

Synthèse des données bibliographiques à date sur le Sars-Cov-2 agent du Covid-19 (MAJ du 13 mai)

L'Ifip a préparé un point scientifique sur le Covid-19 afin d'aider les professionnels de la filière à poursuivre leur activité en comprenant et en appliquant les bonnes pratiques le plus efficacement possible.

Ces éléments peuvent servir dans les entreprises à justifier leurs procédures de travail en matière de sécurité des opérateurs auprès des services de contrôle.

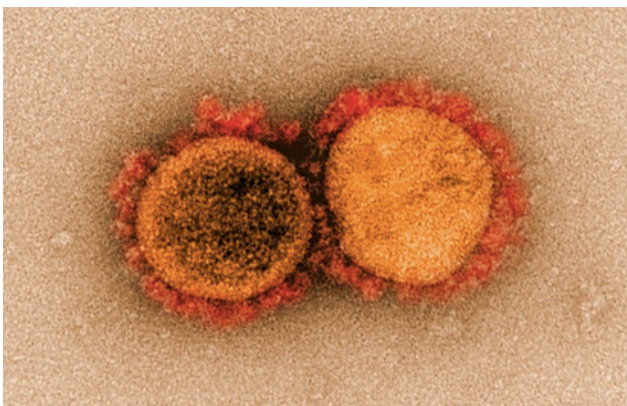
NB : Ce document n'est pas exhaustif et ne prétend pas traiter tous les aspects liés au Sars-Cov-2 et au covid19.

1. Le coronavirus Sars-Cov-2 et le Covid19

Le Sars-Cov-2 (Syndrome Respiratoire Aigu Sévère Coronavirus) appartient à la famille des beta-coronavirus : Ce sont des virus enveloppés à ARN qui sont largement répandus sur terre et dont le principal réservoir est constitué par les vertébrés volants à sang chaud. Ils sont en général spécifiques d'une espèce donnée mais peuvent changer d'hôte suite à une mutation génétique.

On a décrit 7 types de coronavirus adaptés à l'être humain, dont 4 sont responsables de simples rhumes et 3 autres de pneumopathies parfois sévères :

- le Sars-Cov responsable d'une épidémie entre 2002 et 2004 essentiellement localisée en Chine et à Hong Kong (parfois dénommé Sars-Cov-1)
- le Mers apparu au Moyen Orient en 2012
- le Sars-Cov-2 responsable du Covid19 qui a émergé en Chine fin 2019 et qui est actuellement responsable d'une pandémie mondiale (187 pays touchés).



SARS-CoV-2. Particules virales vues en microscopie électronique. © NIAID

Le CoviD19 (Maladie à coronavirus 2019) est une pneumopathie sévère pour environ 15 à 20 % des personnes contaminées. C'est une maladie de **forte contagiosité**, c'est à dire qu'une personne porteuse du virus peut en contaminer entre 2,2 et 3,6 autres. Son taux de **mortalité** est estimé entre **1 et 3%** mais le taux observé peut être supérieur dans certains pays en cas de débordement des services de santé. Les populations à risques sont les personnes âgées de plus de 60 ans et spécialement si elles sont porteuses d'un ou plusieurs facteurs de comorbidité comme les maladies cardiovasculaires, le diabète, les maladies respiratoires chroniques, l'hypertension artérielle ou le cancer.

Les symptômes caractéristiques de la maladie sont les céphalées, l'anosmie, l'agueusie, l'obstruction nasale, la **fièvre**, une **toux sèche**, une grande **fatigue**, les myalgies, et les difficultés respiratoires. Les symptômes associés aux formes bénignes, modérées et graves de la maladie ne présentent pas les mêmes fréquences relatives.

Le **portage du virus peut également être asymptomatique** avec une excrétion virale aussi importante que celle des patients symptomatiques. Le taux de portage asymptomatique est mal connu mais il pourrait être important. **Il a été estimé autour de 43%** (IC 95 32-55%) dans une étude italienne qui a concerné plus de 2300 personnes d'un même village. D'autres études d'observation spécifiques comme celles menées sur le Diamond Princess un navire de croisière, ou encore dans la ville de Gangelt en Allemagne, ainsi que des travaux de modélisation ont montré que l'infection asymptomatique ou pauci-symptomatique représentait de **30 à 60 % des sujets infectés**.

La **contamination est essentiellement inter-humaine**, le virus étant expectoré en grande quantité dans les gouttelettes de Pflügge lors de la toux ou des éternuements. La contamination peut également se faire par le biais d'objets contaminés touchés avec les mains et qui serviront de vecteurs contaminants vers la bouche ou les yeux.

La contamination par le biais d'aérosols contaminants, c'est à dire du **virus disséminé directement dans l'air par la respiration et resté en suspension est fortement suspectée** mais le caractère contaminant des aérosols n'a pas encore été complètement élucidé à ce jour.

Selon une étude chinoise, l'infection déclencherait une immunité acquise chez environ 70% des personnes malades et guéries dont la durée n'est pas encore complètement déterminée. Elle serait dans le meilleur des cas inférieure à 2 ans. Cette question de **l'immunité acquise est actuellement très discutée** et de nombreuses études sont en cours pour l'éclaircir.

On retrouve parfois le virus dans les selles et l'urine des patients guéris plusieurs semaines après la maladie. La transmission oro-fécale serait donc possible en particulier pour les jeunes enfants bien qu'on ne sache pas encore si le virus retrouvé dans les selles a gardé sa virulence. En revanche, le virus, quand il est détecté dans l'urine, garde sa virulence plusieurs jours.

L'ANSES, dans son avis du 9 mars 2020 complété le 14 avril répondant à la saisine n°2020-SA-0037 considère que les porcs et volailles ne sont pas réceptifs au sars-Cov-2 :

« ... les infections expérimentales présentées n'ont pas montré que les porcs de 40 jours d'âge et les poulets et canard de 4 semaines d'âge étaient réceptifs au virus du SARS-CoV-2, dans les conditions des deux essais (Shi *et al*, 2020 ; Beer 2020) »

Pour le rôle des aliments dans la transmission du virus l'ANSES considère :

« Concernant le rôle des aliments dans la transmission du SARS-CoV-2, les experts rappellent que la voie d'entrée principale est la voie respiratoire. En l'état actuel des connaissances, **la possible contamination des denrées alimentaires d'origine animale (DAOA) à partir d'un animal infecté**

a été exclue. L'humain infecté peut contaminer les aliments dans le cas de mauvaises pratiques d'hygiène, par la toux, les éternuements ou les contacts avec des mains souillées. À ce jour, **aucun élément ne laisse penser que la consommation d'aliment contaminé puisse conduire à une infection par voie digestive** ; la possibilité d'infection des voies respiratoires lors de la mastication ne peut être cependant totalement exclue. Dans tous les cas, le Groupe d'Expertise collective d'Urgence (GECU) rappelle que la cuisson (e.g. 4 min à 63°C) pourrait être considérée comme efficace pour inactiver les coronavirus dans les aliments. Les bonnes pratiques d'hygiène, si elles sont appliquées correctement lors de la manipulation et la préparation des denrées alimentaires, préviennent la contamination des aliments par le virus SARSCoV-2. Le GECU rappelle également que **toute personne malade doit connaître l'importance de ne pas manipuler des aliments si elle présente des symptômes de gastro-entérite** (diarrhée, fièvre, vomissements, maux de tête) mais aussi, dans le contexte actuel, d'un syndrome grippal. Les experts soulignent néanmoins l'incertitude « moyenne » attachée à ces conclusions. De nouveaux faits scientifiques, qui viendront compléter les connaissances sur ce virus, pourront modifier cette incertitude. »

Depuis mars 2020, de nombreux résultats de recherche ont déjà été publiés sur le Sars-Cov-2, mais il y a encore, à ce jour, **beaucoup de recherches en cours et d'éléments inconnus** ou à mieux définir pour caractériser complètement, et le Sars-Cov-2, et le Covid19. Il est possible que certaines données citées dans ce document soient modifiées voire contredites dans le futur par de nouvelles données mieux validées dans le temps et donc plus fiables.

