

# Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : effets physiologiques et leurs conséquences

## EN RÉSUMÉ

Cet article fait le point sur les mécanismes physiologiques associés au port de masques à usage médical (chirurgicaux) ou de demi-masques filtrants afin de mieux comprendre les conséquences potentielles sur la santé et le confort. Elles peuvent être d'ordre somatique telles que l'augmentation de la fréquence respiratoire et de la fréquence cardiaque, ou une augmentation de la température cutanée sous le masque. Plusieurs études montrent que le port du masque génère de l'inconfort. Le type de masque, la durée du port et l'intensité de la charge physique en fonction des tâches réalisées avec un masque, ainsi que les conditions d'ambiance thermique sont des éléments qui déterminent la nature et l'amplitude de ces manifestations.

### AUTEURS :

A. Aublet-Cuvelier, L. Claudon, département Homme au travail, INRS

### MOTS CLÉS

Équipement de protection individuelle - EPI / Protection individuelle / Fréquence cardiaque / Masque / Charge physique / Astreinte physique / Satisfaction au travail / Bien-être au travail

**L**es masques à usage médical (appelés masques chirurgicaux) ou les demi-masques filtrants de type FFP2 (avec ou sans valve) répondent à des fonctions distinctes selon leur nature. Ils sont utilisés couramment dans certaines activités professionnelles, notamment en milieu de soins. L'usage de ces masques, qui a tendance à se développer actuellement de façon beaucoup plus large dans toutes sortes d'activités professionnelles, suscite entre autres des interrogations quant aux effets physiologiques potentiels qui y sont associés. Des études sont menées sur le sujet depuis de nombreuses années au plan international. La synthèse présentée ici porte sur les masques les plus couramment utilisés depuis le début de la crise sanitaire : les masques de type chirurgical d'une part et les masques de type FFP2 d'autre part, auxquels s'apparente le masque N95 évoqué dans de nombreuses publications. Ce dernier répond à une norme nord-américaine (95 signifiant son efficacité d'au moins 95 % pour la fil-

tration de particules de diamètre médian en masse  $>0,3 \mu\text{m}$  et N le fait qu'il n'est pas efficace pour les produits huileux). Même s'il existe un manque de consensus sur certains effets, il est possible d'en dégager les grandes tendances. Les effets physiologiques liés au port de masque de type chirurgical se distinguent de ceux liés au port de masque de type FFP2. Dans cette dernière configuration, une distinction est également faite entre les masques avec valve (qui filtrent l'air entrant mais ne filtrent pas une partie de l'air sortant) et sans valve, mais aussi en fonction de leur forme (principalement coque moulée et bec de canard).

## EFFETS SUR LA FRÉQUENCE CARDIAQUE

Lors d'un test de marche à la vitesse de 5,6 km/h pendant 1 heure avec et sans masque chirurgical, Roberge et al. [1] ont observé une augmentation significative de la fréquence cardiaque (FC) de

## Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : effets physiologiques et leurs conséquences

9,5 battements par minute ( $p < 0,001$ ). Ils ont mené une autre étude avec le port d'un masque de type N95. Celle-ci portait sur des exercices de marche à des vitesses plus faibles de 2,7 km/h et 4,0 km/h correspondant à une dépense énergétique faible à modérée, sur une durée plus courte, de 15 minutes. Aucun effet sur la FC n'a été observé dans cette étude par rapport à la même situation sans port de masque [2]. Laird et al. [3] n'ont pas observé non plus d'augmentation de la FC durant un exercice physique de 50 watts sur ergocycle durant 15 min avec port d'un masque filtrant standard par rapport au même exercice sans masque. Le constat est le même pour Person et al. [4] qui n'ont pas observé d'effet lié au port d'un masque chirurgical sur la FC lors d'un test de marche de 6 minutes avec la consigne de marcher aussi vite que possible. Par contre, lors d'exercices de marche à différentes vitesses (marche à 3,2 km/h durant 20 min ; repos 10 min ; marche à la vitesse de 4,8 km/h durant 10 minutes ; repos 10 minutes ; marche à la vitesse de 6,4 km/h durant 10 min ; repos 10 min), il a été observé un profil de FC similaire quel que soit le type de masque (chirurgical ou N95), avec un pic de FC à la fin de la 3<sup>e</sup> phase de test, à vitesse maximale, dépassant de 20 à 30 battements par minute la FC de repos. La FC restait toutefois significativement plus faible avec un masque chirurgical qu'avec un masque N95 [5].

