agents pathogènes),
- les masques « FFP » appelés masques « **à poussières et aérosols** » très utilisés dans les métiers du bâtiment et pour le bricolage (poussières fines et ultrafines de ciment, de sciure de bois, de fumées de soudure...), dans le bricolage (idem), dans les laboratoires de recherche, de production pharmaceutique... où sont manipulés des poudres plus ou moins fines et toxiques, dans les actes médicaux à risque élevé de contamination, etc.

Le port du masque adapté en cas de risque de contamination virale et le respect d'une distance de sécurité de 1 m minimum entre individus, sont d'excellentes pratiques à mettre en œuvre pour obtenir une protection respiratoire individuelle efficace.

3.1. CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES DES MASQUES CHIRURGICAUX

L'efficacité de ces masques n'est évaluée que dans le sens de l'expiration. Ils sont donc à réserver à la protection contre une potentielle contamination par le porteur de ce masque (par ex. personnel médical) des personnes en sa présence (visiteurs, patients en salles d'opération, en salles d'examen...).

Ils protègent également l'environnement immédiat (surfaces, objets, vêtements...)

Ces masques sont classés en fonction de leur Efficacité de Filtration Bactérienne (EFB).

Un tiers (patient, personne proche) est protégé contre les gouttelettes émises par le porteur du masque lorsqu'il parle, tousse, éternue... Par contre, le porteur du masque chirurgical n'est pas protégé des projections émises par une personne, notamment de la contamination par voie aérienne d'un patient.

Cependant, leur étanchéité sur le visage n'est pas bonne et des fuites importantes ont lieu sur les côtés (taux de fuite estimé entre 10 à 20 %). Leur temps de saturation étant fonction de leur utilisation (fréquence respiratoire, hygrométrie...) l'usage est de considérer qu'il faut les changer au moins toutes les 4 heures.

Un masque chirurgical n'est pas un Équipement de Protection Individuelle.

3.2. CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES DES MASQUES FFP

Il existe 3 catégories d'Équipement de Protection Individuelle (EPI) :

- Catégorie 1 : protection contre les risques mineurs de type lésion superficielle (agressions mécaniques, physiques, chimiques...)
- Catégorie 2 : protection contre les risques intermédiaires, de type agressions mécaniques, physiques, chimiques...pouvant entraîner des lésions graves
- Catégorie 3 : protection contre les risques majeurs pouvant entraîner des lésions irréversibles ou mortelles

Les trois catégories d'EPI doivent présenter un marquage CE et être accompagnés d'une documentation technique.

Les EPI de catégorie 1 doivent avoir une « **auto-certification** » du fabricant ;



Les EPI de catégories 2 et 3 une « attestation de type » délivrée par un organisme notifié.

Pour la catégorie 3, la maîtrise et le contrôle de la fabrication sont **vérifiés par un organisme notifié** et matérialisés par un numéro, apposé à côté du marquage CE.

Les masques FFP font donc logiquement partie des Équipements de Protection Individuelle (EPI) ; comme tel, **chaque masque** doit porter le marquage individuel « CE », complété obligatoirement par la classe d'efficacité, la référence à la norme EN 149, le nom du fabriquant et l'indication concernant leur réutilisation possible « R » (Réutilisable) ou non « NR » (Non Réutilisable).



Ces « **masques à poussières et aérosols** », quelquefois appelés « masques à particules » et qualifiés « **d'Appareils de protection respiratoire** » (APR), sont conçus pour arrêter les particules en dispersion dans l'atmosphère de notre environnement immédiat. On entend par « particules », des gouttelettes (éventuellement chargées en micro-organismes, bactéries, virus, champignons, levures...), des brouillards, des fumées, des poussières... Ils sont donc testés pour leur efficacité à protéger contre les risques relatifs à l'inhalation d'air pollué par ces particules. En aucun cas ils n'arrêtent une pollution chimique gazeuse (voir plus loin).

ATTENTION, la barbe et la moustache réduisent fortement, voire annihilent leur étanchéité.