2. Résistance et stabilité du virus

2.1 Stabilité du virus sur les surfaces inertes et effets de la température

Le Sars-cov-2 est un virus enveloppé d'une membrane à spicules ce qui en fait un virus assez fragile qui ne résiste pas très longtemps dans le milieu extérieur. Mais **il peut tout de même garder son infectiosité sur les surfaces inertes** pendant un temps non négligeable.

D'après les dernières études en cours (van Doremalen 2020 dans NEJM ou Chin 2020 et Fears 2020 pas encore publié) le virus viable est détecté jusqu'à :

- 3 heures sur le papier et le papier à usage unique (papier toilettes, mouchoirs à usage unique)
- 4 heures sur le cuivre
- plus de **16 heures dans l'air** (A. C. Fears 2020)
- 2 jours sur le bois, le carton et les vêtements
- 4 jours sur le verre et les billets de banque
- **7 jours sur le plastique et l'acier inoxydable**
- 7 jours sur la surface interne d'un masque naso-buccal et plus de 7 jours sur la surface externe d'un masque naso-buccal

La **stabilité des coronavirus est améliorée à basse température** : on a montré que le Sars-Cov gardait son infectiosité pendant 10 jours à 4°C et seulement 5 jours à T° ambiante.

La congélation n'affecte pas les coronavirus : 25 cycles de congélation à -70°C suivis de décongélation à 37°C ne réduisent pas les titres viraux (étude sur le virus HCV-229E).

Pour le Sars-Cov-2, une étude en prépublication a montré qu'une hygrométrie et une température en augmentation étaient associées à une diminution du nombre de nouveaux cas journaliers de covid19. Cela pourrait signifier que le virus perd une partie de son infectiosité quand les conditions climatiques d'humidité relative et de température sont en augmentation.

2.2 Désinfection

Les désinfectants efficaces sur les coronavirus sont :

- l'eau de javel même aux faibles concentrations en 5 minutes
- **le savon** pour les mains lors d'un lavage complet, consciencieux et efficace
- la chlorhexidine à 0,05% après 5 minutes
- les ammoniums quaternaires (chlorure de benzalkonium) à 0,2% pendant 10 minutes
- **l'éthanol à 70%** en 30 secondes
- le glutaraldéhyde à 2,5% en 5 minutes
- le peroxyde d'hydrogène à 0,5% en 1 minute

Le virus résiste au moins une heure et peut-être plus encore à pH 3 ou à pH 10, les acides et bases sont donc relativement peu efficaces (pH <3 ou pH >10)

Le vinaigre d'alcool aux doses usuelles n'est pas efficace pour neutraliser le virus.

Les produits de choix pour se débarrasser du virus sont donc :

1. **le savon** pour le lavage des mains
2. **l'alcool à 70°** pour la désinfection des surfaces et du petit matériel fréquemment manipulé
3. l'eau de javel pour la désinfection du matériel en plastique
4. les ammoniums quaternaires ou le peroxyde d'hydrogène pour la désinfection des locaux.

2.3 Destruction thermique

Le Sars-cov-2 comme tous les virus enveloppés n'est pas très thermorésistant : un traitement thermique d'**au moins 30 minutes à 56°C ou de 5 minutes à 70°C est efficace** et suffisant pour le détruire.

2.4 Lumière Ultra-Violette (UV)

Le caractère germicide des rayonnements de l'UltraViolet lointains (UVC) est connu et bien décrit depuis de nombreuses années. Ils sont utilisés classiquement pour la désinfection de l'eau mais leur usage vis à vis du grand public reste limité du fait de leur potentiel carcinogène et de leur dangerosité pour la peau et les yeux (érythème, lésions rétiniennes, photokératite, cataracte).

Une étude menée par Mills en 2018 a montré que des doses au moins égales à 1 J/cm² d'UVC à 254 nm était efficace pour obtenir au moins 3 réductions décimales sur le virus de la grippe H1N1.

Des études menées par le CRR de Columbia (M. Buonanno et D. Brenner) ont montré une certaine efficacité des rayonnements UVC lointains (entre 100 et 280 nm) sur les coronavirus : Un rayonnement UVC à 222 nm avec une dose relativement faible de 1,2 mJ/cm² est suffisant pour inactiver 99,9% du béta-coronavirus HCoV-OC43 aérosolisé (3 réductions décimales).

D'autres études sont actuellement en cours pour tester l'efficacité de ce type de rayonnement sur le Sars-Cov-2 dans l'objectif de détruire le virus sur des surfaces inertes ou dans des aérosols dans l'espace public à des niveaux d'énergie compatibles avec la sécurité des humains et avec des temps d'exposition relativement courts (25 minutes ou moins). D'après

la commission internationale de l'éclairage, pour un rayonnement de 222 nm, la limite d'exposition maximale (risque UV actinique) est située autour de 30 J/m² c'est pourquoi la diffusion de ce type de rayonnement dans l'espace public ne devrait pas dépasser 3 mJ/cm² soit environ 0,1 µW/cm² pendant 8 heures.

L'innocuité de ce type de rayonnement sur les humains aux doses virucides est également en cours de réévaluation (photokératite, érythème cutané, carcinogénèse).

L'utilisation des UV en lumière pulsée (Pulsated Xenon UV), qui sont habituellement utilisés en complément de désinfection dans les blocs opératoires ou les salles blanches de l'industrie pharmaceutique et qui ont montré un intérêt dans la lutte contre le virus Ebola, pourrait également être envisagée comme un moyen complémentaire de décontamination contre le Sars-Cov-2.

3. Protection par les masques

Lors de la respiration, des particules virales peuvent être émises à une distance de 0,8 à 1 mètre. Lors de la toux ou d'un éternuement des gouttelettes chargées en particules virales peuvent être projetées entre 7 et 8 mètres. C'est pourquoi le port du masque naso-buccal est un élément important dans la lutte contre la transmission inter-humaine des coronavirus.

