

### ***La gêne due aux lunettes et aux équipements de protection portés sur la tête***

Les lunettes de sécurité et les autres équipements de protection tels que les appareils de protection respiratoire peuvent diminuer l'efficacité du joint des oreillettes du serre-tête et, partant, l'atténuation. Le port de lunettes, par exemple, peut provoquer une perte d'atténuation de 3 à 7 dB dans certaines bandes d'octave.

### ***Les appareils à courbe de réponse plate***

Une coquille antibruit ou un bouchon d'oreille à courbe de réponse plate offrent une atténuation quasiment identique pour toutes les fréquences comprises entre 100 et 8 000 Hz. Ces dispositifs ont la même courbe de réponse aux différentes fréquences que l'oreille non protégée, sans entraîner aucune déformation des signaux reçus (Berger, 1991). On pourrait penser que les coquilles antibruit et les bouchons d'oreille classiques affaiblissent les fréquences aiguës et abaissent le niveau sonore général. La coquille antibruit et le bouchon d'oreille à atténuation plate donnent l'impression d'une réduction de la seule intensité sonore, car leurs caractéristiques d'atténuation sont réglées par des résonateurs, des amortisseurs et des diaphragmes. L'atténuation plate peut être utile aux utilisateurs qui souffrent de déficits auditifs aux fréquences élevées, à ceux qui ont besoin de communiquer tout en étant protégés et aux personnes qui attachent une grande importance à la qualité du son, comme les musiciens. Les dispositifs à atténuation plate se présentent soit comme des serre-tête, soit comme des bouchons d'oreille. L'inconvénient de ces équipements est que leur pouvoir d'atténuation n'est pas aussi élevé que celui des dispositifs classiques.

### ***Les dispositifs mécaniques à atténuation dépendante du niveau de bruit***

Un protecteur de l'ouïe mécanique sensible à l'amplitude ne comporte aucun circuit électronique et est conçu pour permettre la communication orale en période calme et offrir une atténuation qui augmente avec le niveau de bruit. Ces dispositifs comprennent des orifices, soupapes et diaphragmes prévus pour produire cette atténuation non linéaire à partir habituellement d'un niveau de pression acoustique de 120 dB. Pour les niveaux inférieurs à 120 dB, les dispositifs à orifices et soupapes agissent comme des bouchons d'oreille ventilés assurant une atténuation de 25 dB aux hautes fréquences, mais beaucoup plus faible à 1 000 Hz et au-dessous. Il n'existe que peu d'activités professionnelles et récréatives (en dehors des concours de tir) pour lesquelles ce type de protection auditive puisse être considéré comme efficace pour prévenir un déficit auditif induit par le bruit.

### ***Les dispositifs électroniques à atténuation dépendante du niveau de bruit***

Un protecteur de l'ouïe électronique sensible à l'amplitude comporte un circuit électronique; il est conçu selon les mêmes principes que le protecteur mécanique sensible à l'amplitude. Il utilise un microphone placé à l'extérieur de la coquille ou fixé sur la paroi latérale du bouchon d'oreille. Le circuit électronique est calculé pour produire une amplification dégressive et, dans certains cas, nulle, à mesure que le niveau de bruit ambiant augmente. Aux niveaux de bruit équivalant à une conversation normale, ces dispositifs ont un gain constant (le niveau sonore de la conversation est le même, avec ou sans protection) ou offrent même une légère amplification. Il s'agit de limiter le niveau sonore sous les coquilles antibruit ou les bouchons d'oreille à l'équivalent d'un champ diffus de 85 dBA ou moins. Certains de ces dispositifs intégrés aux coquilles antibruit disposent d'un canal pour chaque oreille, permettant ainsi d'obtenir un certain effet de localisation; d'autres ne comportent qu'un seul microphone. La fidélité (aspect naturel du son) de ces systèmes varie selon les

fabricants. A cause du circuit électronique intégré dans les coquilles, qui est nécessaire afin d'obtenir un système d'atténuation dépendant du niveau de bruit ambiant, ces dispositifs offrent en mode passif (lorsque les circuits électroniques sont inactifs) une atténuation inférieure de 4 à 6 dB à celle assurée par les coquilles antibruit similaires dépourvues de circuit électronique.

### ***La réduction active du bruit***

La réduction active du bruit, concept déjà ancien, n'a été appliquée que récemment aux protecteurs de l'ouïe. Sur certains modèles, le signal sonore est capté à l'intérieur de la coquille; la phase de ce signal est inversée avant de le réinjecter dans la coquille afin d'annuler le signal incident. Sur d'autres modèles, le signal sonore est capté à l'extérieur de la coquille; son spectre est modifié pour tenir compte de l'atténuation de la coquille et le signal est alors réinjecté, après inversion, dans la coquille, utilisant l'électronique comme minuteur de façon que le signal inversé et le signal incident du bruit arrivent en même temps dans la coquille. La réduction active du bruit est limitée à l'atténuation des bruits basse fréquence au-dessous de 1 000 Hz, avec une atténuation maximale de 20 à 25 dB à 300 Hz ou au-dessous. Cependant, une partie de l'atténuation produite par le système actif de réduction du bruit ne fait que compenser la réduction d'atténuation des serre-tête, entraînée par l'introduction dans la coquille de ce même circuit électronique dont la présence est indispensable pour obtenir une réduction active du bruit. A l'heure actuelle, ces dispositifs coûtent de 10 à 50 fois plus cher que les serre-tête ou les bouchons d'oreille passifs. En cas de panne électronique, l'utilisateur risque par ailleurs d'être mal protégé et d'être exposé à davantage de bruit en portant le serre-tête que si l'électronique était simplement débranchée. Le coût des dispositifs actifs de réduction du bruit devrait cependant diminuer à mesure que leur usage se répand.

### ***Le meilleur protecteur de l'ouïe***

Le meilleur protecteur de l'ouïe est celui que l'utilisateur peut porter en permanence. On estime que 90% environ des travailleurs exposés au bruit dans le secteur manufacturier aux Etats-Unis sont soumis à des niveaux de bruit inférieurs à 95 dBA (Franks, 1988); ils ont donc besoin d'une atténuation de 13 à 15 dB pour jouir d'une protection adéquate. Il existe une vaste gamme de protecteurs de l'ouïe pouvant offrir une atténuation suffisante: la difficulté consiste à trouver celui que chaque travailleur acceptera de porter en permanence.