Il en existe 3 types, dénommés FFP (Pièce Faciale Filtrante, ou « *Filtering FacePiece* »), FFP1, FFP2 et FFP3, d'efficacité croissante (voir tableau récapitulatif).

La norme NF EN 149 fixe les exigences techniques à satisfaire pour chaque classe d'efficacité. Les tests sont réalisés avec 2 types d'aérosol :

Aérosol de chlorure de sodium de Ø médian de 0,6 µm,

Aérosol de particules d'huile de paraffine de Ø médian de 0,4 µm :

la classe P1 (faible efficacité) en arrête au moins 80 %,

la classe P2 (efficacité moyenne) en arrête au moins 94 %,

la classe P3 (haute efficacité) en arrête au moins 99,95 %.

Structure d'un masque FFP : entre la face externe et la face interne (directement en contact avec le visage) se trouve l'élément filtrant, un réseau, une multicouche de fibres non tissées de Polymères, généralement du Polypropylène.

Pour être efficaces, ces masques doivent comporter sur les bords internes un bourrelet d'étanchéité et, dans la partie supérieure, une languette métallique nasale, recouverte ou non de tissu (« pince-nez ») qui permet de les ajuster sur l'arête nasale afin d'assurer une meilleure étanchéité. Chaque type comporte, ou non, une soupape expiratoire (quelquefois appelée « *valve* ») qui est un élément de confort pour la respiration en facilitant l'expiration de l'air.

Ces masques ne protègent pas contre les gaz ou les vapeurs de substances chimiques toxiques ou non qui, elles, sont arrêtées par d'autres types de masques que l'on appelle masques de protection chimique, qui possèdent leurs normes propres.

Remarque : aux USA, les masques de la série « N » (N 95, N 99 et N 100) sont certifiés par le « National Institute for Occupational Safety and Health » (NIOSH), mais on peut également les rencontrer sur le marché européen.

N signifie « Ne résiste pas à l'huile », le numéro correspond aux taux d'efficacité de filtration, soit **95, 99 et 99,97 %** respectivement pour les masques N 95, N 99 et N 100.

Pour les masques FFP, la résistance aux vapeurs d'huile doit être vérifiée dans les recommandations du fabricant.

Pour être efficace, un masque doit être correctement positionné sur le visage et bien ajusté (Voir § 5, affiche INRS).

3.3. PEUT-ON RÉUTILISER UN MASQUE ?

En cette période de pénurie grave, la question mérite d'être posée !

Cela revient dans les faits à stériliser le masque après usage, mais pas par un moyen classique qui détruirait l'élément filtrant. Il faudrait donc mettre en œuvre un procédé à la fois adapté aux constituants du masque et capable de tuer sans équivoque ce virus. La partie la plus fragile du masque, celle qui vieillit le plus vite, est l'élastomère des brides de maintien sur le visage, c'est aussi la partie la plus sensible à la chaleur. Mais il faut également être prudent avec le Polymère qui constitue les fibres de l'élément filtrant. Le Propylène



(syndiotactique) par exemple présente un domaine de ramollissement et de fusion (en courbe de Gauss) compris entre 140 et 175 °C. Dès 140 °C la structure de ce polymère commence à se modifier, les propriétés de surface des fibres, très importantes pour les phénomènes d'adhésion, également. Après refroidissement, le réseau de fibre sera différent du réseau initial. Selon le fabricant, d'autres Polymères peuvent être utilisés ; mais il faudrait en connaître leurs propriétés thermomécaniques et thermodynamiques.

Le docteur Pierre-Jacques RAYBAUD, propose de chauffer le masque des deux côtés avec un sèche-cheveux, à une température d'environ 150°C et une distance de 5 cm du corps du masque³. Une température élevée combinée à un pourcentage important d'humidité relative semblerait efficace pour inactiver le virus.

Si l'on admet que la résistance du virus est faible au-delà de 40°C (dénaturation des protéines à partir de 41 °C), pourrait-on imaginer que les officines, les laboratoires, les salles d'examen, etc. qui disposent d'étuves ou d'autoclaves réglables en température traitent leurs masques pendant un temps suffisamment long, à des températures pouvant aller jusqu'à 100°C ? Corrélé à la température, le temps semble de fait un des éléments essentiels...