3.1 La transmission aéroportée

La transmission du virus est essentiellement provoquée par les gouttelettes de Pflügge émises lors de la toux, d'un éternuement ou parfois même lorsque l'on parle (postillons). Ces gouttelettes, dont le diamètre est inférieur ou égal à 5µm, lorsqu'elles sont émises par une personne porteuse du virus (symptomatique ou non), peuvent contaminer une autre personne suffisamment proche pour les inhaler directement (de 1 mètre à 1,8 mètre selon les auteurs) ou bien contaminer les surfaces inertes environnantes sur lesquelles elles se déposent par gravité sur une distance pouvant aller jusqu'à 3 mètres.

On suppose, du fait de la grande contagiosité du covid19, **qu'il est possible que la transmission se fasse également par l'aérosolisation du virus directement dans l'air** sans avoir besoin de gouttelettes vectrices. La dissémination pourrait alors être plus large car les particules émises mesurent alors seulement de 0,1 à 1 µm de diamètre, elles sont très légères et peuvent rester beaucoup plus longtemps en suspension dans l'air.

Cette possibilité a été démontrée mais tout n'est pas encore publié : On sait que l'ARN viral peut être disséminé par aérosol assez loin dans les environnements contaminés par des malades atteints du Covid19 (ARN détecté avec des techniques RT-PCR sur des surfaces distantes de 3 mètres du malade) mais on n'a pas encore démontré l'infectiosité des particules émises sous cette forme (virus viable et cultivable sur cellule Vero).

Une étude récente mais pas encore publiée de Fears a confirmé la possibilité d'aérosolisation du virus directement dans l'air. Elle a montré qu'un **aérosol de Sars-Cov-2 pouvait rester infectieux pendant une durée d'au moins 16 heures** ce qui rend le Sars-Cov-2 assez différent des autres coronavirus.

D'autre part, une étude non publiée à propos de contamination inter-humaine par le Sars-Cov-2 lors d'un voyage en bus en Chine suggère que l'infectiosité d'un aérosol généré par une personne contaminée pourrait être supérieure à 30 minutes et sur une distance allant jusqu'à 4,5 mètres (Luo KW - A CoviD-19 patient travelled in buses infected 13 people).

3.2 Les différents types de masque

3.2.1 Le masque FFP2 ou N95



Il filtre les gouttelettes et les particules de petite taille en suspension. Il a donc un très bon pouvoir filtrant mais il est inconfortable et fatiguant car il oblige à forcer l'inspiration. L'expiration se fait parfois au travers d'une valve pour augmenter son confort mais dans ce cas **l'air expiré n'est pas filtré**.

3.2.2 Le masque chirurgical 2 ou 3 plis et le masque hygiène 2 plis



Ils ne filtrent pas l'air inspiré très finement mais ils empêchent les gouttelettes expectorées par la toux, l'éternuement ou la parole, d'être disséminées dans l'environnement proche du porteur.

C'est le type de masque que nous avons l'habitude d'utiliser dans toutes les zones sensibles où nous manipulons les produits cuits (et parfois crus) pour ne pas les recontaminer en staphylocoques, salmonelles ou listeria dont nous pourrions être des porteurs sans le savoir (porteurs sains). Il en va de même avec le Sars-Cov-2 qui peut être présent dans nos voies respiratoires supérieures sans provoquer de symptômes et donc à notre insu.

Selon la norme NF EN 14683 : 2019+AC : 2019, il existe 3 types de masques chirurgicaux classés d'après leur niveau de performance :

Tableau 1 — Exigences de performance des masques à usage médical

Essai	Type I ^a	Type II	Type IIR
Efficacité de filtration bactérienne (EFB), (%)	≥ 95	≥ 98	≥ 98
Pression différentielle (Pa/cm ²)	< 40	< 40	< 60
Pression de la résistance aux projections (kPa)	Non exigée	Non exigée	≥ 16,0
Propreté microbienne (ufc/g)	≤ 30	≤ 30	≤ 30

^a Il convient d'utiliser les masques à usage médical de type I uniquement pour les patients et d'autres personnes, pour réduire le risque de propagation des infections, en particulier dans un contexte d'épidémie ou de pandémie. Les masques de type I ne sont pas destinés à être utilisés par des professionnels de santé dans des blocs opératoires ou dans d'autres installations médicales aux exigences similaires.

Pour les masques chirurgicaux, les exigences réglementaires européennes de marquage, d'étiquetage et d'emballage concernent :

- la référence à la norme NF EN 14683:2019+AC:2019
- le type de masque (voir tableau 1)

Ce type de masque, quand ils sont destinés aux opérateurs de l'agro-alimentaire ne sont pas a priori destinés à usage médical, ils sont parfois dénommés « **masque hygiène** » bien qu'ils remplissent exactement la même fonction de protection pour les produits manipulés.

La référence à la norme NF et leur type n'apparaissent pas forcément sur les fiches techniques, il est donc **difficile d'avoir des garanties sur leur niveau de filtration**. Dans ce cas, il sera utile de questionner le fournisseur pour connaître le niveau réel de performance des « masques hygiène » fournis. Cela peut se faire également en obtenant une copie d'un certificat de conformité établi par la Délégation Générale de l'Armement (DGA).

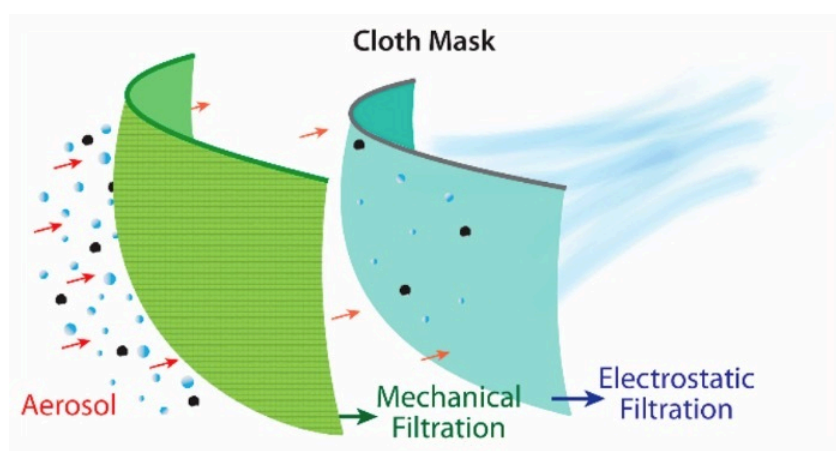
3.2.3 Le masque textile fait maison ou DIY (Do It Yourself)



Il peut prendre, par définition, de très nombreuses formes et plusieurs Centres Hospitaliers Universitaires ont diffusé largement des tutoriels pour en fabriquer facilement.

L'Afnor a diffusé, le 27 mars 2020, une norme pour la confection des masques textiles DIY : la **norme AFNOR SPEC S76-001**. Cette norme permet à des particuliers de faire leur propre masque ou à des industriels du textile de réorienter leur production vers la fabrication de masques dont le niveau d'efficacité est garanti a minima et validé par un certificat de la DGA. La norme est très complète et donne toutes les informations utiles pour la construction de masques textiles DIY de bonne facture.