## **LES VÊTEMENTS DE PROTECTION**

*S. Zack Mansdorf*

### ***Les risques***

Il existe plusieurs grandes catégories de risques corporels — physiques, chimiques et biologiques — contre lesquels on peut se prémunir en portant des vêtements spéciaux (voir tableau 31.10).

### ***Les risques chimiques***

En l'absence d'autres moyens, les vêtements de protection sont couramment utilisés pour réduire l'exposition des travailleurs aux produits chimiques toxiques ou dangereux. De nombreux produits chimiques sont dangereux à plus d'un titre; ainsi, le benzène est à la fois toxique et inflammable. En ce qui concerne les risques chimiques, il faut examiner au moins trois points essentiels avec attention: 1) les effets potentiellement toxiques de l'exposition; 2) les voies probables de pénétration; 3) l'exposition potentielle

Tableau 31.10 • Exemples de risques cutanés

Risques	Exemples
Chimiques	Toxiques cutanés Toxiques systémiques Agents corrosifs Allergènes
Physiques	Risques thermiques (chaleur/froid) Vibrations Rayonnements Conditions provoquant des traumatismes
Biologiques	Agents pathogènes pour l'humain Agents pathogènes pour les animaux Agents pathogènes pour l'environnement

résultant de la nature de la tâche. L'aspect «toxicité des substances» est le plus important. Certaines substances comme les huiles ou les graisses sont simplement difficiles à nettoyer, alors que d'autres composés chimiques (tels que l'acide cyanhydrique liquide) présentent un danger immédiat pour la vie et la santé. En fait, c'est la toxicité ou le degré de risque d'une substance absorbée par voie cutanée qui constitue le facteur critique. Les autres risques résultant d'un contact avec la peau, à part la toxicité, sont la corrosion, la sensibilisation au cancer cutané et les traumatismes physiques tels que les brûlures et les coupures.

La nicotine est un exemple de produit chimique dont la toxicité est maximale lorsqu'il est absorbé par voie cutanée. Elle pénètre très facilement à travers la peau, mais ne présente pas en général de risque pour les voies respiratoires (sauf dans le cas d'un acte volontaire). Ce n'est qu'un des nombreux cas où le risque est beaucoup plus grand par voie cutanée que par d'autres voies. De nombreuses substances qui ne sont pas toxiques normalement présentent un danger pour la peau en raison de leur nature corrosive ou d'autres propriétés. En fait, certains produits chimiques et certaines substances sont bien plus dangereux lorsqu'ils sont absorbés à travers la peau que les produits cancérigènes systémiques les plus redoutés. Ainsi, une seule exposition de la peau nue à de l'acide fluorhydrique titrant plus de 70% peut être mortelle; dans ce cas, une brûlure d'une surface de 5% seulement peut être mortelle sous l'action des ions fluorures. Un autre type de risque cutané — sans gravité excessive celui-là — est le déclenchement d'un cancer de la peau par des substances telles que les goudrons de houille. Comme exemple d'une substance très toxique pour l'humain, mais à faible toxicité cutanée, on peut citer le plomb inorganique; dans ce cas, le danger réside dans la contamination du corps ou des vêtements, ce qui risque d'entraîner une contamination ultérieure par ingestion ou inhalation puisque la substance, solide, ne peut pénétrer à travers une peau saine.

Une fois l'évaluation de la toxicité et des voies de pénétration menée à bien, un examen des probabilités d'exposition s'impose. Il faut se demander, par exemple, si les travailleurs sont assez exposés à un produit chimique donné pour que l'on puisse constater visuellement cette exposition, ou si cette exposition au contraire est peu probable et si les vêtements de protection ne constituent pas alors une mesure de protection faisant double emploi. Il est évident que, s'agissant de substances qui ont un pouvoir létal, le travailleur a droit à une protection maximale, même si les risques de contact sont très faibles. Dans le cas d'un risque d'exposition vraiment minime (par exemple, une infirmière manipulant une solution aqueuse d'alcool isopropylique à 20%), une protection absolue ne se justifie pas. La décision à prendre

doit être fondée essentiellement sur la relation entre l'évaluation des effets nocifs de la substance considérée et l'estimation des probabilités d'exposition.

### La résistance chimique des barrières de protection

Des études portant sur la diffusion des solvants et d'autres produits chimiques au travers de vêtements de protection «impermeables» ont été publiées pendant les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix. En voici un exemple: lors d'un test standard, on verse de l'acétone sur une feuille de caoutchouc néoprène de l'épaisseur d'un gant normal. A la suite du contact direct de l'acétone avec la surface extérieure, non protégée, il est normalement possible de détecter le solvant sur la face intérieure (du côté de la peau) dans un délai de trente minutes, mais en petites quantités seulement. Cette action d'un produit chimique traversant un vêtement de protection est une question de *perméation*, c'est-à-dire de diffusion de produits chimiques à l'échelle moléculaire à travers le vêtement. On distingue trois étapes dans ce phénomène: l'adsorption du produit chimique à la surface extérieure de la barrière de protection, la diffusion à travers cette barrière et la désorption du produit chimique à la surface intérieure non protégée de la barrière. Le délai écoulé entre le contact initial du produit chimique avec la surface extérieure et sa détection sur la surface intérieure est le *temps de passage*. Le *flux de perméation* caractérise le passage régulier du produit chimique à travers la barrière de protection, une fois l'équilibre atteint.

La plupart des expériences actuelles de résistance à la perméation se déroulent pendant des périodes allant jusqu'à huit heures, afin de simuler la durée d'un travail posté classique. Cependant, on effectue ces tests dans des conditions de contact direct (avec des liquides ou des gaz) qui n'existent pas dans la réalité. Il semblerait donc, d'après certains auteurs, qu'un «facteur de sécurité» important soit inclus dans ces tests. A l'inverse, il faut tenir compte du fait que les tests de perméation sont statiques, alors que l'environnement de travail est dynamique (comportant des flexions de matériaux ou des pressions exercées lors de la préhension ou d'autres mouvements) et que les gants ou vêtements peuvent être détériorés. Faute de données publiées suffisantes sur la perméabilité de la peau et la toxicité cutanée, la plupart des professionnels de la prévention choisissent une protection ne permettant aucun passage de produit pendant la durée du travail ou de la tâche (habituellement huit heures), ce qui revient essentiellement à un concept de dose zéro. Il s'agit là d'une approche minimale mais justifiée; il faut noter cependant qu'il n'existe pas, à l'heure actuelle, de barrière de protection offrant une résistance à la perméation de tous les produits chimiques. Dans les cas où les temps de claquage sont courts, le spécialiste devrait choisir les barrières de protection les plus efficaces (c'est-à-dire celles dont le flux de perméation est le plus faible), tout en tenant compte des autres mesures de prévention et d'entretien (nécessité de changer de vêtements régulièrement, par exemple).

