

Appareil de protection respiratoire : évaluer la compatibilité avec l'état de santé du travailleur

AUTEURS :

L. Coates, département Études et assistance médicales, L. Claudon, département Sciences appliquées au travail et aux organisations, S. Chazelet, département Ingénierie des procédés, A. Aglioni, département Expertise et conseil technique, J Shettle, Pôle juridique, INRS.

Les auteurs remercient grandement le Pr S. Hulo et le Dr S. Malard pour leurs relectures attentives et leurs conseils pertinents, ainsi que A. Bijaoui pour son aide précieuse.

EN RÉSUMÉ

Lorsque le port d'un appareil de protection respiratoire (APR) est envisagé, l'employeur établit un programme de protection respiratoire (sélection du modèle, formation des utilisateurs, formalisation des règles d'entretien et de maintenance) et il revient au médecin du travail de prendre en compte le port de cet équipement lors du suivi de l'état de santé des travailleurs. Cet article propose une synthèse des éléments utiles au médecin du travail pour évaluer la compatibilité entre le port d'un APR et l'état de santé d'un travailleur.

Cet article annule et remplace l'article «Les appareils de protection respiratoire. Éléments médicaux de détermination d'aptitude à leur utilisation» paru dans le n° 68 de Documents pour le Médecin du Travail en 1993 sous la référence TC 47.

MOTS CLÉS

Appareil de protection respiratoire / Surveillance médicale / Suivi médical / Équipement de protection individuelle – EPI / Protection individuelle

Lorsque l'environnement de travail est contaminé par des gaz, des vapeurs, des aérosols (chimiques ou biologiques), ou lorsque la quantité d'oxygène n'est pas suffisante, le port d'un appareil de protection respiratoire (APR) s'avère nécessaire dès lors que les mesures de prévention organisationnelles et collectives ne sont pas suffisantes. Les APR (détaillés dans la brochure de l'INRS « *Les appareils de protection respiratoire, choix et utilisation* » [1]) se répartissent en deux catégories :

- **les appareils filtrants, avec ou sans assistance ventilatoire.** Le porteur respire l'air environnant épuré des polluants par des filtres adaptés (ex : pièce faciale filtrante ou FFP, demi-masque ou masque complet équipés de filtre, appareil à ventilation assistée) ;

- **les appareils isolants.** Le porteur est isolé de l'air environnant et respire de l'air ou de l'oxygène provenant d'une source non contaminée. Cette source peut être portable ou non (ex : masque complet ou cagoule à adduction d'air, appareil isolant autonome). Les masques chirurgicaux ne sont pas des APR mais des dispositifs médicaux et ne sont donc pas abordés dans cet article ; un article publié en 2020 leur est dédié [2]. Chaque APR présente des spécificités en termes de poids, d'encombrement, de résistance respiratoire...Le choix revient au chef d'entreprise et se fait, notamment, en fonction des risques identifiés. Un programme de protection respiratoire est alors établi pour détailler la sélection de l'APR, la formation des utilisateurs, l'utilisation adéquate et

Appareil de protection respiratoire :
évaluer la compatibilité avec l'état de
santé du travailleur

les règles d'entretien et de maintenance [3].

De son côté, il appartient au médecin du travail de prendre en compte le port de l'APR lors du suivi individuel de l'état de santé des travailleurs. Cet article fait le point sur les éléments à considérer pour évaluer la compatibilité entre le port d'un APR et l'état de santé d'un travailleur. Quels sont les effets physiologiques et psychologiques liés au port d'un APR ? Quel état de santé peut influencer la tolérance du porteur ? Quelles sont les particularités du suivi à mettre en place ?

EFFETS PHYSIOLOGIQUES ET PSYCHOLOGIQUES LIÉS AU PORT D'UN APR

Certaines caractéristiques intrinsèques des APR peuvent s'accompagner d'effets physiologiques et psychologiques plus ou moins

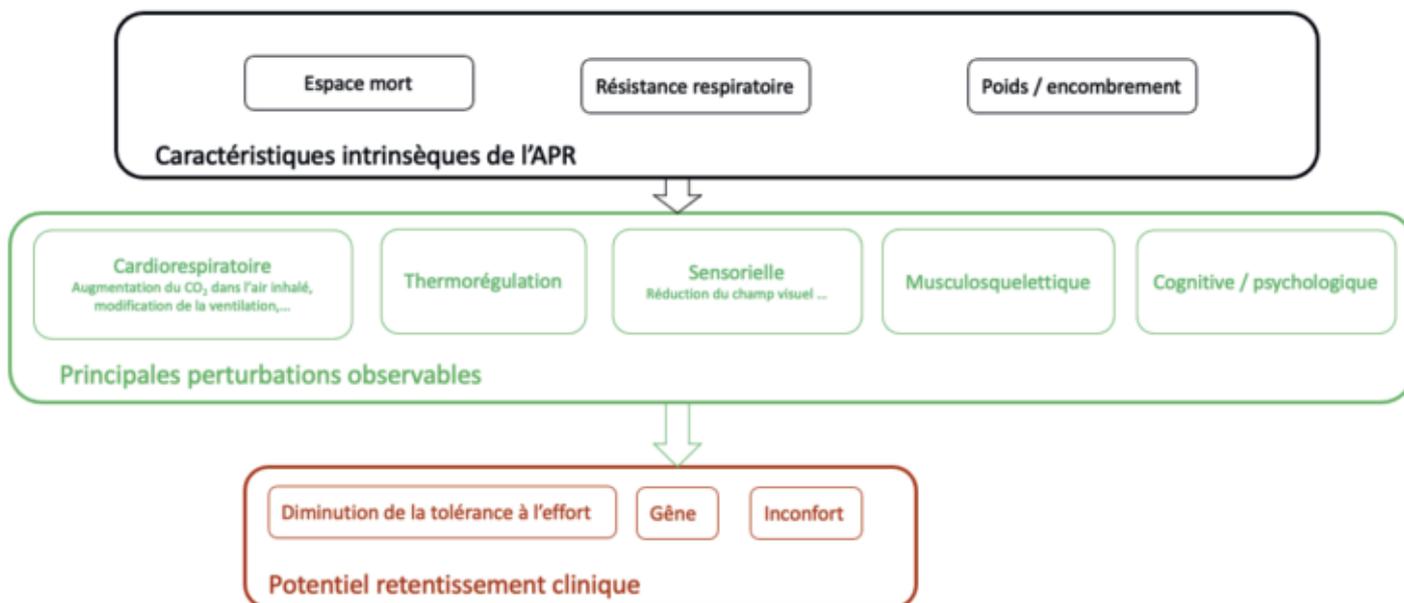
sensibles et être à l'origine de différentes sources d'inconfort. En particulier, la présence d'un filtre ou d'un dispositif augmentant la résistance respiratoire (à l'inspiration et/ou à l'expiration selon les modèles) peut engendrer un travail respiratoire accru et des effets au niveau cardiorespiratoire. Par ailleurs, la présence d'un espace entre la bouche et le masque (dit espace mort) entraîne l'inhalation d'air enrichi en CO₂ par les précédentes expirations, risquant d'altérer la thermorégulation et de générer de l'inconfort. Le poids et l'encombrement de certains APR et des autres équipements associés (combinaisons...) peuvent également être source d'astreintes cardiorespiratoires supplémentaires. Par ailleurs, sur le plan psychologique, le port d'un APR (surtout ceux recouvrant la totalité du visage) peut aussi être source d'anxiété (ex: besoin irréprensible de retirer l'APR en dépit du risque d'exposition à une

atmosphère dangereuse). Cette partie présente brièvement les principaux effets physiologiques et inconforts potentiellement associés au port d'un APR auxquels il convient d'être vigilant (figure 1). Pour plus d'informations sur les effets physiologiques liés au port des demi-masques filtrants et leurs conséquences sur la santé, se référer à l'article d'Aublet-Cuvelier sus-cité [2].

RÉSISTANCE RESPIRATOIRE

Le port d'un APR introduit une résistance respiratoire plus ou moins élevée. Celle-ci est généralement dépendante du débit ventilatoire (plus ce dernier est élevé, plus la résistance l'est aussi) et peut être différente à l'inspiration et à l'expiration selon le type de dispositif. Pour les appareils filtrants (masque complet ou demi-masque), les valeurs typiques de résistances inspiratoire et expiratoire rapportées par Louhevaara variaient res-

Figure 1: Principaux effets liés au port d'un appareil de protection respiratoire (APR)



pectivement de 2 à 5 mbar et de 2 à 3 mbar (le débit standardisé de référence pour les valeurs citées dans ce paragraphe est de 85 L/min) [4]. Plus récemment, Johnson a indiqué qu'une valeur de résistance inspiratoire typique des appareils filtrants était de l'ordre de 4,9 mbar et que la résistance expiratoire pouvait être légèrement inférieure à 2,1 mbar [5]. Il a également souligné que les appareils filtrants à ventilation assistée peuvent présenter une résistance inspiratoire beaucoup plus faible.

Des résistances inspiratoires un peu plus élevées (3 à 8 mbar) ont été rapportées pour les appareils à adduction d'air (de type débit à la demande). De même, des résistances expiratoires plus élevées (4 à 7 mbar) ont été observées pour les appareils à adduction d'air (de type débit continu) et pour les appareils autonomes (6 mbar) [4]. Toutefois, il est à noter que ces 2 types d'appareils ne présentent pas de pression inspiratoire supplémentaire du fait de la pression positive observée dans la pièce faciale.

Des exigences normatives fixent les valeurs limites de résistances respiratoires selon les types d'APR et les filtres considérés [6 à 11].

L'augmentation de la résistance respiratoire entraîne un travail respiratoire plus élevé (mobilisation plus importante des muscles intervenant dans la respiration) pour maintenir le débit ventilatoire. Cette augmentation du travail respiratoire s'accompagne d'une augmentation de la production de dioxyde de carbone (CO_2), d'un taux de CO_2 plus élevé en fin d'expiration, d'une élévation de la fréquence cardiaque et d'une réduction de la tolérance à l'effort [12]. Comme le mentionnent différentes revues de la littérature [4, 5, 13, 14], une augmentation de la

résistance respiratoire d'un APR peut aussi entraîner des modifications de certains paramètres respiratoires comme une augmentation des durées inspiratoires et/ou expiratoires, des variations de pressions inspiratoire et expiratoire, une diminution de la fréquence respiratoire et/ou du volume courant (volume d'air qui pénètre dans le poumon à chaque inspiration ou qui en est rejeté à chaque expiration spontanées). Les conséquences de ces différentes modifications sont une hypoventilation et une hypercapnie (augmentation de la pression partielle artérielle de CO_2) [12]. Si les effets précédemment décrits sont généralement peu marqués avec des résistances respiratoires faibles [15] ou lors d'exercices d'intensité faible ou modérée [4, 5], ceux-ci ont été régulièrement observés lors d'exercices à intensité élevée. Ainsi, il a été rapporté que l'augmentation des résistances inspiratoires (de 1,1 mbar à 16,6 mbar à 85 L/min, selon les études considérées) et/ou expiratoires (de 0,37 mbar à 17,04 mbar à 85 L/min, selon les études considérées) pouvaient induire une hypoventilation avec une diminution du débit ventilatoire et de la consommation d'oxygène (O_2) (particulièrement marquée aux résistances les plus élevées), lors de la réalisation d'exercices à intensité élevée (au-delà de 80-85 % de la consommation maximale d'oxygène ou VO_2max) avec des APR de type masque ou demi-masque filtrant. Cela s'accompagnait d'une baisse de performance (évaluée par l'observation de la durée de réalisation de l'exercice [16 à 19]). Des études anciennes ont montré que, selon l'intensité de l'exercice et les valeurs des résistances respiratoires considérées, la baisse du débit ventilatoire pouvait avoir pour origine soit une baisse de la fré-

quence respiratoire partiellement compensée par une augmentation du volume courant [20], soit un maintien de la fréquence respiratoire et une diminution du volume courant [21]. Enfin, concernant la performance, Johnson a rapporté qu'une résistance respiratoire inspiratoire de 4,9 mbar (à 85 L/min) pouvait entraîner une baisse de la durée d'endurance de 30 % lors d'un exercice d'intensité élevée (80-85 % de la VO_2max) [5].