La combinaison de couches de natures différentes peut renforcer l'efficacité des masques DIY sur les petites particules en combinant les effets de filtration physique et électrostatique :



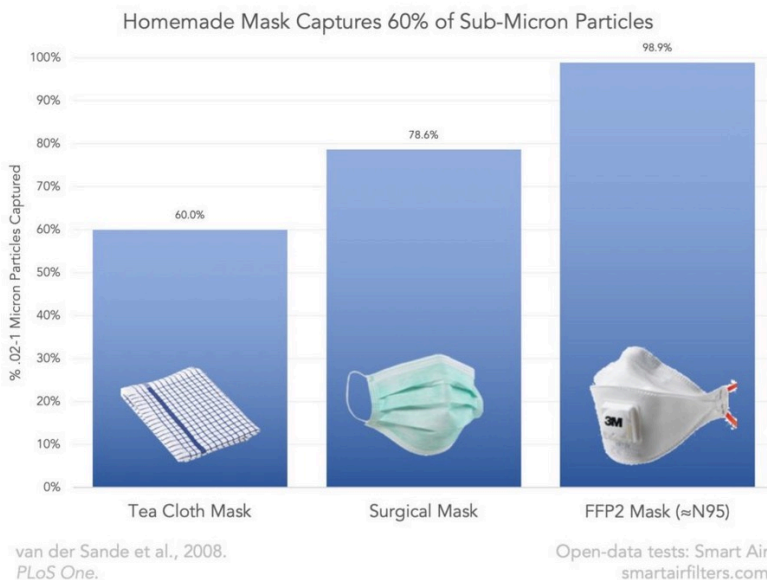
D'après A. Konda - ACS Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks – 2020

3.3 Efficacité, avantages et inconvénients des différents types de masque

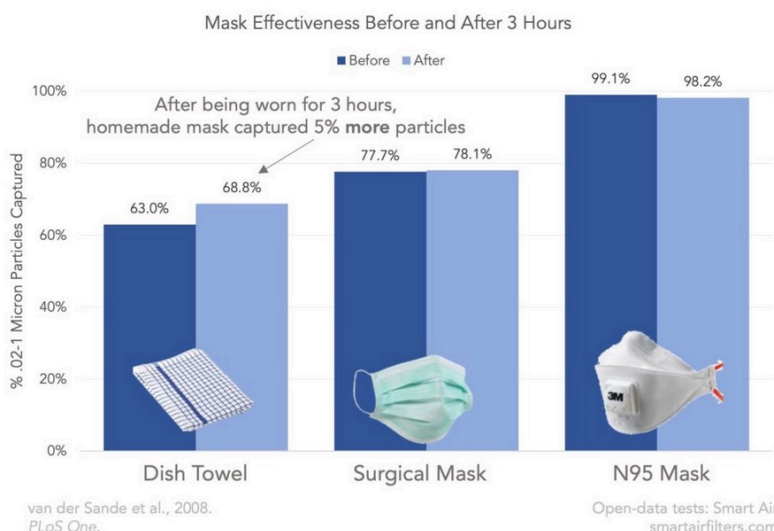
Les 3 critères pour juger la qualité d'un masque sont :

- le niveau de filtration particulaire
- le « fit factor » ou l'ajustement du masque au visage qui permet ou non une bonne étanchéité du masque indispensable à un bon niveau de filtration
- le niveau de confort respiratoire (résistance à l'inspiration et à l'expiration)

Niveau de filtration :



Les masques fait maison ont évidemment une capacité de filtration des petites particules (inférieures au micron) plus faible que celle des masques chirurgicaux ou FFP2 mais leur niveau de filtration se dégrade peu dans le temps et ils peuvent être portés longtemps s'ils sont construits avec des matériaux confortables.



Les masques chirurgicaux s'humidifient assez rapidement ; on considère qu'ils doivent être changés au bout de 3 ou 4 heures. En théorie, ils ne sont ni lavables ni réutilisables mais des études sont en cours pour vérifier dans quelles conditions ils pourraient être désinfectés et réutilisés en cas de pénurie. Des essais empiriques de stérilisation à sec en autoclave à 100°C semblent fonctionner mais rien n'a encore été publié dans ce sens.

Le port d'un masque maison même s'il filtre de façon imparfaite est toujours préférable à l'absence de masque. En fonction des textiles choisis pour sa construction et de sa forme, il pourra être plus ou moins adapté au visage, c'est à dire étanche et confortable. Il doit facilement lavable à 60°C ou 80°C pour être réutilisable.

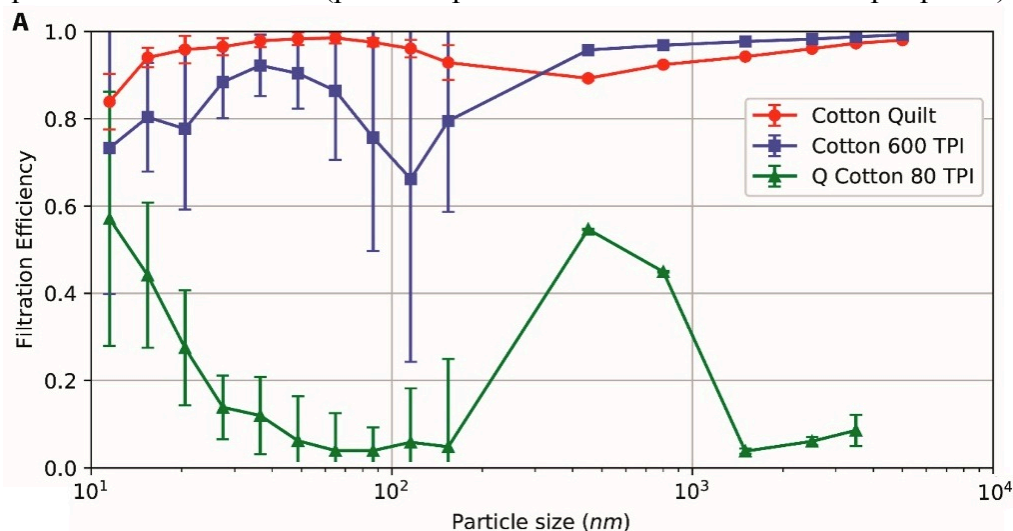
Filtration Efficiency and Pressure Drop Across Materials Tested with Aerosols of <i>Bacillus atrophaeus</i> and Bacteriophage MS2 (30 L/min) ^a						
Material	<i>B. atrophaeus</i>		Bacteriophage MS2		Pressure Drop Across Fabric	
	Mean % Filtration Efficiency	SD	Mean % Filtration Efficiency	SD	Mean	SD
100% cotton T-shirt	69.42 (70.66)	10.53 (6.83)	50.85	16.81	4.29 (5.13)	0.07 (0.57)
Scarf	62.30	4.44	48.87	19.77	4.36	0.19
Tea towel	83.24 (96.71)	7.81 (8.73)	72.46	22.60	7.23 (12.10)	0.96 (0.17)
Pillowcase	61.28 (62.38)	4.91 (8.73)	57.13	10.55	3.88 (5.50)	0.03 (0.26)
Antimicrobial Pillowcase	65.62	7.64	68.90	7.44	6.11	0.35
Surgical mask	96.35	0.68	89.52	2.65	5.23	0.15
Vacuum cleaner bag	94.35	0.74	85.95	1.55	10.18	0.32
Cotton mix	74.60	11.17	70.24	0.08	6.18	0.48
Linen	60.00	11.18	61.67	2.41	4.50	0.19
Silk	58.00	2.75	54.32	29.49	4.57	0.31

^a Numbers in parentheses refer to the results from 2 layers of fabric.