Indépendamment du processus de perméation décrit ci-dessus, le spécialiste de la prévention devrait tenir compte de deux autres propriétés de résistance chimique: la *dégradation* et la *pénétration*.

La dégradation est la modification délétère d'une ou de plusieurs propriétés physiques d'un matériau de protection provoquée par le contact avec un produit chimique. Ainsi, le poly (alcool vinylique) (PVA) est une barrière très efficace contre la plupart des solvants organiques, mais il se détériore au contact de l'eau. Le caoutchouc de latex, couramment utilisé pour la confection des gants médicaux, est bien entendu résistant à l'eau, mais très facilement soluble dans des solvants tels que le toluène et l'hexane; il est donc tout à fait inefficace contre ces produits chimiques. En outre, les allergies au latex peuvent provoquer des réactions violentes chez certains sujets.

Tableau 31.11 • Les exigences courantes en matière de protection physique, chimique et biologique

Risques	Propriétés requises	Matériaux constitutifs des vêtements de protection
Thermiques	Isolation thermique	Coton épais et autres tissus naturels
Flammes	Isolation et résistance à la flamme	Gants aluminisés; gants ignifugés; fibres aramides et autres fibres spéciales
Abrasion mécanique	Résistance à l'abrasion; résistance à la traction	Tissus épais; cuir
Coupures et piqûres	Résistance aux coupures	Treillis métallique; fibres polyamides aromatiques et autres tissus spéciaux
Chimiques/toxicologiques	Résistance à la perméation	Matières polymères et élastomères (y compris le latex)
Biologiques	Étanchéité aux fluides; (résistance à la perforation)	
Radiologiques	Généralement étanchéité à l'eau ou aux particules (radionucléides)	

La pénétration est l'écoulement d'un produit chimique à travers les trous microscopiques, les déchirures et autres imperfections d'un vêtement de protection au niveau non moléculaire. Les meilleures protections sont inefficaces si elles sont trouées ou déchirées. La résistance à la pénétration est importante si l'exposition est improbable ou peu fréquente et si la toxicité ou le risque sont minimes. Elle revêt toute son importance dans le cas des vêtements utilisés contre les projections.

Nombre de recueils de directives fournissent des indications sur la résistance chimique (plusieurs existent également en format électronique). De plus, la plupart des fabricants des pays industriels publient des données mises à jour au sujet de la résistance chimique et physique de leurs produits.

### Les risques physiques

Comme le montre le tableau 31.10, les risques physiques comprennent les conditions thermiques, les vibrations, les rayonnements et les traumatismes; tous peuvent avoir un effet cutané nocif. Il faut également retenir l'effet des températures extrêmes sur la peau. Les propriétés des vêtements de protection contre ces risques sont liées au degré d'isolation, tandis que les qualités requises des vêtements de protection contre les feux à inflammation instantanée et les charges électriques disruptives sont liées à la résistance au feu.

Il peut arriver que les vêtements spéciaux n'offrent qu'une protection limitée contre certains types de rayonnements, ionisants ou non. En général, la qualité des vêtements de protection contre les rayonnements ionisants dépend de leur effet d'écran (c'est le cas des tabliers et gants doublés de plomb). Les vêtements utilisés contre les rayonnements non ionisants tels que les micro-ondes sont, eux, conçus pour être mis à la masse ou pour être isolants. Les vibrations excessives peuvent affecter gravement certaines parties du corps, en particulier les mains. Les travaux miniers (avec foreuses portatives) et la réfection des routes (avec marteaux pneumatiques) sont des activités dans lesquelles les vibrations excessives aux mains peuvent entraîner une détérioration osseuse et des troubles circulatoires. Les traumatismes cutanés causés par les risques physiques (coupures, abrasions, etc.) sont courants dans de nombreuses professions comme celles du bâtiment, des travaux publics et de la boucherie. Il existe sur le marché des vêtements spéciaux (y compris des gants) qui résistent aux déchirures et sont employés dans la découpe de la viande et l'exploitation forestière (utilisation de scies à chaîne). Ces vêtements présentent une résistance intrinsèque aux déchirures ou comprennent suffisamment de masse fibreuse pour stopper des pièces en mouvement (dans les scies à chaîne, par exemple).

### Les risques biologiques

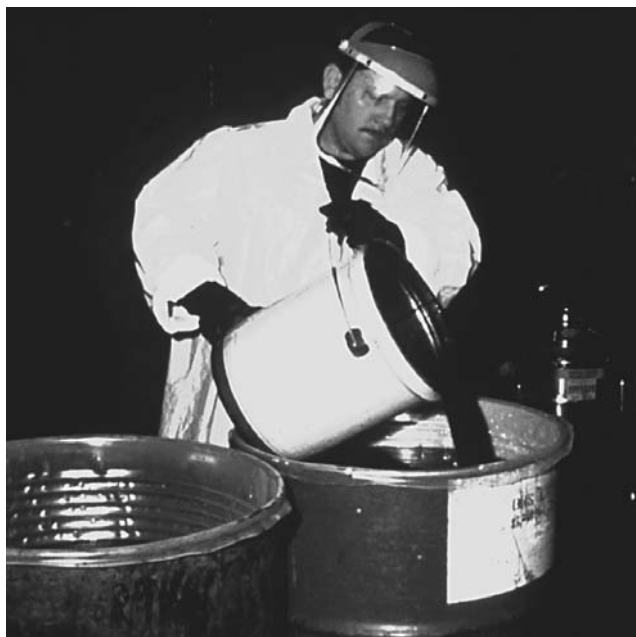
Les risques biologiques comprennent les infections imputables à certains agents et maladies affectant les humains et les animaux, ainsi qu'au milieu de travail. On a beaucoup parlé des risques biologiques encourus à la suite de la prolifération croissante du VIH et du virus de l'hépatite, transmis par voie sanguine, et l'on en a déduit que des vêtements et des gants résistant aux liquides sont nécessaires dans le cas d'une exposition au sang ou à d'autres fluides corporels. On connaît depuis longtemps certaines maladies transmises par les animaux (par exemple, le charbon) et l'on adopte à leur égard des mesures de protection équivalentes à celles appliquées pour les agents pathogènes véhiculés par le sang et affectant l'humain. Les laboratoires cliniques et microbiologiques, ainsi que certains autres environnements professionnels, sont des lieux de travail qui peuvent présenter des risques biologiques.