Le four à micro-ondes sera bien entendu à exclure, des parties métalliques peuvent éventuellement être cachées.

D'autres scientifiques étudient l'hypothèse du pouvoir virucide d'une irradiation.

Bien sûr il est indispensable que de tels procédés soient vérifiés scientifiquement. Peut-être des Organismes compétents et reconnus, en liaison avec les fabricants (composition réelle des masques), pourraient étudier et mettre au point des procédés et des protocoles fiables et efficaces, vérifier les hypothèses de stérilisation des masques et en définir les limites ?

Remarque : les « vieux » masques stockés dans leur emballage d'origine non ouvert, sont utilisables dans la mesure où les élastiques de maintien sur le visage sont en bon état et efficaces et cela quelle que soit leur date de péremption.

³ Le blog de Pierre-Jacques RAYBAUD, Médecin-CES d'immunologie générale : <https://blogs.mediapart.fr/pierre-jacques-raybaud/blog>



4. TABLEAU RÉCAPITULATIF - EFFICACITÉ DES MASQUES DE PROTECTION

Masque Dénomination courante	Type de masque (norme) { <i>catégorie de filtre (norme)</i> }	Aspect	Efficacité de filtration minimale de l'élément filtrant	Étanchéité au visage	Diamètre minimal des particules filtrées ⁴	Protection voisins, patients	Protection du porteur du masque
Dispositif médical, Masque chirurgical	Type I (EN 14683+AC)		Filtration bactérienne > 95 %	Pas de test d'évaluation (20 % < Fuites < 40%)		Oui	Non, sauf si toutes les personnes en présence le portent : masque altruiste
Dispositif médical, Masque chirurgical	Type II (EN 14683+AC)		Filtration bactérienne > 98 %	Pas de test d'évaluation (20 % < Fuites < 40%)		Oui	Non sauf si toutes les personnes en présence le portent. Masque altruiste
Dispositif médical, Masque chirurgical	Type II R (EN 14683+AC)		Filtration bactérienne > 98 % Résistance aux éclaboussures	Pas de test d'évaluation (20 % < Fuites < 40%)		Oui	Non sauf si toutes les personnes en présence le portent. Masque altruiste
Aérosols/Poussières avec soupape expiratoire	FFP1 (EN 149) { <i>P1 (EN 143)</i> }		Filtration particules et Efficacité > 80 %	Fuites < 22 %	> 1 nm	Non	Faible
Aérosols/Poussières avec soupape expiratoire	FFP2 (EN 149) { <i>P2 (EN 143)</i> }		Filtration particules Efficacité > 94 %	Fuites < 8 %	> 1 nm	Non	Bonne (EPI)
Aérosols/Poussières avec soupape expiratoire	FFP3 (EN 149) { <i>P3 (EN 143)</i> }		Filtration particules et nanoparticules ⁵ Efficacité > 99,9 %	Fuites < 2 %	> 1 nm	Non	Très bonne (EPI)
Aérosols/Poussières SANS soupape expiratoire	FFP1 (EN 149) { <i>P1 (EN 143)</i> }		Filtration particules Efficacité > 80 %	Fuites < 22 %	> 1 nm	Oui	Faible
Aérosols/Poussières SANS soupape expiratoire	FFP2 (EN 149) { <i>P2 (EN 143)</i> }		Filtration particules Efficacité > 94 %	Fuites < 8 %	> 1 nm	Oui	Contre les poussières : bonne Contre les bioaérosols : très bonne (EPI + altruiste)
Aérosols/Poussières SANS soupape expiratoire	FFP3 (EN 149) { <i>P3 (EN 143)</i> }		Filtration particules et nanoparticules Efficacité > 99,95 %	Fuites < 2 %	> 1 nm	Oui	Contre les poussières : très bonne Contre les bioaérosols : très bonne (EPI + altruiste)

⁴ Nanomatériaux – Ventilation et filtration des lieux de travail. INRS ED 6181

⁵ Les appareils de protection respiratoire – Choix et utilisation. INRS, ED 6106.