Les diverses études montrent que le tissu d'un T-shirt en coton avec un grammage autour de 150 à 200g/m² présente le meilleur rapport efficacité de filtration et « respirabilité ».

La nature des couches textiles utilisées a également une influence sur les fonctionnalités du masque fait maison (DIY ou Do It Yourself).

Une étude menée récemment par l'American Chemical Society (A. Konda 2020) a montré que le coton, la soie naturelle et la mousseline de soie peuvent fournir une protection généralement supérieure à 50% dans toute la plage particulaire de 10 nm à 6 µm, à condition qu'ils soient tissés serrés (par exemple 600 Threads Per Inch ou fils par pouce).

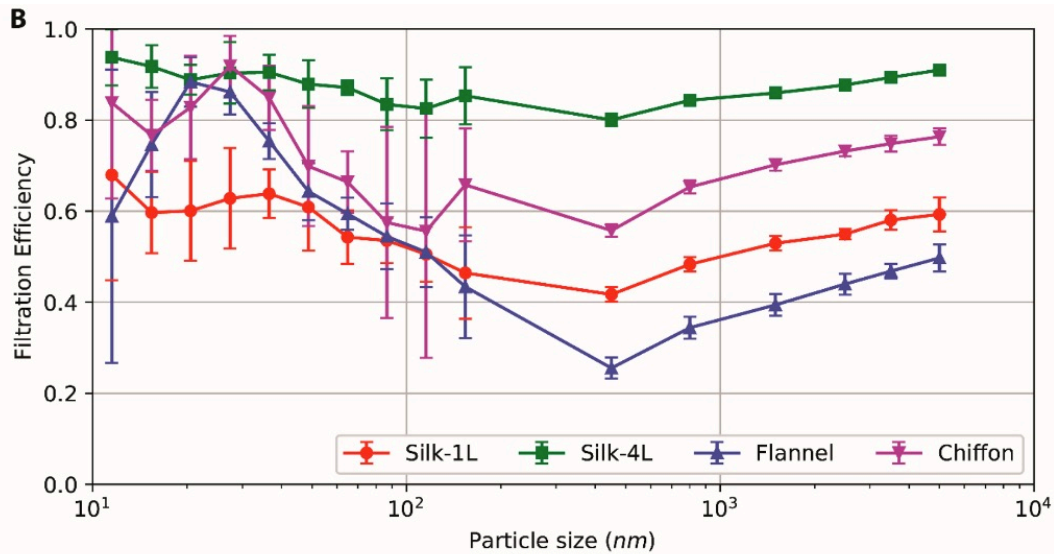


D'après A. Konda - ACS Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks – 2020

Des matériaux tels que la soie et la mousseline sont particulièrement efficaces pour exclure les particules à l'échelle nanométrique (≤ 100 nm), probablement en raison d'effets électrostatiques qui entraînent un transfert de charge avec des particules d'aérosol à cette échelle.

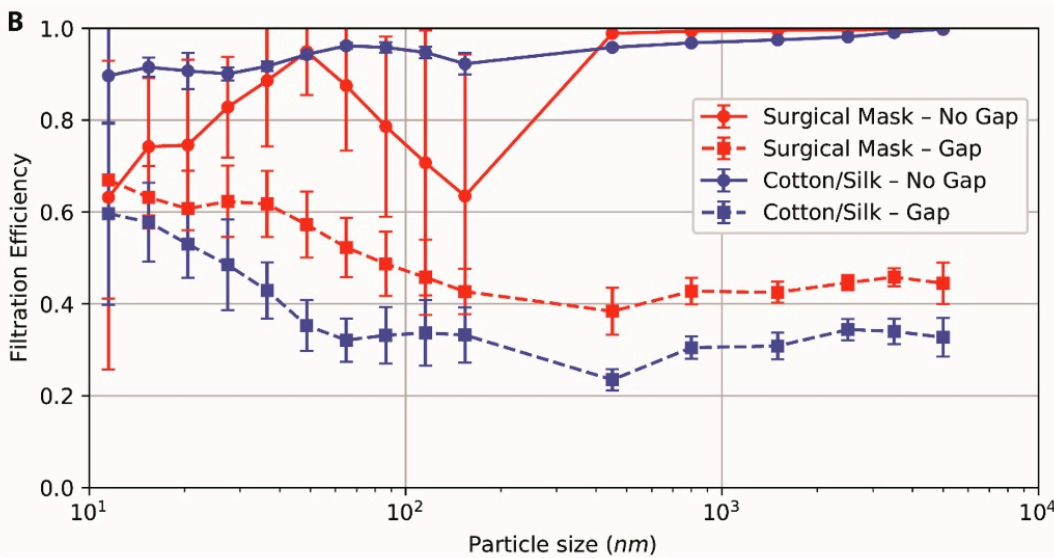
Les combinaisons hybrides de tissus tels que des cotons avec une haute densité de fils par pouce (TPI élevé de 600) avec de la soie, de la mousseline de soie ou de la flanelle ainsi que

la superposition de plusieurs couches d'un même tissu peuvent fournir une large couverture de filtration à l'échelle nanométrique (< 300 nm) et micrométrique (de 300 nm à 6 µm), probablement en raison des effets combinés de filtrations de type physique et électrostatique.



D'après A. Konda - ACS Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks - 2020

Il est important de noter que les ouvertures et les espaces tels que ceux entre le bord du masque et les contours du visage peuvent dégrader fortement les performances du masque. Les résultats de Konda indiquent que les fuites autour de la zone du masque peuvent dégrader l'efficacité de 50% à 70%, ce qui rappelle l'importance de l'ajustement (ou « fit factor »).



D'après A. Konda - ACS Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks - 2020

Les masques textiles doivent être confectionnés dans un matériau pouvant être **lavé au moins à 60°C ou plus**, si on veut les désinfecter correctement lors du lavage.

Pour **améliorer le « fit factor »** d'un masque DIY on peut y intégrer une barrette nasale semi-rigide (Ce que ne prévoit pas la norme AFNOR). Certaines couturières ont utilisé **une barrette de fermeture pour sac de congélation** avec succès. On trouve depuis peu dans le commerce des dispositifs spécifiques à intégrer dans les masques DIY pour améliorer

l'étanchéité du masque au niveau du nez comme par exemple « Pince Mi » fabriqué par une PME de l'Oise SMG.

3.4 Recyclage et désinfection des masques jetables

En ce qui concerne les masques jetables, il n'est pas conseillé de les réutiliser, sous peine de dégrader leurs qualités de filtration. La société française d'Hygiène Hospitalière a émis un avis dans ce sens le 14 mars 2020.

Néanmoins, les sévères pénuries de masques ont conduit les hôpitaux de certains pays, en France ou aux États-Unis, à ne pas suivre cet avis et à mettre en place des techniques de fortune, pour désinfecter et réutiliser les masques jetables. Ces techniques sont empiriques et non pas toujours été validées par des études scientifiques publiées.