### Les types de protection

On entend par vêtement de protection en général les divers éléments qui composent un ensemble protecteur (par exemple, vêtements, gants et bottes). Ainsi, le vêtement de protection peut aller du simple doigtier qui protège contre les coupures du papier à la combinaison hermétique équipée d'un appareil de protection respiratoire intégré, utilisée en cas d'urgence lors du déversement de produits chimiques dangereux, notamment.

Les vêtements de protection peuvent être faits de matières naturelles (comme le coton, la laine et le cuir), de fibres artificielles (par exemple, le nylon) ou de polymères (plastiques et divers types de caoutchoucs tels que le caoutchouc butyle, le poly(chlorure de vinyle) et le polyéthylène chloré). On ne devrait pas utiliser de matériaux tissés, cousus ou poreux (c'est-à-dire non résistants à la pénétration ou à la perméation de liquides) lorsqu'on doit se protéger contre un liquide ou un gaz. Contre les feux à inflammation instantanée et les arcs électriques (charges disruptives) qui peuvent survenir notamment dans l'industrie pétrochimique, on utilise souvent des tissus et des matières poreuses traités spécialement ou naturellement ininflammables; ceux-ci n'offrent cependant habituellement aucune protection contre une exposition régulière à la chaleur. Pour la lutte contre le feu, il convient d'utiliser des vêtements spéciaux résistant aux flammes et offrant simultanément une protection contre l'eau et la chaleur (hautes températures). Dans certains cas, il faut recourir également à une protection contre le rayonnement infrarouge, obtenue grâce à des capes aluminisées (dans la lutte contre les incendies de pétrole, par exemple). Le tableau 31.11 résume les exigences classiques de protection physique, chimique et biologique et mentionne les matériaux protecteurs habituellement utilisés contre ces risques.

Figure 31.15 • Travailleur transvasant un produit chimique: il porte des gants et un vêtement de protection chimique



La conception des vêtements de protection varie en fonction de l'usage prévu. Pour la plupart des risques physiques, les éléments habituels (pantalons, vestes, bottes et gants) ressemblent aux vêtements ordinaires. Des accessoires spéciaux — tels que cuissards, manchettes et tabliers en fibres et matières naturelles et synthétiques traitées ou non traitées — sont utilisés dans certaines industries pour la manutention de métaux en fusion (l'exemple classique étant l'amiante tissé). Les vêtements de protection chimique peuvent être conçus dans des buts spécifiques, ainsi que le montrent les figures 31.15 et 31.16.

Il existe une grande variété de gants de protection chimique fabriqués à base de polymères ou de mélanges; certains gants en coton, par exemple, sont doublés (par trempage) d'une couche de polymère protecteur (voir figure 31.17). De nouveaux modèles de gants laminés à une seule ou plusieurs couches ne comportent que deux dimensions (ils sont plats) et sont donc limités par des contraintes ergonomiques, mais ils sont très résistants du point de vue chimique. En général, leur efficacité est maximale quand un gant extérieur en polymère préformé est porté par-dessus le gant intérieur plat (technique dite de *double gant*), ce qui force le gant intérieur à s'adapter à la forme de la main. On trouve des gants en polymère d'épaisseurs diverses, depuis les modèles très légers (<2 mm) jusqu'aux modèles lourds (>5 mm), avec ou sans doublure ou substrats. Les gants peuvent avoir diverses longueurs: de 30 cm, pour la protection des mains uniquement, à 80 cm environ pour la protection du bras entier, de la main à l'épaule. Le choix de la longueur dépend du degré de protection désiré; dans tous les cas, les gants doivent être assez longs pour protéger les poignets et empêcher les liquides de pénétrer à l'intérieur (voir figure 31.18).

On trouve des bottes de différentes longueurs: du simple protège-semelle à la botte montant jusqu'aux hanches. Les bottes de protection chimique sont faites à partir d'un nombre limité de polymères, car elles doivent être très résistantes à l'abrasion. Les polymères et caoutchoucs classiques utilisés dans la fabrication des bottes de protection chimique sont le poly(chlorure de vinyle)

Figure 31.16 • Travailleurs équipés de deux modèles différents de vêtements de protection chimique



(PVC), le caoutchouc butyle et le néoprène. Il existe aussi des bottes laminées fabriquées spécialement avec d'autres polymères, mais elles sont très coûteuses et il est difficile de se les procurer dans certains pays.

Les vêtements de protection chimique peuvent se composer soit d'une seule pièce hermétique (étanche aux gaz) avec gants et bottes, soit d'éléments multiples (pantalons, vestes, cagoules, etc.). Certains matériaux de protection utilisés pour la confection de ces combinaisons comportent plusieurs couches. On emploie les polymères en couches multiples, car ils n'ont pas une résistance physique ou à l'abrasion suffisante pour être utilisés directement dans la fabrication de vêtements ou de gants (par exemple, le caoutchouc butyle par opposition au Téflon (marque déposée)). Les tissus de support habituels sont le nylon, le polyester, les aramides et les fibres de verre. Ces substrats peuvent être recouverts de polymères tels que le poly(chlorure de vinyle) (PVC), le Téflon (marque déposée), le polyuréthane et le polyéthylène.

