



Filtres antiparticules

Une protection respiratoire conforme, oui mais...

Les normes sont parfois trompeuses. L'évaluation des performances de protection des demi-masques filtrants et des filtres jetables antiparticules révèlent, selon les cas, des différences significatives. En conditions réelles de travail, les filtres électrostatiques – satisfaisants du point de vue des exigences normatives – ne réalisent pas les performances souhaitées pour permettre une utilisation prolongée de l'équipement.

Trois méthodes de "filtration" des particules solides ou liquides sont utilisables pour filtrer l'air ambiant : la filtration mécanique, la filtration électrostatique et la filtration mixte, résultant de la combinaison des deux précédentes. Mais les performances de ces filtres ne se maintiennent pas toujours dans le temps. Dans les conditions de travail réelles, certains filtres électrostatiques, même classés "haute efficacité", peuvent voir leurs performances chuter rapidement dans le temps. D'un point de vue réglementaire, les demi-masques filtrants et les pièces faciales avec filtres, considérés comme des équipements de protection individuelle (EPI)¹, doivent satisfaire les exigences essentielles d'hygiène et de sécurité définies dans la directive européenne 89/686/CEE [1]. Celle-ci impose, avant leur mise sur le marché, la vérification de toutes les performances. Le fabricant peut apposer le marquage CE sur les équipe-

ments qui satisfont à ces exigences essentielles². Mais, la directive n'énonçant que les principes, les performances des appareils de protection respiratoire sont vérifiées par rapport à des normes européennes harmonisées. Ces normes sont appelées "normes produit"³. Elles définissent plusieurs niveaux de performances des demi-masques filtrants (photo ci-dessous à droite) ou des demi-masques avec filtre(s) (ci-dessous) qui sont vérifiés sur la base d'essais en laboratoire. Pour chacun de ces



© INRS

Classe	Pénétration maximale du filtre en %	Fuite totale maximale en %	Facteur de protection maximal
P1	20	22	< 5
P2	6	8	< 15
P3	1	2	< 50

Tableau 1 : efficacité de filtration et facteurs de protection théorique pour un demi-masque filtrant

Classe	Pénétration maximale du filtre en %	Fuite de la pièce faciale en %	Fuite totale maximale en %	Facteur de protection maximal
P1	20	2	22	< 5
P2	6	2	8	< 15
P3	0,05	2	2,05	< 50

Tableau 2 : efficacité de filtration et facteurs de protection théorique pour un demi-masque avec filtre(s)

niveaux, elles spécifient, entre autres, les performances du matériau filtrant seul, appelées pénétration maximale ou efficacité de filtration, vis-à-vis des particules solides et liquides, et les performances globales du demi-masque, appelées fuite totale vers l'intérieur. Le niveau de performance globale permet de connaître

le facteur de protection (tableaux 1 et 2 ci-dessus) qui servira au choix du demi-masque le plus adapté (voir aussi guide de choix [7]).

1- Les EPI sont destinés à la protection des voies respiratoires du porteur. Certains demi-masques filtrants, utilisés pour éviter une pollution du milieu ambiant par le porteur, par exemple dans le domaine alimentaire ou médical, sont des dispositifs d'hygiène et de confort et non des EPI.

2- Les initiales "CE" ne sont pas suffisantes. En effet, les dispositifs de protection respiratoire sont considérés comme des EPI de catégorie 3, soumis à un système de contrôle de qualité du produit final. Les initiales CE seront toujours accompagnées d'un code correspondant à l'organisme notifié assurant ce contrôle. Si l'organisme est l'INRS, le marquage sera alors CE 0070.

3- Dans le cas des demi-masques filtrants, la norme EN149 : 2001 [2] sert de base d'examen, dans le cas de demi-masque avec filtre(s) ce sont les normes EN140 : 1998 [3] EN143 : 2000 [4], EN405 : 1993 [5] ou EN1827 : 1999 [6] qui sont applicables.





Filtre en papier microfibre de verre plissé.