Aux États-Unis, dans l'État du Nebraska, plusieurs hôpitaux utilisent des lampes UVC pour décontaminer leurs masques N95 depuis le 19 mars d'après le New York Times. Narla a recommandé d'utiliser des doses au moins égales à 1 J/cm² d'UVC à 254 nm pour réaliser ce type de décontamination bien que certaines études aient montré que cette dose pourrait ne pas être suffisante sur certains modèles de masques (D. Mills 2018).

Plus récemment, un procédé au peroxyde d'hydrogène en phase vapeur a récemment obtenu une certification de l'administration américaine. L'entreprise qui le met en œuvre peut décontaminer avec cette technique jusqu'à 80 000 masques par jour.

Dans les hôpitaux en France ou dans certains cabinets médicaux ou vétérinaires, on a utilisé un four conventionnel à 70°C, un four Poupinel à 90° ou un autoclave en programme délicat (121°C 15 minutes puis 15 minutes de séchage) sans dégrader les masques de façon visible en terme de ressenti de filtration. Le passage au fer vapeur ne fonctionne pas car il est trop destructeur et fait fondre les masques chirurgicaux.

L'utilisation du micro-ondes n'est pas envisageable à cause de la barrette nasale en aluminium. D'autre part, des essais menés en 2009 et en 2015 par des chercheurs de l'université de Stanford ont fortement déconseillé l'utilisation du four à micro-ondes qui fait fondre les masques (masque N95 sans barrette).

Une étude chinoise récente a montré que les traitements de décontamination à la vapeur jusqu'à 120 minutes (au-dessus d'eau en ébullition) ne dégradaient pas les capacités de filtration des masques N95 et chirurgicaux alors que l'étude menée à Standford n'avait pas conseillé ce mode de décontamination car il dégradait trop le « fit factor » du masque et ses qualités filtrantes après seulement 5 cycles.

Une mise à jour de cette étude est en cours, elle a déjà montré que la désinfection des masques FFP2 en four sec à 75° pendant 30 minutes sur 20 cycles ou bien un traitement UVC à 254 nm de 8W pendant 30 minutes sur 10 cycles ne dégradaient pas les capacités filtrantes des masques mais il faut noter que la déformation des masques ou la tenue des élastiques lors de ces traitements n'ont pas été évalués.

Une étude récente menée par Fischer mais non publiée à ce jour, a montré que les masques N95 (équivalent FFP2) ne pouvaient pas être décontaminés plus de 2 ou 3 fois, au delà, leur capacité de filtration et leur intégrité (fit factor) sont dégradées.

En absence de données robustes sur l'effet des différents traitements sur le Sars-Cov-2, des protocoles mixtes de désinfection ont été proposés : par exemple stockage 4 jours puis traitement virucide avec des UVC ou de la chaleur.

4. Conseils aux industriels

4.1 Détecter les malades en amont

Une mesure simple consiste de conseiller à tous les collaborateurs de prendre leur température corporelle tous les matins avant de partir travailler. En ce moment, du fait de la circulation active du virus dans la population, une élévation de température doit être considérée comme un facteur probable de contamination et inciter à la prudence.

Dans l'idéal, **un opérateur dont la température corporelle est anormale devrait être incité à rester chez lui afin de ne pas prendre le risque d'introduire le virus dans l'entreprise.**

Toutefois, l'absence de fièvre ne peut pas être considérée comme une garantie de non contamination puisqu'un porteur peut être, soit asymptomatique, soit en période d'incubation pré-symptomatique pendant plusieurs jours.

4.2 Renforcer la désinfection des locaux

Il est souhaitable de **renforcer la désinfection des locaux sociaux** ou hors production (bureaux, maintenance, vestiaires, salles de pause, toilettes des personnels, etc ...) au moyen de solution hydro-alcoolique à 70 % qui sera pulvérisée sur les surfaces et essuyée avec une lingette à usage unique ou régulièrement lavée en machine à 60°C au moins. Cette désinfection devrait se faire au minimum avant chaque prise de poste et dans l'idéal plusieurs fois par jour.

Les **procédures de désinfection alcoolique** appliquées avant ou en cours de production en zone sensible **devraient être étendues à toute l'usine** et en particulier sur tous les points de contacts fréquents avec les mains des opérateurs : tableaux et boutons de commande, interrupteurs, tirettes, poignées de porte, chariots, etc...

L'expérience des opérateurs habitués aux pratiques de désinfection dans la zone sensible peut être utile pour former les opérateurs d'autres zones qui n'auraient pas encore acquis ces gestes d'hygiène de base qui leur sont routiniers.

4.3 Renforcer la ventilation des locaux

Pour les locaux où cela est possible (bureaux, maintenance, toilettes, ...), il faudrait essayer **d'augmenter la ventilation avec de l'air extérieur** et donc d'ouvrir les fenêtres vers l'extérieur. Il est préférable de limiter la vitesse d'air voire d'arrêter les systèmes de climatisation sans renouvellement d'air des locaux sociaux ou des bureaux bien que leur rôle dans le transport et la transmission du Sars-Cov-2 soit jugé comme peu probable par le Haut Conseil de la Santé Publique de France.

Cela n'est pas faisable dans les locaux de production qui sont mis en froid, sans augmenter d'autres types de contaminations liées à l'air extérieur (insectes, nuisibles, ou *Listeria monocytogenes* par exemple germe ubiquitaire très présent dans l'environnement).

Sachant que la survie du virus est augmentée à basse température, on pourra, dans les locaux de production climatisés, **renforcer les procédures de nettoyage et désinfection des**

systèmes de filtration, refroidissement et distribution d'air froid (CTA, aérothermes, gaines et chaussettes de distribution d'air froid, ...)

4.4 Port du masque et gestes barrières

Il faudrait élargir le port du masque chirurgical à l'ensemble des opérateurs du site. En cas de pénurie de masques chirurgicaux 3 plis, il faudrait prévoir l'approvisionnement en masques textiles construits selon la norme **AFNOR SPEC S76-001 et validés par la Direction Générale de l'Armement** et réserver les masques chirurgicaux aux opérateurs de la zone sensible afin de garder le même niveau de sécurité sanitaire pour les produits.

Le masque doit impérativement être porté sur la bouche ET le nez sous peine d'être inutile. Le lavage des masques textiles devrait être journalier et réalisé à une température **supérieure ou égale à 60°C**.

Un lavage des mains complet, efficace et consciencieux reste le geste barrière fondamental pour lutter contre la circulation et la contamination par les coronavirus.

Il doit être réalisé avant chaque prise de poste puis régulièrement en cours de production. La mise à disposition et l'utilisation régulière de gel hydro-alcoolique pour tous les collaborateurs du site y compris hors production est souhaitable.

Il faut également réorganiser les postes de travail et les flux de personnes pour augmenter la **distanciation physique des différents opérateurs à plus d'1 mètre voire à 1,8 mètre** pour les postes fixes surtout si on ne dispose que de masques textiles moins efficaces en terme de filtration des petites particules que les masques chirurgicaux de type I ou II.