5. BIEN AJUSTER SON MASQUE

ATC – 1^e édition, 25 mars 2020

Bien ajuster son MASQUE pour se protéger



- 

1 Repérer le haut (barrette nasale).
- 

2 Passer les élastiques derrière la tête, de part et d'autre des oreilles.
- 

3 Vérifier que le masque couvre bien le menton.
- 

4 Ajuster le masque en pinçant la barrette sur le nez.
- 

5 Tester l'étanchéité : couvrir le masque avec une feuille en plastique et inspirer ; le masque doit se plaquer sur le visage.
- 

6 Après usage, retirer le masque par les élastiques.

6. NOS CONCLUSIONS

Elles supposent évidemment que les masques soient très correctement posés, manipulés et enlevés. En particulier éviter le contact des mains sur les surfaces du masque potentiellement contaminées.

La meilleure des protections individuelle et collective (poussières et aérosols) est assurée par le **masque FFP3 sans soupape** qui assure une très bonne protection pour le porteur du masque ainsi que pour les personnes environnantes contre les poussières et aérosols de toutes tailles y compris nanométriques.

Le masque **FFP 2 sans soupape** :

- assure **une bonne protection** individuelle et collective contre les poussières,
- assure **une très bonne protection** individuelle et collective contre les bioaérosols.

Le **masque chirurgical** permet une très bonne protection directe contre la contamination par bioaérosols, **sous réserve que toutes les personnes en présence le portent.**

Le masque FFP1 quant à lui, doit être considéré comme présentant une protection peu efficace.

Et ne pas oublier qu'en présence d'une personne potentiellement infectée qui tousse ou éternue, tout l'environnement matériel immédiat va être contaminé s'il ne porte pas de masque.

Enfin, le coût et l'acceptabilité personnelle de chaque type de masque vont, évidemment, être des facteurs barrières non négligeables à vaincre pour une bonne protection.

Nous remercions chaleureusement, Nicole PROUST (Vice-présidente de l'ATC) pour sa relecture attentive.

André PICOT,
Jean DUCRET,
Simone MUNCH,
Chantal FRESNAY
Strasbourg, le 20 mars 2020



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1.- Appareils respiratoires et risques biologiques. INRS, Fiche pratique de sécurité, ED 146 (2019).
<http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20146>
- 2.- Les appareils de protection respiratoire. Fiche pratique de sécurité ED 98 (2019).
- 3.- Appareils de protection respiratoire. Guide pratique. CNESST.
<https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/apruq/guide-pratique/Pages/00-table-des-matieres.aspx>
- 4.- Les appareils de protection respiratoire – Choix et utilisation. INRS, ED 6106 (1^e ed. 2011). <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206106>
- 5.- Les différents types de masques. Ministère des solidarités et de la santé. Fiche mémo (2009). https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche_Masques.pdf
- 6.- Appareils de protection respiratoire et bioaérosols : quelle est l'efficacité des médias filtrants ? INRS, Hygiène et sécurité du travail (4^e trimestre 2010), n°221, p53-61.
- 7.- La prévention et le contrôle des risques infectieux dans les services préhospitaliers d'urgence. Guide de référence, Services ambulanciers. Canada (2008).
- 8.- Filtration des nanoparticules : un problème de taille. INRS Hygiène et sécurité du travail, ND2288, n°211 (2008)
- 9.- Place des masques dans la prévention de la transmission aéroportée en milieu de soins. Dominique Abiteboul. Service de Santé au Travail, Hôpital Bichat-Claude Bernard – GERES (2006).
- 10.- Objectif prévention, vol. 27, n° 3. Association pour la Santé et la Sécurité du Travail, Secteur Affaires Sociales (ASSTSAS), Québec, Canada (2004).
- 11.- Appareil de protection respiratoire et métiers de santé. INRS, Fiche pratique de sécurité, ED 105 (2003).

Comme dans toutes nos communications, les remarques concernant ce texte seront examinées avec attention.

De même il sera répondu à toute demande d'informations complémentaires.

Contact : jd.jean.ducret@orange.fr