La résistance respiratoire engendrée par un masque filtrant peut également augmenter les variations de pression pleurale lors de l'inspiration et de l'expiration. L'augmentation de la pression intrathoracique pendant l'expiration peut réduire le retour du sang veineux et le débit cardiaque. Les modifications de la circulation pulmonaire telles que la vasoconstriction induite par l'hypoxie, bien qu'hypothétiquement possibles, semblent peu probables en l'absence de maladie significative. Les effets sur les taux d' O_2 et de CO_2 du sang (PaO_2 et PaCO_2) pourraient affecter la fonction cardiaque ou la résistance vasculaire.

Concernant l'évolution de la fréquence cardiaque en lien avec le port d'un APR, si certaines études n'ont pas permis d'observer d'influence sur la fréquence cardiaque [5, 15, 22, 23] d'autres, au contraire, ont rapporté une augmentation de celle-ci lors du port d'appareil filtrant (demi-masque ou masque complet) [4, 24 à 26], même lors d'exercices d'intensité légère [26]. Par ailleurs, pour les appareils à adduction d'air, le type de débit (à la demande ou en continu) peut entraîner une modification de la fréquence cardiaque. À titre d'exemple, la [figure 2 page suivante](#) illustre la fréquence cardiaque, enregistrée en milieu de

Appareil de protection respiratoire : évaluer la compatibilité avec l'état de santé du travailleur

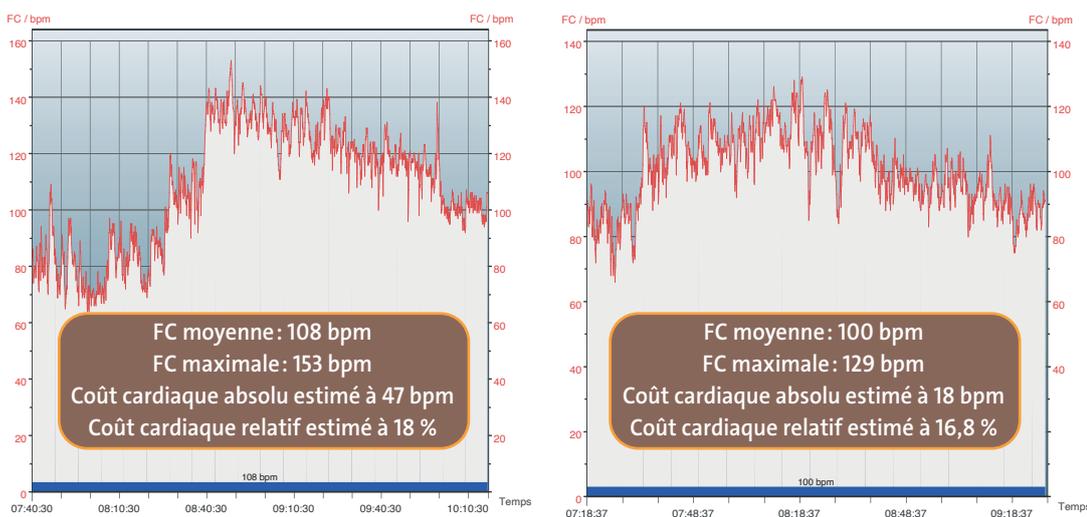
travail, chez un opérateur utilisant son APR à adduction d'air en mode «à la demande» ou «en débit continu» et réalisant la même activité. Dans cet exemple, les variations de la fréquence cardiaque et la gêne liée à l'effort respiratoire décrite par l'opérateur étaient plus importants lorsque l'APR à adduction d'air fonctionnait à la demande.

Enfin, la résistance du masque peut également affecter le contrôle du système nerveux autonome (par exemple, la variabilité de la fréquence cardiaque).

ESPACE MORT

L'espace mort anatomique ou physiologique correspond au volume des voies respiratoires qui ne participe pas directement aux échanges gazeux (environ 150 mL). L'espace mort d'un APR correspond au volume compris entre l'APR et le visage. Selon le type de masque (demi ou complet), ce volume est plus ou moins important et peut varier de quelques mL jusqu'à 500 mL. Une valeur typique pour un masque complet est de 350 mL. Lors d'une expiration, l'air expiré, riche en CO₂, reste partiellement enfermé dans l'espace mort. Ce phénomène qui se répète à chaque respiration a pour conséquence une absorption d'un air enrichi en CO₂ accumulé dans l'espace mort et appauvri en O₂ [5]. Par exemple, il a été observé des concentrations de 3% de CO₂ à l'intérieur d'une pièce faciale filtrante (FFP) équivalente au FFP2 lors d'exercices modérés pouvant atteindre 8% lors d'exercices à intensité maximale (la proportion de CO₂ normalement présent dans l'air que l'on respire est d'environ 0,04%) [14]. Une augmentation de la concentration en CO₂ dans l'air inspiré peut entraîner une hypercapnie qui va stimuler la ventilation. Ainsi, Louhevarra, dans sa revue de la littérature, rapporte que la

Figure 2 : Évolution de la fréquence cardiaque au cours du temps chez un opérateur utilisant un appareil de protection respiratoire à adduction d'air en mode «à la demande» (à gauche) et en mode «débit continu» (à droite).



présence d'un espace mort tend à augmenter le débit ventilatoire [4]. Warkander et Lundgren ont rapporté, à travers l'analyse des résultats de 7 études, une augmentation de la ventilation de 57,8% par litre d'espace mort [27]. Lors d'efforts physiques intenses, la combinaison d'une production accrue de CO₂, et donc d'une accumulation plus importante dans l'espace mort, associé au frein respiratoire de l'APR (cf. «Résistance respiratoire»), peut occasionner une dyspnée difficilement supportable, voire intolérable, pour l'utilisateur de l'APR [12]. Johnson et al. ont ainsi rapporté qu'un espace mort de 350 mL diminuait la performance (durée limite avant épuisement) de 19% lors d'un exercice réalisé à 80-85% de la VO₂max [28]. Néanmoins, même si des études rapportent des réductions de la ventilation et des augmentations de la pression partielle artérielle du CO₂, ces effets sont de faibles amplitudes et ne semblent pas susceptibles d'avoir des effets indésirables graves chez la plupart des utilisateurs d'APR [14, 29]. Il

existe des exigences normatives limitant la teneur en CO₂ de l'air inhalé dans un masque lors d'essais standardisés (la valeur moyenne ne doit pas dépasser 1% en volume) [6, 8, 9].

Au-delà des effets sur le système cardiorespiratoire, l'hypercapnie peut également diminuer la capacité de réflexion, provoquer des arythmies cardiaques, augmenter le seuil de douleur, ou encore entraîner une irritabilité, des nausées, des atteintes de la vision (vision en tunnel, perturbation de la vision stéréoscopique qui permet la vision du relief et de la perception des mouvements [5, 29, 30, 31].

Par ailleurs, l'espace mort d'un APR crée un micro-environnement particulier qui peut impacter les échanges thermiques respiratoires et cutanés (convection, évaporation, radiation) [32]. Ainsi, la température et l'humidité de ce micro-environnement peuvent être source d'astreinte thermique locale et d'inconfort. Le visage est une région très thermosensible. Différentes études ont montré qu'une tempé-

rature autour de la bouche et des narines inférieure à 34 °C est acceptable pour la plupart des individus. Toutefois, dès que la température de la peau de cette région dépasse 34,5°C, la sensation d'inconfort thermique devient inacceptable pour la plupart des personnes [33]. Ces mêmes auteurs ont notamment observé une augmentation moyenne de la température de la peau sous le masque variant de 1,2 à 4,8 °C lors d'une activité modérée réalisée à une température ambiante moyenne de 20 °C. Par ailleurs, la transpiration produite à l'intérieur du masque peut s'accumuler et être source d'inconfort, interférer avec la respiration et également entraîner un collage de la valve d'expiration (comme d'ailleurs une température extérieure très froide). L'accumulation de transpiration peut favoriser des glissements du masque sur le visage et occasionner des fuites. Une température extérieure très froide peut occasionner un durcissement de la partie du masque en contact avec la peau et générer des problèmes d'étanchéité. Enfin, la température et l'humidité de l'air expiré peuvent, selon la température de l'environnement extérieur, créer de la buée à l'origine d'une gêne visuelle [5].

D'une manière générale, il est rapporté que les impacts liés à ce micro-environnement ne présentent pas d'effet sur l'évolution de la température corporelle lors d'activités physiques faibles à modérées et des effets mineurs lors d'activités physiques plus intenses [34]. Toutefois, concernant ce dernier aspect, Johnson avance au contraire que, lors d'une activité physique marquée et/ou lorsque le reste du corps est recouvert d'un équipement de protection individuelle (EPI) peu respirant, le port d'un APR peut contribuer à la survenue plus précoce d'une hyperthermie. Or, celle-

ci peut entraîner une dégradation de la coordination motrice, de la dextérité, des processus cognitifs, de l'orientation spatiale et ainsi dégrader la performance et mettre en péril la sécurité des porteurs d'APR en cas, par exemple, d'une impossibilité d'identifier une issue de secours en présence d'un danger immédiat [5].

Enfin, il a également été observé que le port d'un APR en environnement chaud s'accompagnait d'une augmentation significative des astreintes physiologiques (fréquence cardiaque, ventilation, consommation d'O₂, dépense énergétique, température corporelle) se rajoutant à celle occasionnée par l'élévation de la température environnementale seule (sans port d'APR) [24]. Il a toutefois été observé des différences notables de l'évolution de ces astreintes selon les modèles d'APR [24, 35]. Ainsi, si James et al. ont observé que la tolérance à la réalisation d'exercices d'intensité modérée ou élevée était réduite en environnement chaud lors du port d'un masque filtrant, cette réduction était plus prononcée lors de l'utilisation d'un masque filtrant complet par rapport à un demi-masque.