Des **marquages physiques au sol** pourraient aider les opérateurs à respecter les consignes de distanciation physique.

4.5 Livreurs et personnes étrangères au service

Si on ne peut éviter la présence de livreurs ou de personnes étrangères sur le site (prestataire de maintenance par exemple) il faudrait a minima équiper ces personnels extérieurs d'un **masque** chirurgical, d'une **charlotte** et d'une **tenue de protection jetable** au moment de leur entrée sur le site, leur faire effectuer **un lavage des mains** complet, consciencieux et efficace et les questionner sur une prise de température journalière avant leur prise de service.

4.6 Formation hygiène en interne

On pourra profiter de cette crise dramatique pour **renforcer les formations hygiène en interne** de l'ensemble des collaborateurs. Cette pandémie à coronavirus dont tout le monde a entendu parler plusieurs fois par jour peut être un événement intéressant à utiliser par le service qualité pour renforcer les bonnes pratiques d'hygiène essentielles à la sécurité de nos produits qui ont parfois du mal à être correctement appliquées en période normale.

Fait à Vannes le 13 mai 2020

DMV Etienne Pierron pour l'IFIP

Références bibliographiques

AFNOR SPEC S76-001- Masques barrières - Guide d'exigences minimales, de méthodes d'essais, de confection et d'usage - 27 mars 2020

AFNOR norme NF EN 14683+AC Masques à usage médical - Exigences et méthodes d'essai - août 2019

ANSES - GECU - Avis relatif une demande urgente sur certains risques liés au COVID-19 du 9 mars 2020 complété le 14 avril 2020

I. Bošković - COVID-19 pandemic and personal protective equipment shortage: protective efficacy comparing masks and scientific methods for respirator reuse - 27 april 2020 Gastrointestinal Endoscopy pre-proof - doi.org/10.1016/j.gie.2020.04.048

D. Bunyan - Respiratory and facial protection: a critical review of recent literature - Journal of Hospital Infection 85 (2013) 165e169

G. Buonanno - Estimation of airborne viral emission: quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment - 2020 - medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.12.20062828v1

M. Buonanno - Far-UVC light efficiently and safely inactivates airborne human coronaviruses - 2020 preprint -DOI: 10.21203/rs.3.rs-25728/v1

L. M. Casanova - Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces - Applied and Environmental Microbiology, May 2010, p. 2712–2717

Alex W.H. Chin - Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. Lancet Microbe 2020; published online April 2 - [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3).

A. A. Chughtai - Use of cloth masks in the practice of infection control - evidence and policy gaps - International Journal of Infection Control 2013, v9:i3

Committee on the Development of Reusable Facemasks for Use During an Influenza Pandemic; Board on Health Sciences Policy; Institute of Medicine - Reusability of Facemasks During an Influenza Pandemic: Facing the Flu (2006) - <http://nap.edu/11637>

B. J. Cowling - Facemasks and Hand Hygiene to Prevent Influenza Transmission in Households - Annals of Internal Medicine 2009;151:437-446.

M. E. R. Darnell - Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV - Journal of Virological Methods 121 (2004) 85–91

A. Davies - Testing the Efficacy of Homemade Masks: Would They Protect in an Influenza Pandemic? - Disaster Medicine and Public Health Preparedness - FirstView Article - July 2013, pp 1-6

J. Derraik - Rapid evidence summary on SARS-CoV-2 survivorship and disinfection, and a reusable PPE protocol using a double-hit process - April 2020 doi.org/10.1101/2020.04.02.20051409

L. Dietz - 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built environment considerations to reduce transmission - 2020 - <https://msystems.asm.org/content/5/2/e00245-20>

N. van Doremalen - Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1 - The New England Journal of Medicine - DOI: 10.1056/NEJMc2004973

M. E. Doyle - White Paper on Effectiveness of Existing Interventions on Virus Inactivation in Meat and Poultry Products - Food Research Institute, University of Wisconsin January 2010

Ezratty et Squinazi - Virus influenza pandémique à l'intérieur des bâtiments : quel risque de transmission par les systèmes de ventilation ou de climatisation ? - 2008 - doi.org/10.1684/ers.2008.0157

R. J. Fischer - Assessment of N95 respirator decontamination and re-use for SARS-CoV-2 - doi.org/10.1101/2020.04.11.20062018

A.C. Fears - Comparative dynamic aerosol efficiencies of three emergent coronaviruses and the unusual persistence of SARS-CoV-2 in aerosol suspensions - medRxiv preprint doi.org/10.1101/2020.04.13.20063784

S. A. Grinshpun - Performance of an N95 Filtering Facepiece Particulate Respirator and a Surgical Mask During Human Breathing: Two Pathways for Particle Penetration - Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 6:10, 593-603

M. Grousson - Masques de protection : la piste prometteuse du recyclage - Le journal du CNRS

Zhen-Dong Guo - Aerosol and Surface Distribution of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Hospital Wards, Wuhan, China, 2020. DOI: 10.3201/eid2607.200885

Seunghon Ham - Prevention of exposure and dispersion of COVID-19 using air purifiers: challenges and concerns - Epidemiology and Health 2020;e2020027

I.H. Hamzawi - Ultraviolet germicidal irradiation: Possible method for respirator disinfection to facilitate reuse during the COVID-19 pandemic - doi.org/10.1016/j.jaad.2020.03.085

J.T. Huang - Evaluation of the Efficiency of Medical Masks and the Creation of New Medical Masks - The Journal of International Medical Research 2007; 35: 213 – 223

T. Jefferson - Physical interventions to interrupt or reduce the spread of respiratory viruses: systematic review - BMJ 2009;339:b3675

C. Jinadatha - Disinfecting personal protective equipment with pulsed xenon ultraviolet as a risk mitigation strategy for health care workers - American Journal of Infection Control 43 (2015) 412-4

G. Kampf - Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents - Journal of Hospital Infection 104 (2020) 246e251

A. Konda - Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks – ACS nano [doi: 10.1021/acsnano.0c03252](https://doi.org/10.1021/acsnano.0c03252)

A. Kratzel - Efficient Inactivation of SARS-CoV-2 by WHO-recommended hand rub formulations and alcohols - bioRxiv preprint [doi: https://doi.org/10.1101/2020.03.10.986711](https://doi.org/10.1101/2020.03.10.986711)

M.Y. Lai - Survival of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus - 18 mars 2005 Clinical Infectious Diseases 2005; 41:e67–71

A. Lamarre - Effect of pH and temperature on the infectivity of human coronavirus 229E - 1989 - Can. J. Microbiol. 35 : 972 -974.

H. Laude - Thermal Inactivation Studies of a Coronavirus, Transmissible Gastroenteritis Virus - J. gen. Virol. (1981), 56, 235-240.