Ces résultats montrent que la FC peut être impactée en fonction de la nature du masque porté, de la nature et la durée de la tâche réalisée. Il semble que l'astreinte physique ne soit pas significativement différente avec et sans

port de masque pour une activité physique faible à modérée sur une courte durée (15 mn). L'astreinte physique liée au port de masque est en revanche mise en évidence pour une durée de port plus longue et une dépense énergétique plus importante. Dans tous les cas, elle semble moins importante avec le port d'un masque chirurgical qu'avec celui d'un masque N95, assimilable du fait de ses caractéristiques à un masque FFP2.

### EFFETS SUR LA FRÉQUENCE RESPIRATOIRE

Là encore, la diversité des protocoles rend difficile la réalisation d'un consensus. Il a été observé que la fréquence respiratoire (FR) augmentait avec le port d'un masque chirurgical lors d'un exercice de marche à la vitesse de 5,6 km/h pendant 1 heure [1]. En revanche, la FR n'était pas influencée par le port d'un masque N95 lors d'un exercice de marche à une moindre vitesse (2,7 km/h et 4,0 km/h) sur une durée plus courte de 15 minutes [2]. Les effets du port de masque sur la FR pourraient varier, là encore, en fonction du type de masque, mais aussi de l'intensité de la charge physique requise par la tâche et de sa durée, la fréquence respiratoire augmentant avec le port de masque lors d'exercices physiques intenses et prolongés par rapport à la même situation sans masque. Toutefois, à l'inverse, dans certaines situations, le masque de type N95, entraînant une résistance respiratoire accrue, provoquerait une hypoventilation liée à une baisse de la fréquence ventilatoire du fait d'un temps d'inspiration accru [6].

### EFFETS SUR LE TAUX DE SATURATION EN O<sub>2</sub> ET LA PRESSION PARTIELLE EN CO<sub>2</sub>

Les études de Person et al. [4] et de Roberge et al. [1, 2] ont montré l'absence d'effet du port d'un masque chirurgical sur le taux de saturation en O<sub>2</sub>. Dans leur revue sur les effets physiologiques des dispositifs de protection respiratoires, Louhevaara et al. [6] mentionnent que la consommation d'O<sub>2</sub> et la production de CO<sub>2</sub> sont quasi-inchangées avec un masque pour un niveau d'exercice sous-maximal de 75 à 80 % de consommation maximale d'O<sub>2</sub> par rapport aux valeurs de référence sans masque filtrant. En revanche, durant un exercice physique maximal, ils observent que le masque filtrant réduit la ventilation de 30 à 40 % et la consommation d'O<sub>2</sub> de 14 à 21 % et s'accompagne d'une forte réduction des capacités d'endurance. Beder et al. [7], dans une étude portant sur 53 chirurgiens effectuant des interventions chirurgicales d'une durée supérieure à une heure, ont montré une baisse du taux de saturation en O<sub>2</sub>. Cette baisse s'est accentuée avec la durée de l'intervention, au-delà de 60 minutes. Les auteurs ont avancé l'hypothèse selon laquelle l'hypoxémie constatée pouvait résulter d'une concentration accrue de CO<sub>2</sub> contenu dans l'air inspiré, du fait du piégeage, entre le visage et le masque chirurgical, de l'air chargé en CO<sub>2</sub> lors de l'expiration. Il n'a pas été possible pour autant d'attribuer cette observation au port de masque chirurgical plutôt qu'au stress lié à l'intervention étant donné l'impossibilité de mener un essai randomisé contrôlé avec et sans masque dans ce contexte

chirurgical. Concernant la production de CO<sub>2</sub>, Roberge et al. [1] ont observé une pression partielle en CO<sub>2</sub> significativement plus élevée avec le port d'un masque chirurgical par rapport à une situation sans masque au cours d'un test de marche à la vitesse de 5,6 km/h pendant 1 heure. Dans une autre étude [2] portant sur des masques de type N95 au cours de la marche en terrain plat à 2,7 km/h et 4 km/h durant une heure à chaque vitesse, les mêmes auteurs ne constatent pas de différence significative du taux moyen de CO<sub>2</sub> inspiré et expiré par rapport à la situation sans masque. Ces observations laissent supposer une activité physique d'une certaine intensité pour observer ce phénomène d'hypercapnie. Elles pourraient contribuer à expliquer la survenue de certains troubles de la santé décrits ci-après, liés notamment à des variations de concentrations en CO<sub>2</sub> lors d'un exercice physique intense et de longue durée.