POIDS DE L'APR ET DES ÉQUIPEMENTS ASSOCIÉS

Dans certaines situations de travail, l'utilisation d'appareils de type isolant autonome à air comprimé nécessite le port de bouteilles d'air comprimé qui présentent un poids non négligeable (de 2 kg à 20 kg selon la capacité et le matériau de la bouteille). Ce poids additionnel s'accompagne d'efforts musculaires plus élevés et donc d'une augmentation de la fréquence cardiaque, de la ventilation et de la consommation d'O₂. Ainsi, Louhevaara et al. ont attribué pour partie au poids de l'APR (l'autre

partie étant attribuée à la résistance respiratoire de l'appareil) l'augmentation significative de la fréquence cardiaque et de la consommation d'O₂ observée lors d'une activité de marche sur tapis [4]. Par ailleurs, il a été très largement démontré que le port d'un poids additionnel s'accompagne d'une diminution significative de la capacité physique de travail [36, 37]. Enfin, le poids et le caractère contraignant d'autres EPI (par exemple, les combinaisons contre le feu) portés en même temps que des APR peuvent entraîner des efforts musculaires accrus qui s'accompagnent d'une augmentation des astreintes cardiorespiratoires.

RETENTISSEMENT PSYCHOLOGIQUE

Le port de l'APR, *a fortiori* de type masque complet, peut créer une sensation d'enfermement et être la cause d'anxiété chez certaines personnes comme notamment celles souffrant de claustrophobie. Ces effets psychologiques peuvent être induits par le masque en lui-même mais aussi par les conditions dans lesquelles il est utilisé (ex : risque d'exposition à une atmosphère dangereuse). Les symptômes anxieux rapportés par les volontaires sains semblent varier selon le type de masque porté. La réponse habituelle à la survenue d'un épisode anxieux aigu comme dans la claustrophobie est une libération de neurotransmetteurs (cathécholamines telles qu'adrénaline et noradrénaline) entraînant une augmentation de l'activité métabolique qui se manifeste notamment par une élévation de la fréquence cardiaque (tachycardie, palpitations), de la pression artérielle et de la fréquence respiratoire. Une sensation de chaleur est très souvent associée à ces événements. Celle-ci peut être due à une élévation

Appareil de protection respiratoire : évaluer la compatibilité avec l'état de santé du travailleur

effective de la température corporelle liée à l'augmentation de l'activité métabolique, à des phénomènes neurosensoriels (rougeur de la peau), à un effort respiratoire accru visant à surmonter la perception d'augmentation de la résistance respiratoire liée à l'APR ou à une augmentation de la transpiration dans l'espace mort provoquée par le stress qui pourrait augmenter la température effective du visage [34].

INCONFORT ET GÊNE

Indépendamment des différents effets évoqués ci-dessus, le port d'un APR peut également limiter/gêner les mouvements, augmenter l'encombrement de l'utilisateur (ex : appareil à air libre ou isolant autonome), être source de contraintes sur la peau (pression, frottement, occlusion, perturbation du microbiome cutané, présence d'irritants ou d'allergènes dans les matériaux du masque), entraîner une réduction du champ visuel, limiter voire empêcher la communication. S'ajoute l'inconfort global, lié notamment à l'impossibilité de s'hydrater, de s'alimenter, de se moucher, de se frotter les yeux, de se gratter le visage, ou encore par l'arrivée d'air plus ou moins froid sur le visage dans le cas d'un appareil à ventilation assistée ou à adduction d'air [6, 38].

ÉTAT DE SANTÉ ET TOLÉRANCE AU PORT D'UN APR

Si le port d'un APR induit des effets physiologiques, ceux-ci sont généralement bien tolérés au repos chez des personnes en bonne santé, de sorte que le retentissement clinique reste limité. Qu'en est-il des personnes présentant des patho-

logies (ex : cardiopulmonaires) ou un état de santé (grossesse) susceptibles d'altérer les capacités d'adaptation physiologique ?

Peu d'études ont été publiées sur la tolérance au port d'APR des personnes présentant un état de santé particulier. Les études identifiées présentent des limites (ex : faible effectif étudié, absence de groupe contrôle/randomisation, courte période d'observation excluant l'étude de potentiels effets différés ou liés au port prolongé) et utilisent des méthodologies différentes, ce qui complique l'interprétation de leurs résultats et leur comparaison.

PATHOLOGIES PULMONAIRES [14, 39 à 43]

Quelques équipes ont cherché à évaluer l'impact de pathologies respiratoires modérées (asthme, rhinite chronique, bronchopneumopathie chronique obstructive – BPCO – précoce, pathologie respiratoire interstitielle) sur l'adaptation au port d'APR (pièce faciale filtrante – FFP –, demi-masque ou masque complet à cartouche) lors d'une activité physique faible à modérée. Ces études convergent dans le sens d'une bonne tolérance mais celle-ci varie en fonction du type d'APR et de la pathologie. Par ailleurs, la toux en elle-même peut avoir un impact négatif sur le port d'un APR. Une seule quinte de toux est susceptible de briser le joint facial d'un masque bien ajusté, compromettant ainsi la protection respiratoire. Dans le cas d'une toux productive, le porteur du masque peut aussi avoir envie de retirer le masque pour expectorer.

PATHOLOGIES OBSTRUCTIVES [14, 44]

Les sujets ayant des résistances respiratoires de bases élevées peuvent être moins sensibles que des sujets normaux à l'adjonction de résistances externes, l'ajout de celles-

ci pouvant même améliorer leur dyspnée. Toutefois, cela peut aussi interférer avec leur capacité à compenser la ventilation. De plus, ces sujets auront tendance à développer plus vite une dyspnée à l'effort du fait d'une réserve ventilatoire diminuée.

D'autre part, l'augmentation de la résistance inspiratoire engendrée par le port d'un APR augmente le temps d'inspiration et diminue celui d'expiration si la fréquence respiratoire reste constante. Or la réduction du temps d'expiration peut être particulièrement impactante pour les personnes atteintes de BPCO ou d'asthme.

● BPCO [45 à 48]

Une récente revue de la littérature (portant sur 6 publications dont la qualité était jugée faible) conclue à un impact limité du port d'un masque FFP équivalent au FFP2 sur la fonction respiratoire des patients atteints de BPCO. La principale modification physiologique décrite dans les études est une augmentation de la fréquence respiratoire et, de façon inconstante, une désaturation ; mais les échanges gazeux et la capacité fonctionnelle (évaluée surtout avec le test de marche de 6 minutes) semblent globalement conservés, au moins pour une BPCO légère à modérée. L'étude de Kyung et al. identifie deux facteurs de risque d'échec au port d'une pièce faciale filtrante FFP2 chez des patients atteints de BPCO : une dyspnée initiale élevée (dyspnée apparaissant après 100 mètres ou quelques minutes de marche sur terrain plat) et un volume expiratoire maximum seconde (VEMS) < 30 % de la valeur prédite. Les auteurs préconisaient ainsi la prudence en présence de ces critères compte tenu des effets (faibles mais statistiquement significatifs) observés sur la saturation en O₂.

● Asthme [49 à 51]

Les études identifiées tendent à montrer une bonne tolérance au port d'un APR chez la plupart des asthmatiques étudiés. Une étude descriptive sud-coréenne (sans groupe contrôle) a étudié l'impact du port d'une FFP équivalente au FFP2 chez 84 asthmatiques sévères. Celui-ci ne modifiait pas la distance parcourue par les patients lors du test de marche de 6 minutes. Seule la saturation en O₂ était légèrement inférieure après le test (les chiffres restaient dans la normale), l'évaluation subjective de la dyspnée et la fréquence cardiaque restaient quant à elles inchangées. Toutefois, une attention particulière est de mise lorsque les crises sont déclenchées par l'exercice, l'air froid ou encore le stress, ces circonstances étant susceptibles de survenir lors du port d'un APR, ou si les crises sont déclenchées par un facteur non spécifique, donc difficilement prévisibles. De plus, la tolérance aux autres types d'APR ne semble pas avoir été étudiée chez les asthmatiques.

PATHOLOGIES RESTRICTIVES [49]

Lorsque la compliance pulmonaire est abaissée (pathologies restrictives), il peut être difficile d'accroître le volume courant. Les personnes atteintes de pathologies restrictives sont donc parfois dyspnéiques, de manière disproportionnée à l'atteinte révélée par les épreuves fonctionnelles. Leur tolérance au port d'un APR dépend de la diminution de leur capacité pulmonaire totale et de l'effort à fournir.

PNEUMOTHORAX [14, 49, 52]

Comme le port d'un APR augmente les variations de pressions intra pleurales, la question du risque de barotraumatisme et de pneumothorax peut se poser. Il

n'a pas été retrouvé d'étude illustrant ce risque dans la littérature. En fait, ce risque semble relatif. Des pressions buccales de l'ordre de 15 à 17 mbar ont été décrites (variables selon le type d'APR). En comparaison, les pressions maximales positives observées lors d'un violent effort de toux peuvent être de l'ordre de 196 mbar. Lors de l'inspiration normale, la pression pleurale négative est de -40 mbar et des sujets sains peuvent générer une pression pouvant aller jusqu'à -80 à -160 mbar. Bien qu'à l'effort le port d'un APR interfère avec les pressions pleurales, le risque de barotraumatisme semble faible comparativement aux efforts de la vie quotidienne. Toutefois, la prudence est de mise chez les personnes présentant des antécédents de pneumothorax ou des prédispositions à leur survenue, surtout lors du port d'un APR avec résistance élevée *a fortiori* à l'effort.

PATHOLOGIES CARDIOVASCULAIRES

[42, 53 à 55]

Pour les APR de poids léger, l'augmentation du travail respiratoire est faible voire non mesurable dans un certain nombre d'études et ne semble pas avoir de conséquence cardiovasculaire notable chez des sujets sains. En revanche, les personnes présentant une atteinte cardiovasculaire (cardiopathie ischémique, insuffisance cardiaque, hypertension) pourraient présenter une sensibilité particulière, *a fortiori* lorsque le port est prolongé.

Les APR dont le poids peut dépasser 15 kg entraînent une diminution de l'ordre de 20 % de la capacité maximale de travail qui s'accompagne simultanément d'un accroissement du travail cardiaque dans les mêmes proportions. Ce type d'APR semble donc particu-

lièrement susceptible d'interférer avec une atteinte cardiovasculaire préexistante.

D'autre part, le risque de décompensation aiguë d'une pathologie cardiovasculaire dans un milieu hostile est à envisager. Le risque est à évaluer en fonction de la pathologie (équilibre, traitement...) et des conditions du port d'APR (durée, fréquence, tâche réalisée...). L'analyse du milieu de travail permet aussi de savoir s'il existe un risque pour le porteur ou ses collègues en cas de malaise.

PATHOLOGIES PSYCHIATRIQUES [14]

La tolérance au port d'APR des personnes atteintes de pathologies psychiatriques est très peu documentée.

Certains troubles anxieux (ex: claustrophobie, attaque de panique...) ou pathologies psychiatriques peuvent interférer avec les perturbations induites par le port d'APR et possiblement limiter la tolérance du porteur. Par ailleurs, toute pathologie psychiatrique ou trouble grave du comportement impliquant une impossibilité de comprendre l'utilité du port d'un APR et les règles de bon usage sont susceptibles de limiter son usage.