Essais normalisés: quelle représentativité ?

Les niveaux de performances de filtration (test de pénétration) sont établis, pour les aérosols solides et liquides, après une exposition de trois minutes aux aérosols d'essais, et les performances globales (test de fuite) sont évaluées, pendant dix minutes, lorsque l'appareil est porté par des sujets d'essais.

Dans le cas de la filtration mécanique, le matériau filtrant utilisé est un papier de microfibrilles de verre agissant comme un tamis. L'efficacité est directement liée à la densité surfacique des fibres. La particularité de ce matériau est de se colmater quelle que soit la nature des particules (solides ou liquides) et donc de voir ses performances de filtration soit se maintenir, soit s'améliorer dans le temps, au détriment de la résistance respiratoire qu'il oppose au porteur. C'est cette particularité qui a naturellement conduit à limiter l'essai de mesure de l'efficacité de filtration d'un appareil filtrant sur trois minutes pour définir son appartenance à l'une des trois classes d'efficacité. Pour limiter les effets du colmatage et donc de l'augmentation de la résistance respiratoire, il est nécessaire d'avoir une surface de filtration importante. L'augmentation de la surface de filtration est obtenue par "plissage" de la feuille de

Évolution de la pénétration des particules solides et liquides au travers d'un papier microfibre de verre

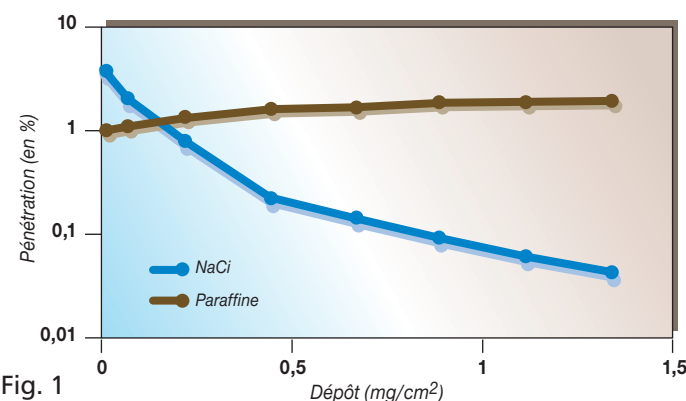


Fig. 1

Évolution de la pénétration des particules solides et liquides au travers d'un matériau électrostatique

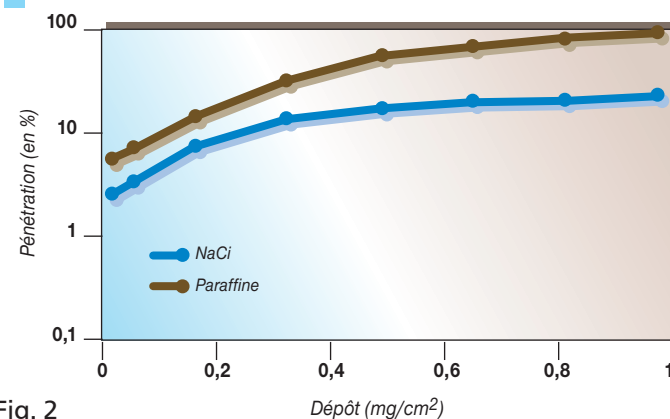


Fig. 2

papier (photo ci-dessus). En conséquence, le filtre papier plissé est volumineux, ne peut plus être mis en forme et n'est utilisable que sur les appareils les plus encombrants.

Confort ou performance ?

Ensuite sont apparus les filtres en fibres synthétiques non tissées (melt blown), chargées électriquement (photo ci-contre). Plus faciles à mettre en forme pour fabriquer des demi-masques filtrants, ils ont permis un abaissement de la résistance respiratoire et de la masse des appareils. Le "confort" pour le porteur s'en trouve amélioré. Dans ces matériaux, la filtration est réalisée principalement par

piégeage des particules par les charges électriques déposées jusqu'à leur neutralisation. Mais les performances sont inégales, selon qu'il s'agira de filtrer des particules solides ou liquides: la filtration électro-

statique présente en effet de faibles performances vis-à-vis des particules liquides. Pour les compenser, les fabricants ont alors proposé un compromis entre les deux méthodes précédentes, la fonction "filtration mécanique" étant destinée spécifiquement aux aérosols liquides.