### EFFETS SUR LA RÉSISTANCE AÉRIENNE NASALE

Une étude pilote, menée sur 77 soignants portant un masque N95 durant 3 heures, puis un masque chirurgical durant la même période, a montré une augmentation de la résistance aérienne nasale (mesurée par rhinomanométrie), à l'origine d'une gêne respiratoire, lors du retrait du masque [8]. Cette augmentation de la résistance aérienne nasale était encore observée 1 h 30 mn après le retrait du masque. Ce phénomène était significativement plus marqué avec le masque N95 qu'avec le masque chirurgical. Aucune évolution de

la section nasale (mesurée par rhinométrie acoustique) n'ayant été observée, les auteurs ont conclu à des modifications physiologiques plutôt que physiques. Ainsi, parmi les hypothèses évoquées, des modifications de la composition de l'air sous masque pourraient être à l'origine d'un changement du micro-climat autour de la cavité nasale, pouvant à son tour altérer les caractéristiques fonctionnelles du système muco-ciliaire de la sphère nasale, à l'origine d'une résistance aérienne nasale accrue [9].

### EFFETS SUR LES ÉCHANGES THERMIQUES

La température relativement élevée sous masque et l'humidité de l'air expiré [1] peuvent entraîner une condensation sur le masque du fait d'une différence de température entre le masque et l'environnement externe en ambiance contrôlée (température de l'air de 25 °C et humidité relative de 70 %) [10]. La condensation peut impacter négativement la perméabilité du masque, entraver la perte de chaleur corporelle par voie respiratoire et générer une augmentation de l'astreinte thermique [11]. L'importance de la condensation dépend du type de masque (chirurgical vs N95 [5]), de la présence ou non d'une valve sur les masques N95 [12], de la perméabilité des masques à l'air et à la vapeur d'eau [10], de l'étendue de leur surface (elle-même dépendant de leur forme et de leur taille). Elle dépend également du débit respiratoire, de la température et de l'humidité de l'air. Roberge et al. [11] avancent, dans leur revue de la littérature, que la rétention d'eau et de sueur à l'intérieur d'un masque sont alors

susceptibles d'augmenter la résistance respiratoire. Ils ont notamment observé une augmentation significative de la résistance respiratoire à l'expiration, attribuée à la rétention d'humidité, dans une étude visant à tester durant 4 heures des masques N95 à l'aide d'un simulateur respiratoire, avec un volume respiratoire de 40 l/mn [13].

La température cutanée à l'intérieur du masque peut avoir une influence sur le confort perçu des masques. Ainsi, une température cutanée sous masque autour de la bouche et du nez de 34 °C est acceptable pour la plupart des individus tandis que la sensation d'inconfort thermique devient inacceptable pour la plupart des personnes au-delà d'une température de 34,5 °C dans cette région très sensible [3].

La température cutanée mesurée sur la joue, à l'extérieur du masque peut également être influencée par le port du masque. Roberge et al. [1] et Li et al. [5] ont montré que cette température cutanée externe était respectivement plus élevée avec un masque chirurgical que sans masque et plus élevée avec un masque chirurgical qu'avec un masque N95 (modèle 3M 8210), ce qui peut s'expliquer par une moindre étanchéité du masque chirurgical par rapport au demi-masque filtrant.

Roberge et al. [11] évoquent différents mécanismes à l'origine de variations de température à différents niveaux du corps liés au port de masques respiratoires. Ils concernent les mécanismes d'échanges thermiques au niveau respiratoire, l'impact de la respiration nasale vs orale, le coût métabolique et l'astreinte thermique liés au port de masques respiratoires. La chaleur cutanée faciale

## Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : effets physiologiques et leurs conséquences

induite par le masque, le climat extérieur et le micro-climat de l'espace mort au sein du masque jouent aussi un rôle, de même que les caractéristiques de la réponse psychophysiologique à la chaleur. La perte de chaleur par voie respiratoire représente environ 10 % de la perte totale de chaleur corporelle, en conditions normales. Elle résulte du transfert de chaleur par convection et par évaporation dans l'air exhalé. Elle peut être perturbée par le port du masque respiratoire. De même, l'utilisation d'un masque respiratoire favorise la respiration orale plutôt que par voie nasale, avec des répercussions sur l'évacuation de la chaleur par évaporation. Toutefois, les mécanismes complexes de régulation à ce niveau influenceraient peu les variations de température centrale, pour une intensité de travail faible à modérée.