PATHOLOGIES NEUROLOGIQUES [2, 56 à 58]

Les céphalées sont un symptôme fréquemment rapporté lors du port de masque avec plusieurs hypothèses mécanistiques avancées: par exemple compressions des tissus mous, hypercapnie/hypoxémie... Les antécédents de migraines ou céphalées pourraient théoriquement favoriser ces plaintes.

D'autre part, certaines pathologies neurologiques peuvent être exacerbées par la chaleur (sclérose en plaque), l'amputation du champ visuel (troubles de l'équilibre) ou

Appareil de protection respiratoire : évaluer la compatibilité avec l'état de santé du travailleur

par d'autres facteurs susceptibles d'être associés au port d'un APR. L'hyperventilation, par exemple, peut être un facteur favorisant le déclenchement de crises d'épilepsie. Comme une hyperventilation peut survenir lors du port d'APR, la prudence est requise pour les patients épileptiques, surtout si un exercice physique est réalisé en même temps.

Enfin, le risque de décompensation aiguë d'une pathologie neurologique dans un milieu hostile est à envisager. Il est à évaluer en fonction de la pathologie (équilibre, traitement...) et des conditions du port d'APR (durée, fréquence, tâche réalisée...). L'analyse du milieu de travail permet aussi d'anticiper un risque éventuel pour le porteur ou ses collègues en cas d'événement neurologique aigu comme une crise d'épilepsie.

PATHOLOGIES CUTANÉES [14, 51, 59]

Compte tenu des contraintes sur la peau du visage engendrées par le port d'APR (pression, friction, occlusion, perturbation du microbiome cutané...), celui-ci est susceptible de favoriser la récurrence ou l'aggravation d'atteintes cutanées pré-existantes (comme la rosacée, la dermatite atopique, la dermatite séborrhéique, l'acné). Dans un avis relatif aux masques utilisés lors de l'épidémie de COVID-19, le Haut Conseil de la Santé publique précisait que cette aggravation reste généralement modérée, mais qu'elle peut nécessiter un renforcement du traitement de ces dermatoses.

D'autre part, les allergies au masque (en rapport avec leur composition) sont possibles même si les cas bien documentés (en dehors du latex) restent rares dans la littérature.

PATHOLOGIES ENDOCRINIENNES

En théorie, les effets induits par le port d'un APR, notamment l'augmentation du travail cardiorespiratoire ou encore le stress, peuvent modifier le métabolisme de base et participer à un déséquilibre glycémique. Toutefois, il n'a pas été retrouvé d'étude s'intéressant à la tolérance au port d'un APR chez les diabétiques.

Le risque de décompensation aiguë d'une pathologie endocrinienne chronique, comme le diabète, dans un milieu hostile est à envisager. Il est à évaluer en fonction de la pathologie (équilibre, traitement...) et des conditions du port de l'APR (durée, fréquence, tâche réalisée...). L'analyse du milieu de travail permet aussi de savoir s'il existe un risque pour le porteur ou ses collègues en cas de malaise.

GROSSESSE [60 à 62]

La grossesse entraîne en elle-même des modifications physiologiques notamment cardiovasculaires (augmentation du débit cardiaque, du volume d'éjection systolique et de la fréquence cardiaque, diminution de la pression artérielle et des résistances périphériques, augmentation de la pression veineuse et du volume sanguin, modification de l'hémostase et de l'espace extracellulaire) et respiratoires (augmentation de la consommation d'O₂, augmentation de la ventilation minute liée à une augmentation du volume courant, diminution du volume résiduel et diminution parallèle de la capacité résiduelle fonctionnelle à l'origine d'hypocapnie et d'alcalose ventilatoire) [63]. Ces modifications interviennent généralement de façon croissante au cours de la grossesse et viennent s'ajouter à celles induites par le port de l'APR.

La tolérance au port d'un APR chez la femme enceinte est peu documentée. Les études identifiées s'intéressent uniquement à des FFP. Elles tendent à montrer une bonne tolérance de ces APR par la femme enceinte au repos ou même lors d'un exercice modéré mais sur une période courte [64, 65]. En 2020, une revue de la littérature (analysant 4 articles) ne met pas en évidence d'augmentation significative des fréquences cardiaque ou respiratoire, de diminution de la saturation en O₂ chez la femme enceinte (13^e à 35^e semaine de gestation), ou de modification de la fréquence cardiaque fœtale, lors du port d'une FFP équivalente au FFP2 au repos ou lors d'un exercice modéré, en comparaison à la femme non enceinte [66]. Quelques modifications des échanges gazeux ont été décrites (augmentation de la fraction expirée forcée de CO₂ et diminution de la fraction expirée forcée d'O₂) suggérant une augmentation du métabolisme aérobie sans modification physiologique notable observée pour la mère ou le fœtus [67]. D'après une autre étude, le port d'une pièce faciale filtrante équivalente au FFP2 peut modifier des paramètres physiologiques comme la fréquence cardiaque, la fréquence respiratoire et la saturation en O₂ chez la femme enceinte [65].

Toutefois, de nombreux aspects restent inexplorés. Les études identifiées ne portent pas sur le 1^{er} trimestre de la grossesse. Les modifications physiologiques engendrées par la grossesse étant moindres lors du 1^{er} trimestre, la tolérance au port d'APR devrait vraisemblablement être meilleure. D'autre part, la durée maximale testée dans ces études est d'une heure ce qui ne permet pas de conclure quant aux effets liés à une utilisation prolongée.

gée de l'APR ni aux effets différés. Une récente revue recommande la vigilance quant au port prolongé d'une FFP chez la femme enceinte en raison du risque potentiel sur l'enfant à naître engendré par une exposition prolongée à des niveaux élevés de CO₂ [68]. Ce raisonnement s'appuie sur des données expérimentales (effets sur le développement et la fertilité chez le rongeur). L'étude des grossesses compliquées ou multiples n'a pas non plus été faite, mais laisse présager une moins bonne tolérance. Enfin, seules les FFP ont été étudiées, la tolérance attendue pour des APR plus contraignants au niveau des résistances respiratoires et/ou de l'encombrement sera certainement moindre.

DIVERS

D'autres états de santé peuvent poser question quand il s'agit d'évaluer la compatibilité avec le port d'APR.

Sur le plan ophtalmologique, comme des effets peuvent être induits par le port d'APR (essentiellement sécheresse oculaire), une tolérance moindre est possible dans certaines conditions de travail (ex: travail prolongé sur écran) et/ou pour les personnes présentant une atteinte oculaire préexistante. Une étude portant sur une petite cohorte de patients atteints de glaucome primitif à angle ouvert (n = 13) n'a pas objectivé de modification de la pression intra oculaire lors du port d'une FFP au repos. En revanche, lors d'un effort physique (marche de 400 mètres), les personnes portant un tel APR ont montré une élévation faible mais statistiquement significative de la pression intra oculaire par rapport aux sujets ne portant pas de masque. Les auteurs évoquent le rôle de l'hypercapnie [69].

Sur le plan locomoteur, les appareils lourds et/ou encombrants, typiquement ceux autonomes, peuvent accentuer un déséquilibre, augmenter les contraintes posturales, voire être source de chute lorsque l'activité réalisée avec l'APR est contraignante physiquement [5]. Dès lors, toute atteinte de l'appareil locomoteur est susceptible de diminuer la tolérance du porteur. Une étude s'est intéressée à la tolérance au port de FFP de personnes atteintes de sarcopénie (n = 14) et réalisant une activité physique. Les résultats tendent à montrer une bonne tolérance (performance physique, lactates sanguins, fréquence cardiaque, sensation de fatigue) [70].

D'autres pathologies comme le syndrome d'hyperventilation (dyspnée et hyperventilation chronique à l'origine de multiples symptômes) peuvent *a priori* interférer avec les perturbations induites par le port d'APR et possiblement limiter la tolérance du porteur.

SUIVI DES TRAVAILLEURS PORTANT UN APR

CADRE JURIDIQUE

Lorsque le port d'un APR est nécessaire, des questions juridiques peuvent se poser quant au rôle du service de prévention et de santé au travail (SPST). Est-ce qu'une aptitude médicale est requise? Quel type de suivi mettre en place pour ces travailleurs? Qui assure le suivi? Avec quelle périodicité? Est-ce qu'une mention particulière doit figurer sur la fiche d'aptitude/attestation de suivi?

Le port d'un APR n'exige pas à lui seul une aptitude médicale. Les conclusions rendues par le médecin du travail sur le poste intègrent

l'ensemble des exigences qu'il implique. Le médecin du travail peut toutefois formuler des restrictions d'aptitude au port de l'APR en raison de l'état de santé du salarié et de l'impossibilité de trouver un EPI approprié à ses contraintes médicales, impliquant des aménagements de poste. En pratique, l'employeur doit informer le médecin du travail du poste occupé par les travailleurs qu'il suit et de l'ensemble des exigences impliquées par le poste. Le port d'EPI comme l'APR en fait partie. Le médecin du travail peut ainsi évaluer la compatibilité entre l'état de santé du travailleur et le poste de travail dans sa globalité. Aussi, il n'est pas utile d'indiquer une mention particulière explicitant l'aptitude au port de l'APR sur l'avis ou l'attestation de suivi.

En cas de modification du poste de travail (comme l'ajout d'un APR), l'employeur en informe le médecin du travail pour que celui-ci puisse réévaluer la situation.

Le port d'un APR ne conditionne pas non plus à lui seul le type de suivi duquel relève le travailleur. En effet, le port d'un APR ne figure pas dans la liste réglementaire des postes dits à risques particuliers imposant un suivi individuel renforcé (SIR). Il faut toutefois rappeler que l'employeur garde la possibilité d'élargir cette liste à d'autres situations de travail s'il l'estime nécessaire au regard de son évaluation des risques. Si le travailleur bénéficie d'un SIR (art. R. 4624-22 à R. 4624-28-3 du Code du travail), un avis médical d'aptitude au poste est émis par le médecin du travail (pour les visites intermédiaires, une attestation de suivi est remise par un professionnel de santé – L. 4624-1 du Code du travail). Si le travailleur ne relève pas d'un SIR mais d'une visite d'information et de prévention, l'attestation de suivi est remise par le médecin du travail

Appareil de protection respiratoire : évaluer la compatibilité avec l'état de santé du travailleur

ou, sous son autorité, par un professionnel de santé au travail (infirmier, interne, médecin collaborateur). De même, la périodicité des visites doit respecter la périodicité maximale imposée par la réglementation. Celle-ci est fonction du type de suivi mis en place compte tenu de l'ensemble des contraintes du poste. En respectant cette périodicité maximale, le médecin du travail peut adapter la périodicité des visites en rapprochant deux visites s'il le juge nécessaire au regard des risques ou exigences du poste et/ou de l'état de santé du travailleur. Enfin, pour mémoire, le médecin du travail peut déléguer certaines missions à l'infirmier en santé au travail, dans le cadre d'un protocole et sous sa responsabilité, comme les visites initiales ou périodiques lorsque la réglementation l'autorise [71]. Ainsi donc, l'infirmier en santé au travail peut participer au suivi des travailleurs portant un APR.