Ces dix dernières années, on a utilisé de plus en plus le polyéthylène non tissé et les matières microporeuses pour la fabrication des combinaisons jetables. Ces combinaisons non tissées, souvent appelées à tort «combinaisons en papier», sont fabriquées à l'aide d'un procédé spécial grâce auquel les fibres sont agglomérées sans être tissées. Elles sont peu onéreuses et très légères. Les matières microporeuses non enduites (dites «aérées» car elles permettent une certaine transmission de la vapeur d'eau et sont donc moins contraignantes du point de vue thermique) et les vêtements non tissés sont efficaces contre les particules, mais non contre les produits chimiques ou les liquides. On trouve également des vête-

Figure 31.17 • Modèles de gants résistant aux produits chimiques



ments non tissés et enduits de diverses matières, telles que le polyéthylène et le Saranex (marque déposée). Selon les caractéristiques de l'enduction, ces vêtements peuvent offrir une bonne résistance chimique à la plupart des produits courants.

### L'homologation et les normes

L'offre, la fabrication et la conception des modèles de vêtements de protection varient beaucoup suivant les pays. Comme on peut s'y attendre, les procédures d'homologation et les normes varient également. Néanmoins, les États-Unis (avec les normes de l'Association américaine d'essai des matériaux (American Society for Testing and Materials (ASTM)), l'Europe (avec les normes du Comité européen de normalisation (CEN)), et certains pays d'Asie (le Japon, par exemple) ont adopté des prescriptions similaires. Les premières normes universelles ont été élaborées par le Comité technique 94 de l'ISO pour les vêtements de protection et les équipements de protection individuelle. La plupart des normes et des méthodes d'essai préconisées par ce comité s'inspirent des normes CEN ou de celles d'autres pays comme les États-Unis (ASTM).

Aux États-Unis, au Mexique et dans pratiquement toutes les provinces du Canada, la plupart des vêtements de protection ne sont assujettis à aucune procédure d'homologation. Il existe des

Figure 31.18 • Gants en fibres naturelles; la longueur doit en être suffisante pour assurer la protection des poignets



exceptions dans certains cas, par exemple pour les vêtements utilisés par les applicateurs de pesticides (selon les normes d'étiquetage des pesticides). Néanmoins, de nombreuses organisations proposent d'elles-mêmes des normes, comme l'ASTM susmentionnée, l'Association nationale de protection contre l'incendie (National Fire Protection Association (NFPA)) aux États-Unis et, au Canada, l'Organisation canadienne de normalisation (OCN). Ces normes volontaires ont une forte influence sur la commercialisation et la vente des vêtements de protection et jouent en fait le rôle de normes officielles.

En Europe, la fabrication des équipements de protection individuelle est régie par la directive 89/686 de la Communauté européenne, qui énumère les articles réglementés et les classe en plusieurs catégories. Pour les catégories d'équipements de protection où le risque n'est pas minime et ne peut être immédiatement et facilement identifié par l'utilisateur, l'équipement de protection doit satisfaire aux normes de qualité et de fabrication décrites en détail dans la directive.

Aucun équipement de protection ne peut être vendu dans la Communauté européenne sans avoir obtenu le label CE (Communauté européenne), lequel ne peut être accordé que s'il a été satisfait aux exigences de qualité et aux tests requis.

### Les besoins individuels

Presque toujours, le port de vêtements et d'équipements de protection nuit à la productivité et accroît la gêne du travailleur. Il peut également entraîner une baisse de la qualité du travail, car le taux d'erreurs augmente. En ce qui concerne les vêtements de protection chimique et certains vêtements résistant au feu, il importe de suivre diverses recommandations générales afin d'établir un équilibre entre le confort de l'opérateur, son efficacité et sa protection. Plus la barrière de protection est épaisse, plus elle est efficace (elle accroît le délai de pénétration ou procure une meilleure isolation thermique); d'un autre côté, une protection plus épaisse entraîne une diminution de l'aisance des gestes et du confort de l'utilisateur et accroît la charge thermique. Par ailleurs, les barrières de protection offrant une bonne résistance chimique ont aussi tendance à accroître la gêne du travailleur et la charge thermique, car elles s'opposent en même temps au passage de la vapeur d'eau (c'est-à-dire de la transpiration). En troisième lieu, plus la protection est renforcée, plus il faut de temps pour accomplir une tâche donnée et plus les chances d'erreurs sont grandes. Certains risques (par exemple, la proximité de machines en mouvement, où le risque d'élévation de la charge thermique est plus important que le risque chimique) augmentent avec le port de vêtements de protection. Cette situation est rare mais ne saurait être négligée.

Autre problème: les limitations physiques imposées par le port des vêtements de protection. Par exemple, un opérateur équipé d'une paire de gants épais ne pourra pas exécuter facilement une tâche nécessitant une grande dextérité ou la répétition de mouvements. Un peintre travaillant au pulvérisateur et portant une combinaison hermétique aura une vision très réduite vers les côtés, le haut et le bas, du fait que l'appareil respiratoire et l'oculaire de la combinaison limitent son champ de vision. Ce ne sont que quelques-unes des contraintes ergonomiques liées au port des équipements et des vêtements de protection.

Lors de la sélection d'un vêtement de protection, il faut toujours tenir compte des conditions dans lesquelles les tâches s'effectuent; la meilleure solution est de choisir l'équipement et les vêtements offrant le niveau de protection minimal compatible avec la sécurité.

### L'éducation et la formation

Il est essentiel de donner aux utilisateurs des instructions et une formation adaptées sur les points suivants:

- la nature et l'étendue des risques;
- les circonstances dans lesquelles les vêtements de protection devraient être portés;
- quels vêtements de protection sont nécessaires;
- l'utilisation et les limites des vêtements de protection prévus;
- comment inspecter, mettre, enlever, ajuster et porter correctement les vêtements de protection;
- les procédures de décontamination éventuelles;
- les signes et symptômes de surexposition ou de défaillance de la protection vestimentaire;
- les premiers soins et les procédures d'urgence;
- les recommandations concernant le stockage, la durée de vie, l'entretien et la mise au rebut des vêtements de protection.

Tous ces éléments devraient être inclus dans la formation, de même que toute autre information pertinente qui n'aurait pas déjà été communiquée aux travailleurs dans le cadre d'autres programmes. Pour les domaines familiers, il est conseillé de prévoir tout de même un recyclage. Par exemple, si les travailleurs ont déjà été mis au courant des signes et symptômes de surexposition lors de cours antérieurs de formation à la sécurité chimique, il faut leur rappeler l'importance des symptômes d'exposition cutanée et les comparer à ceux de l'exposition par inhalation. Enfin, le travailleur devrait pouvoir essayer les vêtements de protection qu'il sera appelé à porter pour une tâche donnée avant de faire un choix définitif.