Le port de masque respiratoire de type demi-masque filtrant engendrerait un faible coût métabolique, de l'ordre de 20 W/m<sup>2</sup> additionnels pour une intensité de travail faible à modérée. En effet, les études montrent globalement que le port de masques respiratoires durant moins d'une heure, quelle que soit la charge physique de travail (légère, moyenne ou élevée), a des effets métaboliques limités et n'entraîne qu'une faible augmentation de température corporelle. Ces effets pourraient cependant être majorés lors du port de masque de façon prolongée et ininterrompue (ce qui n'est pas recommandé en pratique), dans une ambiance chaude et humide, avec une charge physique élevée.

L'augmentation de la température cutanée sous le masque accroît la sensation d'inconfort et ce, d'autant plus que le taux d'humidité est élevé. Mais il jouerait un rôle

mineur dans l'augmentation de la température centrale. Ces paramètres sont très influencés par l'espace mort créé par le masque, selon sa forme et en fonction de la présence ou non d'une valve sur les masques de type FFP2. En effet, le port du masque crée un micro-environnement dans lequel se font les échanges respiratoires. En ambiance chaude, la dissipation de chaleur par la respiration peut être entravée par une baisse du gradient de température entre l'environnement externe et le micro-environnement sous masque. De même, la condensation sur le masque peut dégrader la perméabilité du masque à la vapeur d'eau et à l'air, entraver la perte de chaleur et accroître l'astreinte thermique. Enfin, la transpiration peut altérer l'étanchéité du masque, d'une part et accroître encore la résistance respiratoire en augmentant l'humidité sous masque, d'autre part.

Les réponses psychophysiologiques à l'augmentation de température sous masque sont diverses. La région péri-orale est très sensible, avec une forte densité de thermorécepteurs, dont la transmission des messages va générer des réactions d'adaptation de l'organisme dans son ensemble.

### EFFETS SUBJECTIFS

Plusieurs études ont montré que le port de masques générait de l'inconfort [1, 5, 8, 14]. D'une façon générale, l'estimation subjective de l'astreinte due au port d'un appareil de protection respiratoire est liée à l'intensité des efforts des muscles agissant sur la ventilation, imputables aux résistances inspiratoires et expiratoires [15]. Parmi les critères d'inconfort étu-

diés, on peut citer la résistance respiratoire, la température faciale, l'humidité, l'irritation cutanée, l'odeur et la fatigue ressentie. Roberge et al. [1] ont notamment montré que 52 % des sujets (n=20) se plaignaient d'une augmentation de la température faciale, 11 % de l'humidité, 11 % d'irritation cutanée, 11 % d'« adhérence au visage ». De même, les auteurs de cette étude ont rapporté une tendance (p= 0,1) à l'augmentation de l'effort perçu (RPE) lors du port de masque chirurgical par rapport à l'absence de port de masque lors d'un test de marche à 5,6 km/h durant 1 heure. L'inconfort peut être ressenti différemment selon le type de masque. Ainsi, Li et al. [5] ont montré que différents critères d'inconfort ressenti (étanchéité, démangeaison, fatigue, odeur, salinité) étaient cotés plus élevés avec le masque de type N95 qu'avec un masque chirurgical. Ces résultats ont été pour partie confortés par les travaux de Shenal et al. [14] qui ont également montré que l'inconfort et la fatigue ressentie augmentaient très significativement lors du port de masques chirurgicaux et N95 durant 8 heures. Farquharson et al. [16], dans le cadre d'une étude menée auprès de soignants d'un hôpital de Toronto lors de l'épisode de syndrome de détresse respiratoire aigu (SRAS) en 2003, avaient de leur côté constaté que le fait de travailler 12 heures avec un masque N95 était particulièrement éprouvant. L'étude menée par Meyer et al. [17] auprès de 30 salariés dans le secteur industriel cette fois allait dans le même sens, montrant que l'estimation subjective par les utilisateurs de la durée maximale du port de différents masques anti-poussière était d'environ 1 heure.