CONTENU DU SUIVI

[39, 43, 48, 72 à 83]

Classiquement, le médecin du travail détermine le contenu du suivi qu'il met en place (examens cliniques et complémentaires, périodicité du suivi...) en s'aidant des recommandations de bonne pratique en vigueur. Or le port d'un APR ne fait pas l'objet de recommandation spécifique en France et l'hétérogénéité des pratiques observées dans la littérature peut être source de confusion.

Quelques notions peuvent néanmoins guider le médecin du travail. Celui-ci doit disposer d'informations sur l'APR utilisé (type d'APR, durée et fréquence de port) et le contexte dans lequel l'utilisation est prévue (activité réalisée/charge physique, chaleur, humidité, milieu confiné ou non, travail isolé ou non, nature de l'aérocontaminant,

autres EPI requis...). À noter qu'il existe des recommandations spécifiques par exemple pour le suivi des travailleurs exposés au risque hyperbare [84].

La plupart des éléments utiles pour évaluer la capacité d'un travailleur à porter un APR peut être obtenue à partir de l'anamnèse, de l'examen clinique et de l'étude de poste (intérêt de la fiche de poste, voire du document unique d'évaluation des risques professionnels et de la fiche d'entreprise).

L'anamnèse et l'examen clinique doivent permettre de recueillir des précisions sur les antécédents du travailleur, notamment pulmonaires, cardiovasculaires, psychologiques, neurologiques, dermatologiques et allergiques, endocrinologiques, rhumatologiques, ophtalmologiques, ainsi que les éventuelles difficultés rencontrées précédemment lors du port d'un APR ou pour réaliser les tâches. La prise de médicaments susceptibles d'affecter, notamment, le système cardiovasculaire, pulmonaire ou neurologique est également à rechercher. En présence de pathologies ou d'antécédents, le risque de décompensation/d'accident est à évaluer (stade de la pathologie et équilibre) ainsi que la capacité à se mettre en sécurité (travail isolé, dangerosité de l'aérocontaminant...). Pour ce faire, le médecin du travail peut s'appuyer sur l'avis du médecin de soins/spécialiste (avec l'accord du salarié). Des conduites à tenir en cas d'urgence doivent être prévues.

Au-delà du recueil des antécédents, le ressenti du travailleur lorsqu'il porte l'APR est important à prendre en compte. Une gêne peut, par exemple, entraîner des manipulations intempestives du masque, voire son retrait, et diminuer son niveau de protection avec un risque de contamination.

Dans certains pays comme les États-Unis, un questionnaire médical (auto administré) est utilisé pour repérer les situations qui pourraient conduire à des restrictions au port de l'APR. Ces questionnaires n'ont pas de caractère obligatoire en France, mais peuvent servir de base de réflexion pour organiser le suivi en s'assurant du respect du secret médical. Il s'agit par exemple du questionnaire de l'*Occupational Safety and Health Administration* (OSHA – Organisation étasunienne pour la santé et la sécurité au travail) (<https://www.hhs.gov/about/agencies/asa/foh/chs/online-medical-evaluation-for-respirator-use/index.html>) ou de celui de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST) du Québec en français (<https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PuBIRSST/RG-1123-fr.pdf>).

Une synthèse des principaux éléments utiles au suivi des travailleurs amenés à porter un APR est proposée en **annexe p. 34**.

À ce jour, aucun examen complémentaire ne semble avoir montré son utilité pour prédire de façon fiable (c'est-à-dire suffisamment sensible et spécifique) la tolérance *a priori* au port d'APR. La prescription d'examen complémentaires repose sur le jugement clinique du médecin du travail qui évalue au cas par cas sa pertinence en fonction de l'état de santé du travailleur, de la tâche à réaliser et des EPI, et du type d'exposition. La spirométrie (courbe débit-volume) – réalisée par un professionnel formé et respectant les recommandations – permet le dépistage précoce de troubles respiratoires obstructifs (par exemple chez une personne pour laquelle l'anamnèse a mis en évidence des facteurs de risque comme une pathologie respiratoire). Cet examen non invasif peut être utile à la décision

chez un travailleur présentant un trouble respiratoire obstructif, comme la BPCO ou l'asthme, pour évaluer la sévérité du trouble obstructif. La spirométrie permet aussi de suspecter un trouble restrictif. Elle peut, par exemple, aider la recherche d'emphysème lorsqu'un APR à pression positive est utilisé. Pour illustration, aux États-Unis, l'utilisation de la spirométrie est recommandée pour le suivi des travailleurs amenés à porter un APR dans le cadre d'une exposition au benzène ou au formaldéhyde dans certaines conditions. Pour évaluer l'astreinte physique des tâches réalisées avec un APR, voire d'autres EPI (ex : scaphandre), plusieurs examens complémentaires peuvent être utilisés comme la cardiofréquencemétrie couplée à l'étude de poste ou encore l'évaluation des pertes hydriques. La réalisation d'une épreuve d'effort peut s'avérer utile pour évaluer la capacité physique en présence de facteurs de risque/antécédents cardiovasculaires et/ou lors d'une activité intense *a fortiori* lorsqu'il s'agit d'un APR isolant. Kyung et al. [48] discutent l'intérêt du test de marche de 6 minutes avec port de FFP chez les patients atteints de BPCO sévère pour évaluer leur tolérance. Une évaluation psychologique peut être utile lorsque l'anamnèse met en évidence des antécédents susceptibles de limiter la tolérance du porteur. Des questionnaires permettent par exemple d'estimer le risque de décompensation anxieuse (sans spécificité par rapport au port d'un APR). En pratique, la prescription d'examen complémentaires prend toujours en compte la balance bénéfique/risque de chaque examen au regard de l'état de santé du travailleur et de ses expositions actuelles et passées, la prescription se fait idéalement en

concertation avec les médecins de soin (avec l'accord du salarié).

Il est important de surveiller régulièrement la tolérance du porteur et de réévaluer la situation dès que celui-ci rapporte une difficulté lors du port de l'APR ou que l'activité à réaliser change substantiellement (modification de la tâche ou des EPI...). Pour ce faire, le salarié doit connaître la possibilité d'obtenir à sa demande une visite avec le médecin du travail. La périodicité des visites peut être plus espacée pour les travailleurs jeunes, sans antécédent notable, lorsque l'activité reste modérée lors du port d'une FFP, par rapport aux travailleurs âgés, à ceux présentant des antécédents, des facteurs de risque cardiovasculaires, lors d'une activité physique intense et/ou lors du port d'un APR isolant. L'infirmier en santé au travail peut contribuer au suivi (ex : repérage de situation pouvant nécessiter un aménagement de poste) dans le cadre d'un protocole adapté et sous la responsabilité du médecin du travail. La trame proposée dans l'annexe peut aider à l'articulation du travail entre le médecin du travail et l'infirmier en santé au travail. Le recueil d'informations qu'il réalisera lors de sa visite devra alors permettre de repérer les situations nécessitant l'expertise du médecin du travail.

Le suivi permet aussi d'informer les travailleurs sur les mesures de prévention à respecter et de rappeler les règles de bon usage de l'APR (ex : pour diminuer l'inconfort cutané, s'assurer d'une bonne hydratation de la peau en dehors du port de l'APR, d'un ajustement correct pour éviter les points de compression inappropriés, du respect de pauses régulières pour soulager, notamment, les pressions sur la peau). Les effets physiologiques induits par l'APR seront également abordés ainsi que les situations qui doivent

conduire à reconsulter (intolérance, dyspnée, céphalées, vertiges, sensation de malaise, asthénie...) (**encadrés 1 et 2 pages suivantes**) et la conduite à tenir en cas d'urgence/d'accidents.

Concernant le cas des travailleuses enceintes, il est indispensable de les orienter au plus tôt vers le médecin du travail pour qu'il puisse juger de la compatibilité entre leur état de santé et le poste de travail au regard de l'ensemble des contraintes liées à l'activité (port de l'APR mais aussi nature de l'aérocontaminant, charge physique et mentale, rythme de travail...). Il pourra le cas échéant préconiser des aménagements du poste de travail ou éventuellement un changement de poste temporaire. La réflexion est à mener alors de façon pluridisciplinaire avec le médecin gynécologue/obstétricien/sage femme. Pour anticiper ces situations, il est nécessaire d'informer les femmes en âge de procréer et occupant des postes nécessitant l'utilisation d'APR, de l'intérêt de consulter le médecin du travail en cas de projet de grossesse.

CONCLUSION

Les APR sont indispensables dans de nombreuses situations de travail où l'environnement est contaminé et les mesures de prévention organisationnelles et collectives sont insuffisantes (ex : chantier de désamiantage).

Toutefois, ils induisent des perturbations physiologiques et psychologiques chez le porteur qu'il faut prendre en compte pour permettre leur utilisation optimale et la préservation de la santé et de la sécurité du porteur. Ces perturbations augmentent schématiquement avec le niveau de protection de l'APR et son encombrement ; et elles sont

Appareil de protection respiratoire : évaluer la compatibilité avec l'état de santé du travailleur

↓ Encadré 1

➤ APPAREIL DE PROTECTION RESPIRATOIRE ADAPTÉ ET CORRECTEMENT PORTÉ

Afin de préserver la santé et la sécurité des salariés, l'employeur doit mettre à leur disposition des équipements de protection individuelle (EPI) appropriés et s'assurer que ceux-ci sont convenablement utilisés (art. R. 4321-1 et R. 4321-4 du Code du travail).

Certaines caractéristiques physiques du porteur (ex : port de correction visuelle, cicatrices ou déformations faciales, poils faciaux) imposent une adaptation de l'appareil de protection respiratoire (APR) pour trouver le modèle qui garantit à la fois le meilleur ajustement au visage et la meilleure tolérance [85]. Le choix de l'APR se fait en concertation avec le porteur. La norme NF EN 529 « Appareil de protection respiratoire - Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance » [86] précise la conduite à tenir dans certains cas.