La connaissance des dangers et des limites des vêtements de protection non seulement réduit les risques encourus par l'utilisateur, mais permet aussi au spécialiste de la prévention de savoir ce que le travailleur pense de l'efficacité de cet équipement.

### L'entretien

Le stockage, l'inspection, le nettoyage et la réparation de l'équipement de protection devraient être assurés dans de bonnes conditions pour que celui-ci puisse remplir son office de manière satisfaisante.

Certains vêtements de protection sont soumis à des contraintes de stockage telles que la durée de vie en rayon ou le degré de protection requis contre le rayonnement UV, l'ozone, l'humidité, les températures extrêmes ou encore l'interdiction de les plier. Les produits en caoutchouc naturel, par exemple, sont précisément sujets à toutes les mesures de précaution qui précèdent. À titre indicatif, un grand nombre de combinaisons hermétiques en polymère peuvent s'abîmer si on les plie au lieu de les suspendre. Il est recommandé de consulter les fabricants ou les distributeurs pour connaître ces contraintes particulières.

Les vêtements de protection devraient être fréquemment contrôlés par les utilisateurs (lors de chaque usage, par exemple). Un autre moyen d'inciter les utilisateurs à vérifier leurs vêtements de travail est l'inspection croisée par les collègues. Il est conseillé également de prévoir, dans le règlement de l'entreprise, que les contremaîtres devront procéder à une inspection régulière des vêtements de protection (selon une périodicité bien établie). Les critères d'inspection dépendent de l'usage prévu; cependant, l'examen des déchirures, trous, imperfections et détériorations doit faire partie de ces critères. À titre d'exemple, il faut gonfler avec de l'air les gants en polymère utilisés pour la protection contre les liquides afin de s'assurer qu'il n'y a pas de fuite.

Le nettoyage des vêtements de protection avant réutilisation devrait être effectué avec soin. On peut nettoyer les tissus naturels par des méthodes de lavage normales s'ils ne sont pas contaminés par des substances toxiques. Les méthodes de nettoyage qui conviennent aux fibres et matières synthétiques sont généralement soumises à des limitations. Par exemple, certaines matières traitées pour résister au feu perdent leur efficacité si elles ne sont pas nettoyées correctement. Il arrive fréquemment que les vêtements

utilisés pour la protection contre les produits chimiques non solubles dans l'eau ne puissent être décontaminés par simple lavage au savon (ou autre détergent) et à l'eau. D'après les essais effectués sur les vêtements d'applicateurs de pesticides, il semble que les méthodes de lavage normales soient inefficaces dans le cas de nombreux pesticides. Le nettoyage à sec est tout à fait contre-indiqué, car il est souvent inefficace et peut entraîner une détérioration ou une contamination. Il importe de consulter le fabricant ou le distributeur avant d'essayer des procédés de nettoyage dont la sécurité et la fiabilité n'ont pas été clairement démontrées.

La plupart des vêtements de protection ne sont pas réparables, à l'exception de certaines combinaisons hermétiques en polymères; avant de procéder à une telle opération, il convient toutefois de consulter le fabricant.

### La bonne et la mauvaise utilisation

*Bonne utilisation.* Le choix et l'utilisation des vêtements de protection dépendent essentiellement de l'évaluation des risques encourus. On peut ensuite définir avec précision le niveau d'efficacité requis et les contraintes ergonomiques des tâches. En fin de compte, on cherchera un compromis entre les exigences de la protection du travailleur, le confort et le coût.

Une approche plus systématique consiste à établir un programme pilote, c'est-à-dire une méthode qui permette de minimiser les risques d'erreur, d'améliorer la protection et de fixer des règles cohérentes pour le choix et l'utilisation des vêtements de protection. Un tel programme devrait comprendre les éléments suivants:

1. un organigramme;
2. une méthode d'évaluation des risques;
3. une évaluation des autres moyens de protection;
4. des critères d'efficacité pour les vêtements de protection;
5. des critères et des méthodes de sélection afin d'optimiser les choix;
6. des spécifications pour l'achat des vêtements de protection;
7. un plan de validation du choix effectué;
8. des critères de décontamination et de réutilisation, le cas échéant;
9. un programme de formation des utilisateurs;
10. un programme de vérification de la bonne application des règles.

*Mauvaise utilisation.* Il existe de nombreux cas de mauvaise utilisation des vêtements de protection. Elle résulte souvent d'un manque de compréhension des limitations de ces vêtements de la part des responsables ou des travailleurs, ou des deux à la fois. Un exemple caractéristique serait l'utilisation de vêtements de protection non résistants au feu par des travailleurs qui manipulent des solvants inflammables ou qui travaillent au contact direct des flammes, de charbons ardents ou de métaux en fusion. Les vêtements de protection fabriqués à l'aide de matières à base de polymères telles que le polyéthylène entretiennent la combustion et peuvent fondre sur la peau, provoquant ainsi des brûlures encore plus graves.

Une autre erreur manifeste serait la réutilisation de vêtements de protection (notamment de gants) lorsque le produit chimique en a contaminé l'intérieur, ce qui aurait pour conséquence d'augmenter l'exposition du travailleur à chaque nouvelle utilisation. On rencontre souvent une variante de ce problème lorsque le travailleur utilise des gants en fibres naturelles (cuir ou coton, par exemple) ou ses propres chaussures pour travailler au contact de produits chimiques liquides. Si les produits chimiques éclaboussent les fibres naturelles, celles-ci resteront longtemps imprégnées et pourront contaminer la peau elle-même. Une difficulté analogue peut survenir lorsque des vêtements de travail contaminés sont rapportés au domicile du travailleur pour être nettoyés, ce

qui risque de contaminer la famille entière; cela arrive fréquemment, car les vêtements de travail sont en général lavés avec les autres vêtements de la famille. Dès lors que de nombreux produits chimiques sont insolubles dans l'eau, ils peuvent contaminer les autres vêtements par simple action mécanique. On a constaté plusieurs cas de contamination de ce genre, en particulier dans les industries de fabrication de pesticides ou de transformation des métaux lourds (intoxication des familles de travailleurs qui sont au contact de mercure ou de plomb). Ce ne sont là que quelques-uns des exemples les plus flagrants d'une mauvaise utilisation des vêtements de protection. On peut résoudre ces difficultés simplement si l'on a compris le bon usage et les limites de ces vêtements; cette information devrait pouvoir être obtenue facilement auprès du fabricant et des spécialistes de la prévention.