Un échec dans la durée...

Les performances du matériau filtrant influant directement sur le facteur de protection, il est important que celles-ci soient maintenues pendant toute la durée d'utilisation prévisible de l'équipement. Au début des années 1990, puis plus récemment [8], des mesures effectuées aux États-Unis sur l'évolution dans le temps de l'efficacité de filtration de ces nouveaux matériaux ont mis en évidence que celle-ci se dégradait et ont conduit à la modification de la méthode de classification des équipements en vigueur dans ce pays. Au cours de ces mêmes années, des mesures réalisées à l'INRS dans le cadre de la certification des appareils de protection respiratoire ont montré la même dégradation. Une proposition de modification des essais de classification a été émise en 1996 au Comité technique européen de normalisation, qui a demandé de procéder à d'autres



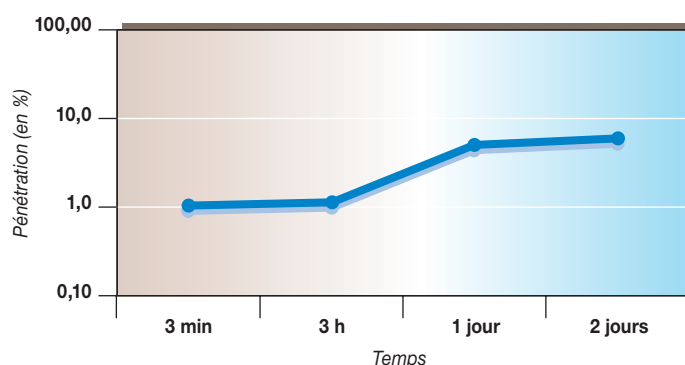


investigations. Ces vérifications faites à l'INRS sur différents matériaux et filtres, sur une durée plus importante (3 heures pour l'aérosol de particules solides et 1 heure pour l'aérosol de particules liquides pour tenir compte de la concentration en particules différente des aérosols d'essai) ont montré que suivant leur nature, l'efficacité de filtration pouvait, soit se maintenir ou s'améliorer par effet de colmatage dans le cas des filtres "papier" et de certains "compounds" (figure 1, page 17), soit se dégrader rapidement dès la première heure d'utilisation dans le cas des matériaux électrostatiques (figure 2, page 17). Les courbes sont établies en fonction de la masse de particules à laquelle le filtre est soumis. Les essais ont montré que la pénétration mesurée après une heure d'exposition peut se révéler jusqu'à dix fois supérieure à celle mesurée après trois minutes, conformément à l'essai normalisé. Cela signifie qu'un appareil classé haute efficacité (P3 par exemple) peut passer en classe moyenne ou faible efficacité (P2 ou P1) au cours de son utilisation. Le facteur de protection réel sera alors sans rapport avec celui déterminé par les essais en laboratoire. Cumulée avec le fait que les performances constatées pour les différents appareils sur le lieu de travail sont moins bonnes que celles obtenues en laboratoire [9], cette chute peut entraîner des conséquences importantes sur la santé de l'utilisateur.

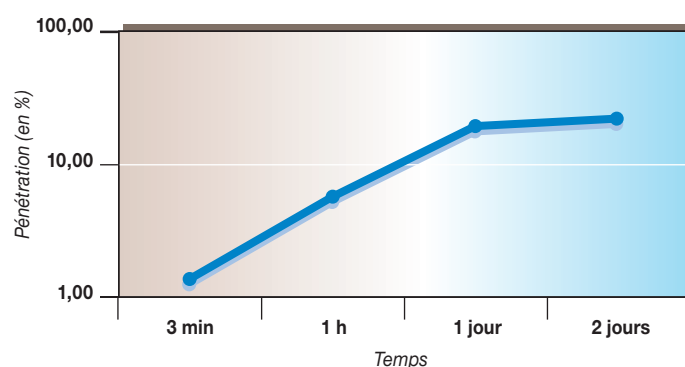
Le colmatage : garantie de pérennité des filtres mécaniques