● **Lunettes :** « L'utilisation de lunettes de vue standard interfère sur la protection offerte par de nombreux types d'appareils, notamment les masques complets. Lorsque des lunettes de vue sont nécessaires, il convient qu'elles soient compatibles avec le masque complet. Il existe des types de lunettes qui s'insèrent complètement à l'intérieur du masque sans rompre l'étanchéité faciale. Dans l'alternative, il est possible d'opter pour un appareil de protection respiratoire permettant d'utiliser des lunettes de vue standard, par exemple certains appareils à adduction d'air comprimé ou appareils filtrants autonomes avec cagoule ou casque. Il est recommandé de consulter le fabricant des appareils de protection respiratoire concernant cet aspect. »

● **Lentilles de contact :** « L'utilisation de lentilles de contact avec des appareils de protection respiratoire peut poser des problèmes dans certains cas. Lesdits problèmes peuvent inclure

un dessèchement excessif des yeux dû au débit d'air de l'appareil ou un déplacement des lentilles en cours d'utilisation de l'appareil. Dans les deux cas, le porteur peut être tenté de retirer l'appareil pour remédier au problème, s'exposant ainsi au contaminant. Il convient par conséquent d'évaluer si le porteur peut se déplacer facilement vers une zone non polluée et retirer l'appareil pour prendre soin de ses lentilles. Lorsque cette opération ne peut être effectuée rapidement et sans dissémination de la pollution, il peut se révéler nécessaire de dissuader les utilisateurs de recourir aux lentilles de contact. Dans les zones à risques élevés telles que les zones appauvries en oxygène, les espaces clos ou les zones présentant un danger immédiat pour la vie ou la santé, il est peu probable que les lentilles de contact puissent être utilisées en toute sécurité, et il convient de prévoir le port de lunettes appropriées (voir paragraphe précédent). »

● **Déficit sensoriel :** « En cas de pertes de vision ou auditive, la sélection des appareils doit comprendre une évaluation concernant les moyens d'en réduire l'impact sur la communication. Lorsque cette réduction est possible, la communication peut être améliorée par l'utilisation de microphones, casques d'écoute et radios appropriés. »

● **Caractéristiques faciales telles que cicatrices ou poils faciaux :** « Les caractéristiques faciales telles que cicatrices ou poils faciaux non rasés peuvent affecter de façon non négligeable la protection qu'offrent certains appareils. Ceci est notamment le cas avec des appareils tels que des demi masques et des masques complets qui reposent sur une étanchéité faciale parfaite pour assurer une protection. Il convient de ne pas sélectionner ces

dispositifs en cas de présence de poils non rasés ou de caractéristique faciale irrégulière dans la zone du joint facial. Dans ce type de cas, sous réserve de l'évaluation de l'adéquation (voir paragraphe consacré), les appareils avec joint [au niveau du cou, NDLR] ou autre seront plus adaptés, par exemple certains appareils filtrants à air comprimé ou à assistance motorisée avec cagoule ou combinaison. Dans ce contexte, "non rasé" fait référence à des poils qui n'ont pas été rasés dans les 8 heures précédant la prise de poste. Les études montrent en effet que même une pousse de moins de 1 jour peut spectaculairement diminuer l'étanchéité faciale. Les appareils qui reposent sur une étanchéité faciale parfaite ne fournissent pas la protection prévue à moins qu'ils n'épousent les contours du visage correctement et en toute sécurité. Lorsqu'il est prévu d'utiliser ce type d'appareil, il y a lieu de procéder alors à une évaluation permettant de vérifier que l'appareil prévu est parfaitement adapté à la personne concernée. Les méthodes existantes de vérification et d'essai d'ajustage sont décrites à l'Annexe E (de la norme). [L'essai d'ajustement ou fit test permet de s'assurer que le modèle choisi est adapté au porteur, NDLR]. S'il est impossible de déterminer l'adéquation de l'ajustage, les appareils ne dépendant pas de l'étanchéité du joint facial tels que cagoules, casques et combinaisons peuvent devoir être considérés. »

Pour une utilisation adéquate de l'APR, l'employeur doit informer le salarié de la nature des risques présents dans l'atmosphère de travail, du fonctionnement, de l'utilisation et de l'entretien de l'APR utilisé. Une formation théorique et pratique doit être suivie et renouvelée périodiquement.

↓ Encadré 2

➤ DURÉE DE PORT DE L'APPAREIL DE PROTECTION RESPIRATOIRE

Quel que soit le type d'équipements de protection individuelle (EPI), l'employeur détermine les conditions de mise à disposition et d'utilisation (notamment la durée de port) après consultation des représentants du personnel. Cependant, dans certaines situations de travail, des textes imposent à l'employeur le recours à des EPI déterminés, comme pour les opérations comportant un risque d'exposition à l'amiante [87]. Dans tous les cas, la réflexion relative au choix des EPI associe les travailleurs concernés et tient compte des contraintes de la situation de travail (ex : manutention, température). Le service de prévention et de santé au travail peut conseiller utilement l'employeur dans cette étape de choix [3].

Les dispositions du Code du travail, applicables à toutes les situations de travail (notamment l'article L. 3121-16), prévoient un temps de pause d'une durée minimale de vingt minutes consécutives dès que le temps de travail quotidien atteint six heures. Il existe des dispositions complémentaires pour les opérations exposant à l'amiante (art. R. 4412-118 et 119), aux agents chimiques dangereux (art. R. 4412-36) et aux agents cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques (art. R. 4412-75).

Concernant le port d'appareil de protection respiratoire (APR), les effets physiologiques et la gêne augmentent classiquement avec la durée de port (cf. *Effets physiologiques et psychologiques en lien avec le port d'APR* p. 18). Cette gêne ou sensation d'inconfort due à la chaleur, l'humidité et la condensation au sein du masque, à la diminution

du champ de vision ou au poids de l'équipement augmente le risque de manipulation du masque et l'apparition de fuites au visage [88]. Il convient donc de limiter la durée de port le plus possible pour permettre une récupération du porteur et garantir une protection efficace.

À l'exception du cas particulier de l'amiante, il n'existe pas de texte réglementaire précisant la durée maximale de port d'un APR ou la durée nécessaire à la récupération. La norme NF EN 529 précise : « *Il est recommandé de sélectionner les appareils de sorte qu'ils soient confortables et qu'ils offrent une protection compatible avec la durée de port prévue. En règle générale, le confort des appareils non assistés diminue lorsque leur niveau de protection augmente, pouvant de ce fait réduire le temps d'utilisation confortable à une durée inférieure à un poste complet. Dans ce cas, pour allonger la durée du port, maintenir la protection et un bon niveau de confort, ou si la durée de la tâche est trop longue ou la charge de travail trop élevée, il convient également d'envisager l'utilisation d'appareils filtrants et d'appareils de protection respiratoire à assistance motorisée. Il est recommandé d'utiliser tous les appareils de protection respiratoire, quel que soit leur type, dans leurs conditions de fonctionnement, et de tenir compte des conditions environnementales ambiantes qui affectent le confort et la durée de port.* » [86].

Afin de tenir compte de ces différents éléments, la durée de port maximale recommandée pour les APR à ventilation

libre, les pièces faciales filtrantes (FFP), les demi masques ou masques complets équipés de filtres anti-aérosol et/ou anti-gaz, est d'une heure [1]. De manière générale, lorsque la durée journalière de port d'un APR dépasse une heure, l'utilisation d'appareils filtrants à ventilation assistée est préférable, apportant plus de confort à l'utilisateur et un niveau de protection plus élevé. Pour ces appareils, comme ceux isolants à adduction d'air, la durée maximale de port conseillée pour l'amiante peut être adoptée, soit deux heures trente d'affilée. Les temps de pause conseillés sont de quinze à trente minutes. Cependant en cas de rythme de travail élevé ou de température ambiante élevée, ces durées de port seront réduites et les temps de récupération rallongés. Pour conclure, la durée de port de l'APR doit prendre en compte à la fois les consignes d'utilisation du fabricant (eu égard aux performances techniques de l'APR) et la tolérance du porteur. Dans le cas d'un APR à cartouches, le logiciel INRS « Premedia » (<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil41>) peut aider à l'estimation de la durée d'utilisation de la cartouche. Dans tous les cas, la durée de port de l'APR doit être limitée le plus possible et doit toujours être inférieure à 8 heures sur une seule journée. Au-delà du respect du cadre juridique, les différents facteurs développés dans le présent article doivent être pris en compte (effets physiologiques et psychologiques induits par l'APR, activité réalisée avec l'APR, état de santé et tolérance du porteur).

largement influencées par les conditions dans lesquelles il est utilisé (tâche réalisée, température, autre EPI porté...). Certains états de santé (notamment les pathologies cardio-respiratoires, psychiatriques ou en-

core la grossesse) peuvent majorer le retentissement clinique et nécessiter des aménagements de poste. Mais dans la plupart des cas, l'APR est bien toléré, surtout si la durée de port est limitée. La compatibilité est

appréciée par le médecin du travail qui – en l'absence de recommandation française spécifique – se base sur son jugement clinique établi au cas par cas à partir, avant tout, de l'étude de poste, de l'anamnèse

Appareil de protection respiratoire : évaluer la compatibilité avec l'état de santé du travailleur

et de l'examen clinique. Le ressenti du porteur doit faire l'objet d'une attention particulière pour garantir la tolérance de l'APR et *in fine* son efficacité. Le choix du modèle doit impliquer les porteurs et s'orienter vers le plus confortable et adapté à la situation de travail. L'information et la formation des porteurs sur les enjeux et bonnes pratiques vis-à-vis du port de l'APR sont essentielles.

De nombreux travaux de recherche restent à mener pour mieux comprendre les effets liés au port d'un APR et leur influence sur la tolérance du porteur. Il s'agirait, notamment, d'approfondir les effets d'un port prolongé ou encore la tolérance des personnes présentant un état de santé particulier (ex: cardio-respiratoire).