## EFFETS SUR LA SANTÉ

Au moins deux études ont rapporté des effets sur la santé en lien avec le port de masques. Person et al. [4] ont rapporté une dyspnée significativement majorée lors d'un test de marche de 6 minutes réalisé avec et sans port de masque chirurgical. Des facteurs tels que l'astreinte thermique, la résistance respiratoire, les changements de concentration en O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, l'humidité et l'espace mort lié à certains types de masques pourraient jouer un rôle dans la survenue de la dyspnée [4]. Par ailleurs, dans une enquête par questionnaire menée auprès de 212 soignants, 37 % des répondants ont rapporté des maux de tête. Une analyse par régression logistique multivariée a montré que le risque de souffrir de maux de tête lors du port de masque N95 plus de 4 heures par jour était renforcé pour les personnes qui en souffraient déjà de façon habituelle [18]. Les modifications de concentration en O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> évoquées précédemment pourraient jouer un rôle dans la survenue de ces troubles. Des phénomènes mécaniques ont également été évoqués, pour les céphalées d'origine cervicale, du fait de la pression mécanique que pourraient exercer les attaches de certains masques au niveau du cou et derrière la tête. Il semble toutefois probable que ces mécanismes s'appliquent plutôt à des dispositifs avec forte contention. Des phénomènes psychologiques peuvent également intervenir. En particulier, les personnes sujettes à des attaques de panique ou de claustrophobie seraient particulièrement sensibles à l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub>. Celle-ci pouvant être consécutive

au port de masque respiratoire, les attaques de panique ou de claustrophobie pourraient donc être favorisées par le port de masque chez certaines personnes. Une réponse sympathomimétique à ce stimulus expliquerait les manifestations physiques en découlant (augmentation du rythme cardiaque et du rythme respiratoire, palpitations, augmentation de la tension artérielle...). À ces effets peuvent s'ajouter, outre le risque de transmission d'agents infectieux par mésusage du masque, des manifestations cutanées (irritation, acné) et des risques liés à la réduction du champ de vision dans certaines circonstances (liée notamment à la forme du masque).

## CONCLUSION

La revue de la littérature scientifique permet de comprendre une partie des mécanismes physiologiques associés au port de masques à usage médical ou de demi-masques filtrants. Certains peuvent se traduire par des manifestations somatiques générales (ex : augmentation de la fréquence respiratoire et cardiaque) ou locales (ex : augmentation de la température cutanée sous le masque) tandis que d'autres ont une influence sur le confort des masques. Le type de masque, la durée du port et l'intensité de la charge physique en fonction des tâches réalisées avec un masque, ainsi que les conditions d'ambiance thermique (chaleur/humidité de l'air) sont des éléments qui déterminent la nature et l'amplitude de ces manifestations. Si l'état des connaissances ne permet pas de faire des recommanda-

tions précises sur la durée limite de port du masque à usage médical ou de demi-masques filtrants en fonction de ces paramètres, il donne néanmoins des indications sur les points de vigilance à observer compte tenu des possibles effets liés à leur usage. Rappelons que pour chaque situation de travail, il est important de recueillir le ressenti des salariés concernés par le port de masque de façon à prendre, en concertation avec eux, les mesures les plus appropriées. Celles-ci pourront concerner, après évaluation des risques et mise en œuvre des mesures de prévention collectives et organisationnelles, le choix éclairé de certains modèles de masques jugés plus confortables (mieux ajustés, ne présentant pas d'odeur particulière, ...) et adaptés aux situations de travail. Elles concerneront aussi leur mise à disposition en quantité suffisante de façon à pouvoir les changer dès que l'humidité et la gêne respiratoire deviennent trop importantes ou encore la possibilité de prendre des pauses régulières avec retrait du masque lorsqu'une fatigue est ressentie, en donnant aux salariés les moyens de le faire sans prise de risque supplémentaire.

### Remerciements :

*Les auteurs remercient Marie-Cécile Bayeux-Dunglas et Michèle Guimon pour leur relecture attentive.*

## Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants : effets physiologiques et leurs conséquences