E. Lavezzo - Suppression of COVID -19 outbreak in the municipality of Vo, Italy - medRxiv preprint: doi.org/10.1101/2020.04.17.20053157

I. Leclercq - Heat inactivation of the Middle East respiratory syndrome coronavirus - 2014 - Viruses 8(5), 585–586.

I. Lede - A Scalable Method for Ultraviolet C Disinfection of Surgical Facemasks Type IIR and Filtering Facepiece Particle Respirators 1 and 2 - 23 april 2020 preprint
DOI: 10.20944/preprints202004.0413.v1

Su Jin Lee - Effect of Temperature and Relative Humidity on the Survival of Foodborne Viruses during Food Storage - Appl Environ Microbiol 81:2075–2081.
doi:10.1128/AEM.04093-14

Shu-An Lee - Respiratory Performance Offered by N95 Respirators and Surgical Masks: Human Subject Evaluation with NaCl Aerosol Representing Bacterial and Viral Particle Size Range - Ann. Occup. Hyg., Vol. 52, No. 3, pp. 177–185, 2008

K. K. Leonas - The relationship of Fabric Properties and Bacterial filtration Efficiency for selected Surgical Face Mask – journal of Textiles and Apparel Technology and Management Vol 3 issue 2 fall 2003

Yuguo Li - Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment - A multidisciplinary systematic review - DOI: 10.1111/j.1600-0668.2006.00445.x PubMed

Yuguo Li - Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant - april 22, 2020 medRxiv preprint <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728>

Lei Liao - Can N95 facial masks be used after disinfection? And for how many times? - Report from the collaboration of Stanford University and 4C Air, Inc. March 25, 2020

Yuan Liu - Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan Hospitals - published online 27 april 2020 Nature <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2271-3>

Jianyun Lu - COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020 - Emerg Infect Dis. 2020 - doi.org/10.3201/eid2607.200764

Qing Xia. Ma - Decontamination of face masks with steam for mask reuse in fighting the pandemic COVID-19: experimental supports - JMV 22 april 2020 - doi: 10.1002/jmv.25921

D. Mills - Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators. - Am J Infect Cont. 2018;46(7):e49-e55

L. Morawska - Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality - Environment International Volume 139, June 2020, 105730

S. Narla - The importance of the minimum dosage necessary for UVC decontamination of N95 respirators during the COVID-19 pandemic - 11 april 2020 DOI: 10.1111/phpp.12562

Sean Wei Xiang Ong - Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient - Published Online: March 4, 2020. doi:10.1001/jama.2020.3227

Hua Quian - Ventilation control for airborne transmission of human exhaled bio-aerosols in buildings - *Journ. Thorac Dis.* 2018 Jul; 10 (Suppl 19): S2295–S2304.

Hongchao Qi. - COVID-19 transmission in Mainland China is associated with temperature and humidity: A time-series analysis - *Science of the Total Environment* 728 (2020) 138778

H. F. Rabenau - Stability and inactivation of SARS coronavirus - *Med Microbiol Immunol* (2005) 194: 1–6

Règlement (UE) 2016/425 du parlement européen et du conseil du 9 mars 2016 relatif aux équipements de protection individuelle

Règlement (UE) 2017/745 du parlement européen et du conseil du 5 avril 2017 relatif aux dispositifs médicaux

S.Y. Ren - Stability and infectivity of coronaviruses in inanimate environments – April 1 2020 - *World J Clin Cases* 2020; 8(8):1391-1399

S. Rengasamy - Simple Respiratory Protection—Evaluation of the Filtration Performance of Cloth Masks and Common Fabric Materials Against 20–1000 nm Size Particles - *Ann. Occup. Hyg.*, Vol. 54, No. 7, pp. 789–798, 2010

M. Richard - SARS-CoV-2 is transmitted via contact and via the air between ferrets - *bioRxiv preprint* doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.044503>

K. B. Rogers - An investigation into the efficiency of disposable face masks - *J Clin Pathol* 1980;33:1086 -1091

M. van der Sande - Professional and Home-Made Face Masks Reduce Exposure to Respiratory Infections among the General Population - *PLoS ONE* 3(7): e2618. doi:10.1371/journal.pone.0002618

J. L. Santarpia - Transmission Potential of SARS-CoV-2 in Viral Shedding Observed at the University of Nebraska MC – *medRxiv* <https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20039446>

Jianzhong Shi - Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2 – *Science* 10.1126/science.abb7015 (2020)

SF2H - Société française d'hygiène hospitalière Avis relatif aux conditions de prolongation du port ou de réutilisation des masques chirurgicaux et des appareils de protection respiratoire de type FFP2 pour les professionnels de santé 14 mars 2020

SF2H et SF2S - Société Française d'Hygiène Hospitalière et Société Française des Sciences de la Stérilisation : Avis concernant les matériaux utilisés en alternative pour la confection des masques de protection du 21 mars 2020

H. Streeck - Infection fatality rate of SARS-CoV-2 infection in a German community with a super-spreading even - *BMJ* 2020;369:m1862

Khai Tran - Aerosol Generating Procedures and Risk of Transmission of Acute Respiratory Infections to Healthcare Workers: A Systematic Review - *PLoS ONE* 7(4): e35797. doi:10.1371/journal.pone.0035797

Xin Wei Wang - Study on the resistance of severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus - *Journal of Virological Methods* 126 (2005) 171–177

IFIP institut du porc

ZA d'Atlanparc - Batiment C - 1 rue Marguerite Perey 56 890 Plescop

Téléphone : 02 21 02 22 23 mobile : 06 16 98 25 69

etienne.pierron@ifip.asso.fr

- M. Wathelet - Quelques pensées sur COVID-19 et la transmission par aérosols. - <https://www.medi-sphere.be/fr/debats/quelques-pensees-sur-covid-19-et-la-transmission-par-aerosol-marc-wathelet.html> - 2020
- D. Welch, - Far-UVC light: A new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases. Scientific Reports 2018 8(1): 2752
- M. H. Wolff - Environmental survival and microbicide inactivation of coronaviruses - Coronaviruses with Special Emphasis on First Insights Concerning SARS - 2005 Birkhäuser Verlag Basel/Switzerland
- Yongjian Wu - Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples - Lancet Gastroenterol Hepatol 2020 Published Online March 19, 2020 [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(20\)30083-2](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30083-2)
- Yu Wu - Effects of temperature and humidity on the daily new cases and new deaths of COVID-19 in 166 countries - Science of The Total Environment Vol 729, 10 August 2020, 139051- <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139051>
- Wen Jun Xiao - Detection of SARS-CoV and RNA on aerosol samples from SARS-patients admitted to hospital. Zhonghua Liuxingbingxue Zazhi 2004; 25: 882-885
- Jiabao Xu - Systematic Comparison of Two Animal-to-Human Transmitted Human Coronaviruses: SARS-CoV-2 and SARS-CoV - Viruses 2020, 12, 244
- B.E. Young - Epidemiologic Features and Clinical Course of Patients Infected With SARS-CoV-2 in Singapore - JAMA. doi:10.1001/jama.2020.3204
- Ignatius T. S. Yu - Evidence of Airborne Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome Virus - N Engl J Med 2004;350:1731-9.
- Shi Zhao - Preliminary estimation of the basic reproduction number of novel coronavirus (2019-nCoV) in China, from 2019 to 2020: A data-driven analysis in the early phase of the outbreak - Int J Infect Dis. 2020 Mar; 92: 214–217.