POINTS À RETENIR

- Les appareils de protection respiratoire (APR) sont indispensables dans de nombreuses situations de travail où l'environnement est contaminé et les mesures de prévention organisationnelles et collectives insuffisantes.
- Le port d'un APR entraîne des perturbations physiologiques et psychologiques chez le porteur qui sont généralement bien tolérées quand la durée de port est limitée.
- Certains états de santé (notamment la grossesse, les antécédents cardiorespiratoires et certains troubles psychiatriques) peuvent limiter la tolérance d'un APR et doivent inciter à la vigilance *a fortiori* lorsqu'un port prolongé est envisagé.
- La tolérance au port d'APR s'évalue au cas par cas.
- Lors du processus de sélection d'un APR, il est indispensable de s'assurer que le modèle choisi est adapté à son porteur en réalisant un essai d'ajustement (fit test).
- Le médecin du travail évalue la compatibilité entre l'état de santé du travailleur (âge, antécédents...) et le poste de travail dans sa globalité (APR mais aussi autres équipements de protection individuelle – EPI, efforts réalisés, ambiance thermique...).
- En l'absence de recommandation spécifique, l'avis du médecin du travail est établi au cas par cas avant tout à partir de l'anamnèse et de l'examen clinique, il reste attentif au ressenti du porteur.
- L'infirmier en santé au travail peut contribuer au suivi des travailleurs portant un APR dans le cadre d'un protocole adapté et sous la responsabilité du médecin du travail.
- La durée de port doit être limitée le plus possible.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | **GUIMON M** - Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation (révisée en avril 2020). 5^e édition. Édition INRS ED 6106. Paris: INRS; 2020: 64 p.
- 2 | **AUBLET-CUVELIER A, CLAUDON L** - Masques chirurgicaux, demi-masques filtrants: effets physiologiques et leurs conséquences. Mise au point TP 42. *Réf Santé Trav.* 2020; 163: 89-94.
- 3 | **GUIMON M, CHAZELET S** - Le programme de protection respiratoire. Fiche pratique de sécurité ED 156. Paris: INRS; 2024: 6 p.
- 4 | **LOUHEVAARA VA** - Physiological effects associated with the use of respiratory protective devices. A review. *Scand J Work Environ Health.* 1984; 10 (5): 275-81.
- 5 | **JOHNSON AT** - Respirator masks protect health but impact performance: a review. *J Biol Eng.* 2016; 10: 4.
- 6 | Appareils de protection respiratoire. Masques complets. Exigences, essais, marquage. Norme française homologuée NF EN 136. Mars 1998. Paris-La Défense: AFNOR; 1998: 43 p.
- 7 | Appareils de protection respiratoire. Demi-masques et quarts de masques. Exigences, essais, marquage. Norme française homologuée NF EN 140. Décembre 1998. Paris-La Défense: AFNOR; 1998: 31 p.
- 8 | Appareils de protection respiratoire. Demi-masques filtrants contre les particules. Exigences, essais, marquage. Norme française homologuée NF EN 149+A1. Septembre 2009. La Plaine Saint-Denis: AFNOR; 2009, 36 p.
- 9 | Appareils de protection respiratoire. Appareils filtrants à ventilation assistée avec interface respiratoire à ajustement lâche. Exigences, essais, marquage. Norme française homologuée NF EN 12941. Décembre 2023. La Plaine Saint-Denis: AFNOR; 2023: 43 p.
- 10 | Appareils de protection respiratoire. Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé avec soupape à la demande. Partie 1: Appareil avec masque complet. Exigences, essais et marquage. Norme française homologuée NF EN 14593-1. Mai 2018. La Plaine Saint-Denis: AFNOR; 2018: 41 p.
- 11 | Appareils de protection respiratoire. Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé à débit continu. Exigences, essais et marquage. Norme française homologuée NF EN 14594. Mai 2018. La Plaine Saint-Denis: AFNOR; 2018: 53 p.
- 12 | Appareils de protection respiratoire. Facteurs humains. Partie 3: Réponses physiologiques et limitations en oxygène et en dioxyde de carbone dans l'environnement respiratoire. Norme NF ISO 16976-3. Janvier 2023. La Plaine Saint-Denis: AFNOR; 2023, 32 p.
- 13 | **RAVEN PB, DODSON AT, DAVIS TO** - The physiological consequences of wearing industrial respirators: a review. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1979; 40 (6): 517-34.
- 14 | **HARBER P, BECKETT WS** - Health effects of filtering facepiece respirators: Systematic review of pulmonary and cardiovascular effects. *Am J Ind Med.* 2023; 66 (3): 181-98.
- 15 | **ROBERGE RJ, KIM JH, POWELL JB, SHAFFER RE ET AL.** - Impact of low filter resistances on subjective and physiological responses to filtering facepiece respirators. *PLoS One.* 2013; 8 (12): e84901.
- 16 | **JOHNSON AT, SCOTT WH, LAUSTED CG, BENJAMIN MB ET AL.** - Effect of respirator inspiratory resistance level on constant load treadmill work performance. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1999; 60 (4): 474-79.
- 17 | **CARETTI DM, WHITLEY JA** - Exercise performance during inspiratory resistance breathing under exhaustive constant load work. *Ergonomics.* 1998; 41 (4): 501-11.
- 18 | **CARETTI DM, SCOTT WH, JOHNSON AT, COYNE KM ET AL.** - Work performance when breathing through different respirator exhalation resistances. *AIHAJ.* 2001; 62 (4): 411-15.
- 19 | **CARETTI DM, COYNE K, JOHNSON A, SCOTT W ET AL.** - Performance when breathing through different respirator inhalation and exhalation resistances during hard work. *J Occup Environ Hyg.* 2006; 3 (4): 214-24.
- 20 | **HERMANSEN L, VOKAC Z, LEREIM P** - Respiratory and circulatory response to added air flow resistance during exercise. *Ergonomics.* 1972; 15 (1): 15-24.
- 21 | **LOVE RG, MUIR DC, SWEETLAND KF, BENTLEY RA ET AL.** - Acceptable levels for the breathing resistance of respiratory apparatus: results for men over the age of 45. *Br J Ind Med.* 1977; 34 (2): 126-29.
- 22 | **WHITE MK, HODOUS TK, HUDNALL JB** - Physiological and subjective responses to working in disposable protective coveralls and respirators commonly used by the asbestos abatement industry. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1989; 50 (6): 313-19.
- 23 | **JOHNSON AT, SCOTT WH, CARETTI DM** - Do respirators stress the cardiovascular system? *J Int Soc Respir Prot.* 2003; 20: 26-36.
- 24 | **JAMES R, DUKES-DOBOS F, SMITH R** - Effects of respirators under heat/work conditions. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1984; 45 (6): 399-404.
- 25 | **JONES JG** - The physiological cost of wearing a disposable respirator. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1991; 52 (6): 219-25.
- 26 | **KHODARAHMI B, DEGHAN H, MOTAMEDZADEH M, ZEINODINI M ET AL.** - Effect of respirator protection equipments wear on heart rate in different workload. *Int J Environ Health Eng.* 2013; 2 (1): 1-4.
- 27 | **WARKANDER DE, LUNDGREN CE** - Dead space in the breathing apparatus; interaction with ventilation. *Ergonomics.* 1995; 38 (9): 1745-58.
- 28 | **JOHNSON AT, SCOTT WH, LAUSTED CG, COYNE KM ET AL.** - Effect of external dead volume on performance while wearing a respirator. *AIHAJ.* 2000; 61 (5): 678-84.
- 29 | **VERCRUYSEN M, KAMON E, HANCOCK PA** - Effects of carbon dioxide inhalation on psychomotor and mental performance during exercise and recovery. *Int J Occup Saf Ergon.* 2007; 13 (1): 15-27.
- 30 | Appareils de protection respiratoire. Facteurs humains. Partie 6: Effets psychophysiques. Norme internationale NF ISO 16976-6.

Appareil de protection respiratoire : évaluer la compatibilité avec l'état de santé du travailleur

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- Avril 2023. La Plaine Saint-Denis : AFNOR; 2023 : 24 p.
- 31 | SUN M, SUN C, YANG Y - Effect of low-concentration CO₂ on stereoacuity and energy expenditure. *Aviat Space Environ Med.* 1996; 67 (1) : 34-39.
- 32 | Appareils de protection respiratoire. Facteurs humains. Partie 5 : Effets thermiques. Norme internationale NF ISO 16976-5. Mars 2023. La Plaine Saint-Denis : AFNOR; 2023 : 17 p.
- 33 | 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.
- 34 | ROBERGE RJ, KIM JH, COCA A - Protective facemask impact on human thermoregulation: an overview. *Ann Occup Hyg.* 2012; 56 (1) : 102-12.
- 35 | RAMADAN MZ - Effects of protective respiratory devices and physical workloads in harsh weather conditions on individuals' physiological measures and exertion ratings. *Work.* 2012; 42 (3) : 435-45.
- 36 | Appareils de protection respiratoire. Facteurs humains. Partie 8 : Facteurs ergonomiques. Norme internationale NF ISO 16976-8. Avril 2023. La Plaine Saint-Denis : AFNOR; 2023 : 19 p.
- 37 | RAVEN PB, DAVIS TO, SHAFER CL, LINNEBUR AC - Maximal stress test performance while wearing a self-contained breathing apparatus. *J Occup Med.* 1977; 19 (12) : 802-06.
- 38 | Appareils de protection respiratoire. Facteurs humains. Partie 7 : Discours et audition. Norme internationale NF ISO 16976-7. Mai 2023. La Plaine Saint-Denis : AFNOR; 2023 : 17 p.
- 39 | HARBER P, SANTIAGO S, BANSAL S, LIU Y ET AL. - Respirator physiologic impact in persons with mild respiratory disease. *J Occup Environ Med.* 2010; 52 (2) : 155-62.
- 40 | BANSAL S, HARBER P, YUN D, LIU D ET AL. - Respirator physiological effects under simulated work conditions. *J Occup Environ Hyg.* 2009; 6 (4) : 221-27.
- 41 | JUST IA, SCHOENRATH F, PASSINGER P, STEIN J ET AL. - Validity of the 6-Minute Walk Test in Patients with End-Stage Lung Diseases Wearing an Oronasal Surgical Mask in Times of the COVID-19 Pandemic. *Respiration.* 2021; 100 (7) : 594-99.
- 42 | Masques dits « antipollution » : des données insuffisantes pour attester d'un bénéfice sanitaire et recommander leur utilisation. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. Anses, 2018 (<https://www.anses.fr/fr/content/masques-dits-antipollution-des-donnees-insuffisantes-pour-attester-dun-benefice-sanitaire-et>).
- 43 | SYAMLAL G, DONEY B, BANG KM, GRESKEVITCH M ET AL. - Medical fitness evaluation for respirator users: results of a national survey of private sector employers. *J Occup Environ Med.* 2007; 49 (6) : 691-99.
- 44 | GOTTFRIED SB, ALTOSE MD, KELSEN SG, FOGARTY CM ET AL. - The perception of changes in airflow resistance in normal subjects and patients with chronic airways obstruction. *Chest.* 1978; 73 (2 Suppl) : 286-88.
- 45 | CHEN X, ZHANG C, IBRAHIM S, TAO S ET AL. - The impact of facemask on patients with COPD: A systematic review and meta-analysis. *Front Public Health.* 2022; 10 : 1027521.
- 46 | HIRAI K, TANAKA A, SATO H, SATO Y ET AL. - Effect of surgical mask on exercise capacity in COPD: a randomised crossover trial. *Eur Respir J.* 2021; 58 (4) : 2102041.
- 47 | KIM SH, HEO R, LEE SK, LEE SW ET AL. - The Impact of Wearing a Mask on Oxygenation and Hemodynamics in Patients with Mild to Moderate Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Ann Am Thorac Soc.* 2023; 20 (3) : 482-85.
- 48 | KYUNG SY, KIM Y, HWANG H, PARK JW ET AL. - Risks of N95 Face Mask Use in Subjects With COPD. *Respir Care.* 2020; 65 (5) : 658-64
- 49 | HODOUS TK, BOYLES C, HANKINSON J - Effects of industrial respirator wear during exercise in subjects with restrictive lung disease. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1986; 47 (3) : 176-80.
- 50 | SOHN KH, LEE MN, SIM DW, KIM S ET AL. - Impact of Wearing Face Masks on Patients with Severe Asthma During the COVID-19 Pandemic. *J Asthma Allergy.* 2022; 15 : 1065-68.
- 51 | Guidance for Physicians On Assessment of Medical Fitness to Use Respirators in Conditions of High Air Quality Health Index. Hong Kong : Hong Kong Medical Association, Labour Department, Department of Health, Environmental Protection Department; 2020 : 13 p.
- 52 | WILSON SH, COOKE NT, EDWARDS RH, SPIRO SG - Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax.* 1984; 39 (7) : 535-38.
- 53 | LANGRISH JP, LI X, WANG S, LEE MM ET AL. - Reducing personal exposure to particulate air pollution improves cardiovascular health in patients with coronary heart disease. *Environ Health Perspect.* 2012; 120 (3) : 367-72.
- 54 | FISCHER P, BLUMENAUER D, EGGER F, FIKENZER S ET AL. - Effects of Medical Face Masks on Physical Performance in Patients With Coronary Artery Disease or Hypertension. *Am J Cardiol.* 2022; 173 : 1-7.
- 55 | KOGEL A, HEPP P, STEGMANN T, TÜNNEMANN-TARR A ET AL. - Effects of surgical and FFP2 masks on cardiopulmonary exercise capacity in patients with heart failure. *PLoS One.* 2022; 17 (8) : e0269470.
- 56 | ONG JJY, CHAN ACY, BHARATENDU C, TEOH HL ET AL. - Headache Related to PPE Use during the COVID-19 Pandemic. *Curr Pain Headache Rep.* 2021; 25 (8) : 53.
- 57 | ASADI-POOYA AA, CROSS JH - Is wearing a face mask safe for people with epilepsy? *Acta Neurol Scand.* 2020; 142 (4) : 314-16.
- 58 | SONG P, CAO D, LI S, WANG R ET AL. - Effects of hyperventilation with face mask on brain network in patients with epilepsy. *Epilepsy Res.* 2021; 176 : 106741.
- 59 | Masques dans le cadre de la lutte contre la propagation du virus SARS-CoV-2. Avis du 29 octobre 2020. Haut conseil de la santé Publique (HCSP), 2020 (<https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=944>).
- 60 | ROBERGE RJ - Physiological burden associated with the use of filtering facepiece respirators