### BIBLIOGRAPHIE

- 1 | ROBERGE RJ, KIM JH, BENSON SM - Absence of consequential changes in physiological, thermal and subjective responses from wearing a surgical mask. *Respir Physiol Neurobiol.* 2012 ; 181 (1) : 29-35.
- 2 | ROBERGE RJ, COCA A, WILLIAMS WJ, POWELL JB ET AL. - Physiological impact of the N95 filtering facepiece respirator on healthcare workers. *Respir Care.* 2010 ; 55 (5) : 569-77.
- 3 | LAIRD IS, GOLDSMITH R, PACK RJ, VITALIS A - The effect on heart rate and facial skin temperature of wearing respiratory protection at work. *Ann Occup Hyg.* 2002 ; 46 (2) : 143-48.
- 4 | PERSON E, LEMERCIER C, ROYER A, REYCHLER G - Effet du port d'un masque de soins lors d'un test de marche de six minutes chez des sujets sains. *Rev Mal Respir.* 2018 ; 35 (3) : 264-68.
- 5 | LI Y, TOKURA H, GUO YP, WONG ASW ET AL. - Effects of wearing N95 and surgical facemasks on heart rate, thermal stress and subjective sensations. *Int Arch Occup Environ Health.* 2005 ; 78 (6) : 501-09.
- 6 | LOUHEVAARA VA - Physiological effects associated with the use of respiratory protective devices. A review. *Scand J Work Environ Health.* 1984 ; 10 (5) : 275-81.
- 7 | BEDER A, BÜYÜKKOÇAK U, SABUNCUOĞLU H, KESKIL ZA ET AL. - Preliminary report on surgical mask induced deoxygenation during major surgery. *Neurocirugia (Astur.)* 2008 ; 19 (2) : 121-26.
- 8 | ZHU JH, LEE SJ, WANG DY, LEE HP - Effects of long-duration wearing of N95 respirator and surgical facemask: a pilot study. *J Lung Pulm Respir Res.* 2014 ; 1 (4) : 97-100.
- 9 | SALAH B, DINH XUAN AT, FOUILLADIEU JL, LOCKHART A ET AL. - Nasal mucociliary transport in healthy subjects is slower when breathing dry air. *Eur Respir J.* 1988 ; 1 (9) : 852-55.
- 10 | LI Y, WONG T, CHUNG J, GUO YP ET AL. - In vivo protective performance of N95 respirator and surgical facemask. *Am J Ind Med.* 2006 ; 49 (12) : 1056-65.
- 11 | ROBERGE RJ, KIM JH, COCA A - Protective facemask impact on human thermoregulation: an overview. *Ann Occup Hyg.* 2012 ; 56 (1) : 102-12.
- 12 | HAYASHI C, TOKURA H - The effects of two kinds of mask (with or without exhaust valve) on clothing microclimates inside the mask in participants wearing protective clothing for spraying pesticides. *Int Arch Occup Environ Health.* 2004 ; 77 (1) : 73-78.
- 13 | ROBERGE RJ, BAYER E, POWELL JB, COCA A ET AL. - Effect of exhaled moisture on breathing resistance of N95 filtering facepiece respirators. *Ann Occup Hyg.* 2010 ; 54 (6) : 671-77.
- 14 | SHENAL BV, RADONOVICH JR LJ, CHENG J, HODGSON M ET AL. - Discomfort and exertion associated with prolonged wear of respiratory protection in a health care setting. *J Occup Environ Hyg.* 2012 ; 9 (1) : 59-64.
- 15 | MEYER JP - Appareils de protection respiratoire contre les poussières. Comparaison de l'évaluation subjective avec les tests objectifs normalisés. Intérêt pratique. Note documentaire ND 1805. *Cah Notes Doc.* 1990 ; 141 : 825-31.
- 16 | FARQUHARSON C, BAGULEY K - Responding to the severe acute respiratory syndrome (SARS) outbreak: lessons learned in a Toronto emergency department. *J Emerg Nurs.* 2003 ; 29 (3) : 222-28.
- 17 | MEYER JP, HÉRY M, HERRAULT J, HUBERT G ET AL. - Field study of subjective assessment of negative pressure half-masks. Influence of the work conditions on comfort and efficiency. *Appl Ergon.* 1997 ; 28 (5-6) : 331-38.
- 18 | LIM ECH, SEET RCS, LEE KH, WILDER-SMITH EPV ET AL. - Headaches and the N95 face-mask amongst healthcare providers. *Acta Neurol Scand.* 2006 ; 113 (3) : 199-202.

### POUR EN SAVOIR +

- Protection individuelle. INRS, 2014 ([www.inrs.fr/demarche/protection-individuelle/ce-qu-il-faut-retenir.html](http://www.inrs.fr/demarche/protection-individuelle/ce-qu-il-faut-retenir.html)).
- Index de la Revue de A à Z > EQUIPEMENT DE PROTECTION INDIVIDUELLE – EPI (17 résultats). INRS ([www.rst-sante-travail.fr/rst/header/sujets-az\\_parindex.html?rechercheIndexAZ=equipement+de+protection+individuelle++epi\\_\\_\\_EQUIPEMENT+DE+PROTECTION+INDIVIDUELLE++EPI](http://www.rst-sante-travail.fr/rst/header/sujets-az_parindex.html?rechercheIndexAZ=equipement+de+protection+individuelle++epi___EQUIPEMENT+DE+PROTECTION+INDIVIDUELLE++EPI)).