## ● LA PROTECTION RESPIRATOIRE

*Thomas J. Nelson*

Dans certaines industries, l'air contaminé par des poussières, des fumées, des brouillards, des vapeurs ou des gaz potentiellement dangereux peut être nocif pour les travailleurs. Il est important de limiter de telles expositions si l'on veut prévenir les atteintes à la santé et les maladies professionnelles. La meilleure méthode pour ce faire consiste à réduire autant que possible les risques de contamination sur les lieux de travail, notamment par des moyens de prévention technique (encoffrement ou confinement des opérations, ventilation généralisée ou localisée, remplacement des substances dangereuses par des substances moins nocives, par exemple). Lorsqu'il n'est pas possible de faire appel à des moyens de prévention technique efficaces, ou pendant que ces mesures sont mises en place ou testées, on peut avoir recours à des appareils de protection respiratoire. Pour que ces appareils puissent remplir leur rôle, il convient de bien choisir et de bien organiser le programme de protection respiratoire.

### Les risques respiratoires

Les risques pour l'appareil respiratoire peuvent être dus soit à des aérocontaminants, soit à un manque d'oxygène. Le type de contaminant (matière particulaire, gaz ou vapeur) est lié à l'activité exercée (voir tableau 31.12).

L'oxygène, constituant normal de l'atmosphère, est nécessaire à la vie. Du point de vue physiologique, le manque d'oxygène se manifeste par une insuffisance de ce gaz au niveau des tissus organiques. Cette insuffisance peut être causée par la diminution de la teneur de l'air en oxygène ou par la diminution de la pression partielle d'oxygène (la pression partielle d'un gaz est égale à la proportion de ce gaz dans l'air, multipliée par la pression atmosphérique totale). L'hypoxie dans un lieu de travail se produit le plus souvent lorsque, dans un espace confiné, l'oxygène est déplacé par un autre gaz.

### Les types d'appareils de protection respiratoire

Les appareils de protection respiratoire sont classés selon le type de couvre-face qu'ils comportent et selon le système de protection choisi contre les contaminants ou le manque d'oxygène: filtration ou adduction d'air.

#### Les couvre-face

Les voies d'entrée de l'appareil respiratoire sont le nez et la bouche. Pour qu'une protection respiratoire soit efficace, le nez et la bouche doivent être obturés par un couvre-face dont la fonction est d'isoler d'une manière ou d'une autre les voies respiratoires

des substances dangereuses présentes dans l'atmosphère, tout en assurant une alimentation suffisante en oxygène. On trouve différents modèles de couvre-face ajustés ou non ajustés.

Les couvre-face de type ajusté sont les quarts de masques, les demi-masques, les masques complets et les embouts buccaux. Le quart de masque couvre le nez et la bouche; le bord étanche va de l'arête du nez jusqu'au-dessous des lèvres (quart du visage). Le bord du demi-masque va de l'arête du nez à la partie inférieure du menton (moitié du visage). Le bord du masque complet va du milieu du front jusqu'au-dessous du menton, recouvrant la totalité du visage.

En ce qui concerne les appareils à embout buccal, le système de protection des voies d'entrée est légèrement différent. Le travailleur mord un embout de caoutchouc relié à l'appareil respiratoire et utilise une pince-narines pour se boucher le nez. De cette façon, les deux voies d'entrée du système respiratoire sont obturées. Les appareils à embout buccal constituent une catégorie à part et sont utilisés uniquement dans le cas où il faut évacuer un lieu contaminé. Leur usage étant très restreint, il n'en sera pas question ici.

On peut utiliser les couvre-face de type quart de masque, demi-masque ou masque complet avec un appareil respiratoire filtrant ou sur un appareil à adduction d'air. L'embout buccal, quant à lui, ne s'adapte que sur les appareils filtrants.

Comme leur nom l'indique, les couvre-face non ajustés ne comportent pas de bord étanche protégeant les voies respiratoires. Ils recouvrent simplement le visage, la tête, ou encore la tête et les épaules, créant ainsi un espace protégé. On range également dans cette catégorie les combinaisons qui enveloppent le corps entier (les combinaisons ne comprennent pas les vêtements qui servent de protection cutanée uniquement, tels que les combinaisons anti-projections). Etant donné qu'ils n'isolent pas le visage, les couvre-face non ajustés ne fonctionnent qu'avec des appareils à adduction d'air. Dans ce cas, le débit d'air fourni doit être supérieur au débit d'air nécessaire à la respiration afin d'empêcher que les polluants extérieurs ne pénètrent dans l'appareil.

#### Les appareils filtrants

Dans un appareil filtrant, l'air ambiant passe par un filtre qui élimine les agents contaminants. L'air circule à travers le filtre par la simple action mécanique de la respiration (appareils à pression négative) ou au moyen d'un ventilateur (appareils à ventilation assistée).

Tableau 31.12 • Risques inhérents à certaines activités

Type de risque	Sources ou activités	Exemples
Poussières	Sciage, meulage, ponçage, ébarbage, sablage	Poussières de bois, poussières de charbon, poussières de silice
Fumées	Soudage, brasage, métallurgie	Plomb, zinc, fumées d'oxyde de fer
Brouillards	Peinture au pistolet, électrodéposition, usinage	Brouillards de peinture, brouillards d'huile
Fibres	Isolation, garnitures de friction	Amiante, fibre de verre
Gaz	Soudage, moteurs à combustion interne, traitement des eaux	Ozone, dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, chlore
Vapeurs	Dégraissage, peinture, produits de nettoyage	Chlorure de méthylène, toluène, essences minérales

Le type de filtre détermine les contaminants qui seront éliminés. Pour l'élimination des aérosols, on fait appel à des filtres à efficacité variable; le choix du filtre dépend des caractéristiques des aérosols, et notamment de la taille des particules. Quant aux cartouches antigaz, elles contiennent une substance choisie spécifiquement pour absorber la vapeur ou le gaz contaminant ou pour réagir en sa présence.