- (N95 masks) during pregnancy. *J Womens Health (Larchmt)*. 2009; 18 (6): 819-26.
- 61 | ROBERGE RJ, KIM JH, POWELL JB** - N95 respirator use during advanced pregnancy. *Am J Infect Control*. 2014; 42 (10): 1 097-100.
- 62 | ROBERGE RJ, KIM JH, PALMIERO A, POWELL JB** - Effect of Pregnancy Upon Facial Anthropometrics and Respirator Fit Testing. *J Occup Environ Hyg*. 2015; 12 (11): 761-66.
- 63 | LAFON D (Ed)** - Grossesse et travail. Quels sont les risques pour l'enfant à naître? Avis d'experts. Les Ulis : EDP Sciences; 2010 : 561 p.
- 64 | AKPAN UB, AKPANIKI CJ, ASIBONG U, EKOTT M ET AL.** - A Comparative Evaluation of the Effects of N95 and Surgical Facemasks on Pregnant Women Performing Moderate-Intensity Exercise: A Prospective Randomized Study. *Cureus*. 2023; 15 (9): e45776.
- 65 | TOPRAK E, BULUT AN** - The effect of mask use on maternal oxygen saturation in term pregnancies during the COVID-19 process. *J Perinat Med*. 2020; 49 (2): 148-52.
- 66 | ROECKNER JT, KRSTIĆ N, SIPE BH, OBIČAN SG** - N95 Filtering Facepiece Respirator Use during Pregnancy: A Systematic Review. *Am J Perinatol*. 2020; 37 (10): 995-1001.
- 67 | TONG PS, KALE AS, NG K, LOKE AP ET AL.** - Respiratory consequences of N95-type Mask usage in pregnant healthcare workers-a controlled clinical study. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2015; 4: 48. Erratum in: *Antimicrob Resist Infect Control*. 2016; 5: 26.
- 68 | KISIELINSKI K, WAGNER S, HIRSCH O, KLOSTERHALFEN B ET AL.** - Possible toxicity of chronic carbon dioxide exposure associated with face mask use, particularly in pregnant women, children and adolescents. A scoping review. *Heliyon*. 2023; 9 (4): e14117.
- 69 | JANICIJEVIC D, REDONDO B, JIMÉNEZ R, LACORZANA J ET AL.** - Intraocular pressure responses to walking with surgical and FFP2/N95 face masks in primary open-angle glaucoma patients. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021; 259 (8): 2373-78.
- 70 | RAMOS-CAMPO DJ, PÉREZ-PIÑERO S, MUÑOZ-CARRILLO JC, LÓPEZ-ROMÁN FJ ET AL.** - Acute Effects of Surgical and FFP2 Face Masks on Physiological Responses and Strength Performance in Persons with Sarcopenia. *Biology*. 2021; 10 (3): 213.
- 71 |** Coopérations et délégations en santé au travail. Quid d'un avis d'aptitude signé par le médecin du travail suite à une « pré-visite infirmiers en santé au travail (IDES) »? Société Française de Santé au Travail, 2023 (https://www.societefrancaisedesanteautravail.fr/_docs/actus/61/Fichier-61-1-095934.pdf).
- 72 | SZEINUK J, BECKETT WS, CLARK N, HALLOO WL** - Medical evaluation for respirator use. *Am J Ind Med*. 2000; 37 (1): 142-57.
- 73 | HARBER P, BARNHART S, BOEHLECKE BA, BECKETT WS ET AL.** - Respiratory protection guidelines. This official statement of the American Thoracic Society was adopted by the ATS Board of Directors, March 1996. *Am J Resp Crit Care Med*. 1996; 154 (4 Pt 1): 1 153-65.
- 74 | BELAFSKY S, VLACH J, MCCURDY SA** - Cardiopulmonary fitness and respirator clearance: an update. *J Occup Environ Hyg*. 2013; 10 (5): 277-85.
- 75 | DESAUTELS N, SINGH J, BURRELL J, ROSENMAN KD** - What Should Be the Content and Frequency of Performing a Medical Evaluation to Determine Fitness to Wear a Respirator? *J Occup Environ Med*. 2016; 58 (9): 892-95.
- 76 | RAVEN PB, MOSS RF, PAGE K, GARMON R ET AL.** - Clinical pulmonary function and industrial respirator wear. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1981; 42 (12): 897-903.
- 77 | RAVEN PB, JACKSON AW, PAGE K, MOSS RF ET AL.** - The physiological responses of mild pulmonary impaired subjects while using a "demand" respirator during rest and work. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1981; 42 (4): 247-57.
- 78 | RAVEN PB, BRADLEY O, ROHM-YOUNG D, McCLURE FL ET AL.** - Physiological response to "pressure-demand" respirator wear. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1982; 43 (10): 773-81.
- 79 | MUHM JM** - Medical surveillance for respirator users. *J Occup Environ Med*. 1999; 41 (11): 989-94.
- 80 |** Benzene. In: Occupational Safety and Health Standards. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (<https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1028>).
- 81 |** Formaldéhyde. In: Occupational Safety and Health Standards. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (<https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1048>).
- 82 |** OSHA Respirator Medical Evaluation Questionnaire (Mandatory). In: Occupational Safety and Health Standards. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (<https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.134AppC>).
- 83 |** What is the recommended frequency and content of respirator user medical evaluations? *J Occup Environ Med*. 1998; 40 (2): 109-10.
- 84 |** Texte des recommandations de bonne pratique pour la prise en charge en santé au travail des travailleurs intervenant en conditions hyperbares. Mise à jour 2023. Société française de santé au travail (SFST), Société de médecine et de physiologie subaquatiques et hyperbares, 2023 (<https://www.medsubhyp.fr/recommandations-en-sante-au-travail/>).
- 85 |** Pièces faciales et barbe. Questions-réponses. *Trav Sécur*. 2017; 789: 43.
- 86 |** Appareils de protection respiratoire. Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance. Guide. Norme française homologuée NF EN 529. Janvier 2006. La Plaine Saint-Denis: AFNOR; 2006: 52 p.
- 87 |** Arrêté du 7 mars 2013 relatif au choix, à l'entretien et à la vérification des équipements de protection individuelle utilisés lors d'opérations comportant un risque d'exposition à l'amiante. In: Légifrance. Ministère chargé du Travail, 2013 (<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000027169462>).
- 88 | SANTANDREA A, CHAZELET S** - Humidité de l'air exhalé: quel impact sur la respirabilité et l'efficacité des masques? Notes techniques NT 101. *Hyg Sécur Trav*. 2022; 268: 45-54.

Appareil de protection respiratoire :
évaluer la compatibilité avec l'état de
santé du travailleur

ANNEXE

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS UTILES POUR LE SUIVI DES TRAVAILLEURS AMENÉS À PORTER UN APPAREIL DE PROTECTION RESPIRATOIRE

ANAMNÈSE

Appareil de protection respiratoire (APR)

- ▶ Caractéristiques de l'APR (*ex: type, poids, encombrement, mode de fonctionnement*)
- ▶ Durée de port
- ▶ Fréquence de port

Activité réalisée avec l'APR

- ▶ Évaluation de la charge physique
- ▶ Conditions de réalisation : humidité, chaleur, milieu confiné, travail isolé
- ▶ Autres équipements de protection individuelle (EPI) portés
- ▶ Nature de l'aérocontaminant et co-expositions éventuelles (*ex: silice, amiante*)

Porteur

- ▶ Âge
- ▶ Antécédents respiratoires : asthme, bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), pneumothorax, emphysème, pathologie restrictive...
- ▶ Antécédents cardiovasculaires : notamment angor/infarctus du myocarde, arythmie, hypertension artérielle...
- ▶ Antécédents neurologiques : céphalées, épilepsie, perte de connaissance, trouble de l'équilibre/coordination...
- ▶ Antécédents traumatologiques/rhumatologiques : pathologies rachidiennes, fracture de côtes, chirurgie récente, pathologies rhumatismales (surtout pour les APR lourds et encombrants)...
- ▶ Antécédents dermato-allergiques : dermatite atopique, dermatite séborrhéique, acné, rosacée...
- ▶ Antécédents ophtalmologiques : trouble de l'acuité visuelle, xérose, réduction du champ visuel...
- ▶ Antécédents endocrinologiques : diabète, dysthyroïdie...
- ▶ Antécédents psychiatriques : troubles anxieux (*ex: claustrophobie, trouble grave du comportement*)...
- ▶ Antécédents de mauvaise tolérance au port d'un APR
- ▶ Grossesse en cours ou projet de grossesse
- ▶ Recherche d'un tabagisme, d'une consommation de stupéfiants
- ▶ Prise de médicaments, notamment ceux susceptibles d'altérer la fonction cardiorespiratoire et neurologiques
- ▶ Port de lunettes, de lentilles ou d'un appareil auditif

EXAMEN CLINIQUE

- ▶ Utile surtout si l'APR présente un facteur de protection assigné élevé et/ou s'il y a un point d'appel à l'anamnèse
- ▶ Orienté par l'anamnèse. Attention particulière au niveau cardiopulmonaire, neurologique, dermatologique et rhumatologique (*surtout pour les APR lourds et encombrants*)
- ▶ Réévaluation régulière de la tolérance au port de l'APR avec, notamment, recherche d'une fatigue/faiblesse anormale, irritation, anxiété ou réaction allergique

EXAMEN COMPLÉMENTAIRE

- ▶ Non systématique
- ▶ Utile (notamment spirométrie avec courbe débit-volume) si point d'appel à l'anamnèse et/ou à l'examen clinique et/ou pour d'autres exigences liées à l'activité (*ex: co-expositions, évaluation de l'astreinte physique*)

INFORMATION

- ▶ Règles de bon usage de l'APR
- ▶ Conduite à tenir en cas d'urgence/accident
- ▶ Symptômes/situations qui doivent conduire le travailleur à reconsulter

TRAÇABILITÉ

des expositions, des exigences du poste (*ex: APR, autres EPI*) et du suivi