Afin de mieux connaître l'évolution des performances de filtration de différents appareils filtrants

Évolution des performances d'efficacité de filtration des particules solides après utilisation et stockage pendant 1 et 2 jours



Évolution des performances d'efficacité de filtration des particules liquides après utilisation et stockage pendant 1 et 2 jours



utilisant un matériau électrostatique, des essais ont été effectués par des laboratoires différents. Ces essais ont consisté à soumettre les équipements à une exposition prolongée aux aérosols d'essais et à vérifier les performances après un stockage d'une durée de 24 et 48 heures pour simuler la réutilisation possible d'un appareil. L'efficacité de filtration a été contrôlée après trois minutes d'exposition tel que l'essai normalisé le demande, puis après avoir soumis l'équipement à une exposition correspondant à un dépôt de 120 mg de particules. Les résultats obtenus mettent en évidence une modification des performances, plus ou moins importante suivant l'aérosol d'essai. À l'issue des essais de charge, il a été confirmé

qu'il existe bien deux types de comportement des appareils vis-à-vis des particules solides. Ceux qui maintiennent ou améliorent leurs performances de filtration du fait du phénomène de colmatage et ceux qui les perdent en fonction de la charge. À l'issue de l'essai de stockage, la majorité des équipements de filtration électrostatique perdent leurs performances initiales. De toute évidence, un appareil jetable après un poste de travail doit être jeté, même s'il ne semble pas usagé. Un simple examen visuel ne permet pas de connaître l'état réel d'un appareil. Au vu de la dégradation significative des performances des filtres électrostatiques, on peut s'interroger sur le niveau de protection qu'ils apportent en situation réelle

de travail. Pour l'INRS, ces essais mettent en évidence la nécessité de modifier le mode de classification des appareils filtrants, en tenant compte de la réalité des différents comportements des matériaux.

Jean-Marie Iotti
INRS, centre de Lorraine,
département Ingénierie des
équipements de
travail, unité Prévention
technique, équipements de
protection individuelle
Infographies : Wag

[1] Directive 89/686/CEE (21 décembre 1989) concernant le rapprochement des législations des États membres, relative aux équipements de protection individuelle transposée en droit français par les décrets n° 92-765, 92-768 du 23/07/92.

[2] NF EN149:2001 – Appareils de protection respiratoire – demi-masques filtrants contre les particules solides et liquides -Exigences, essais, marquages –AFNOR – Paris-la Défense.

[3] NF EN140:1998 – Appareils de protection respiratoire – demi-masques et quarts de masques -Exigences, essais, marquages –AFNOR – Paris-la Défense.

[4] NF EN143:2000 – Appareils de protection respiratoire – demi-masques et quarts de masques -Exigences, essais, marquages –AFNOR – Paris-la Défense.

[5] NF EN405:1993 – Appareils de protection respiratoire – Demi-masques filtrants à soupapes contre les gaz ou contre les gaz et les particules -Exigences, essais, marquages –AFNOR – Paris-la Défense.

[6] NF EN1827:1999 – Appareils de protection respiratoire – Demi-masques sans soupape inspiratoire et avec filtres démontables, contre les gaz, contre les gaz et les particules ou contre les particules uniquement -Exigences, essais, marquages –AFNOR – Paris-la Défense.

[7] Les appareils de protection respiratoire – Choix et utilisation – Édition INRS ED 780 – 02/1998.

[8] S76-005 – CR529:1993 – Guide pour la sélection et le choix des appareils de protection respiratoire –AFNOR – Paris-la Défense.

[9] ND 1949-154-94 – Efficacité de demi-masques antipoussières non ventilés en situation industrielle – INRS – Paris.