### **Les appareils alimentés en air (appareils isolants)**

Les appareils isolants forment une catégorie d'appareils qui permettent d'obtenir une atmosphère respirable indépendante de celle du lieu de travail. Le modèle à adduction d'air comprimé peut fonctionner de trois façons: à la demande, à débit continu ou à la demande à pression positive. Les appareils respiratoires qui fonctionnent à la demande ou à la demande à pression positive peuvent être équipés d'un couvre-face de type demi-masque ou masque complet. Le modèle à débit continu peut également être équipé d'un casque/cagoule ou d'un couvre-face non ajusté (souple).

Le second type d'appareil isolant, dit *autonome*, comporte un système autonome d'alimentation en air. Ces appareils ne peuvent être utilisés que s'il s'agit d'évacuer un endroit dont l'atmosphère est dangereuse ou pour y pénétrer. L'air provient d'une bouteille d'air comprimé ou est produit par réaction chimique.

Certains appareils de protection respiratoire à adduction d'air sont équipés d'une petite bouteille de secours qui permet à l'utilisateur de s'échapper de la zone dangereuse même en cas de défaillance de la bouteille principale.

### **Les modèles mixtes**

Certains appareils spéciaux peuvent être employés à la fois avec adduction d'air et avec filtre. Ce sont des *appareils de protection respiratoire mixtes*.

## **Les programmes de protection respiratoire**

Pour qu'un appareil de protection respiratoire puisse fonctionner comme prévu, il faut mettre en place un programme minimal qui tienne compte de certaines exigences d'ordre général, et cela, quels que soient le type d'appareil utilisé, le nombre d'utilisateurs et la complexité d'emploi. Pour des programmes simples, des directives de base sont suffisantes. Les programmes plus importants devraient être plus détaillés.

A titre d'exemple, examinons l'organisation des contrôles d'étanchéité des appareils. Pour un programme portant sur une ou deux personnes, on peut enregistrer sur une simple fiche la date du dernier test, l'identification de l'appareil testé et la méthode utilisée, alors que pour un programme important concernant des centaines d'utilisateurs, il faudra recourir à une base de données informatisées, ainsi qu'à un système permettant de recenser et de convoquer les personnes qui devront subir un contrôle portant sur la bonne adaptation de l'équipement.

Un bon programme devrait comporter les six éléments suivants.

### **1. La gestion du programme**

La responsabilité du programme devrait être confiée à une seule personne, afin que la direction sache à qui s'adresser le cas échéant. Il est tout aussi important que cette personne soit habilitée à prendre des décisions et à gérer le programme.

Ce responsable devrait être suffisamment au fait des exigences de la protection respiratoire pour pouvoir superviser le programme d'une manière sûre et efficace. Il lui incombera de contrôler les risques respiratoires, de tenir les registres et d'évaluer le programme de protection.

### **2. Les directives écrites**

Les directives relatives au programme seront communiquées par écrit à chacun des participants qui saura ainsi ce qu'il faut faire, quelle est la personne responsable et de quelle façon le programme doit être appliqué. Elles devraient énoncer les objectifs du programme et préciser que son application et la protection de la santé des travailleurs incombent à la direction de l'entreprise. En outre, elles devraient aborder les points ci-après:

- choix des appareils;
- entretien, inspection et réparation;
- formation des employés, des cadres et de la personne qui distribue les appareils;
- contrôle de l'ajustement (étanchéité, notamment);
- tâches administratives comprenant les achats, la gestion des stocks et la tenue des registres;
- maîtrise des risques;
- contrôle de l'utilisation des appareils;
- surveillance médicale;
- appareils de secours en cas d'urgence;
- évaluation du programme.

### **3. La formation**

La formation est une partie importante du programme de protection respiratoire. Les cadres, les utilisateurs et les personnes chargées de la distribution des appareils devraient avoir reçu une formation adéquate. L'agent responsable devrait bien connaître les appareils employés et la raison pour laquelle ils le sont, afin d'en assurer le bon usage; en fait, la personne chargée de la distribution des appareils devrait avoir une formation suffisante pour être sûre de fournir dans chaque cas l'appareil qui convient.

Les travailleurs se servant des appareils de protection respiratoire devraient suivre une formation initiale, puis un recyclage périodique. La formation devrait comprendre des explications et des commentaires sur les points suivants:

1. la nature des risques respiratoires et les éventuelles conséquences pathologiques d'une mauvaise utilisation des appareils;
2. la raison pour laquelle un certain type d'appareil a été choisi;
3. le mode de fonctionnement de cet appareil et ses limites;
4. la manière de porter l'appareil et de vérifier son bon fonctionnement;
5. l'entretien, l'inspection et le rangement de l'appareil;
6. le test d'étanchéité pour les appareils à pression négative.

### **4. L'entretien des appareils de protection respiratoire**

L'entretien des appareils comprend un nettoyage régulier, la détection d'éventuelles détériorations et le remplacement des pièces usagées. La meilleure source d'informations sur la façon d'effectuer le nettoyage, l'inspection, la réparation et l'entretien est le fabricant du matériel.

Les appareils devraient être nettoyés et désinfectés régulièrement. Si un appareil est employé par plusieurs personnes, il devrait être nettoyé et désinfecté à chaque changement d'utilisateur. Les appareils destinés à être utilisés en cas d'urgence devraient être nettoyés et désinfectés après chaque utilisation; cette procédure ne devrait pas être négligée, car il importe que cet équipement soit toujours en bon état. Il faut, par exemple, contrôler la température des liquides de nettoyage pour ne pas abîmer les pièces en élastomère, ou encore nettoyer certaines pièces avec soin ou d'une manière particulière afin de ne pas les détériorer. La documentation fournie par le fabricant précisera la marche à suivre.

Après nettoyage et désinfection, il convient d'inspecter chaque appareil pour s'assurer qu'il est en bon état de fonctionnement, de

vérifier si certaines pièces doivent être remplacées ou réparées ou s'il doit être mis au rebut. L'utilisateur devrait avoir reçu une formation suffisante et bien connaître son appareil de façon à être capable de le vérifier avant chaque utilisation et de confirmer son bon état de marche.

Les appareils réservés aux interventions d'urgence devraient être inspectés régulièrement, de préférence une fois par mois. Lorsqu'on utilise un de ces appareils, il faut le nettoyer et l'inspecter avant de le réutiliser ou de le ranger.

En général, l'inspection comprendra une vérification de l'étanchéité, de l'état du couvre-face, du harnais, des soupapes, des raccords, des courroies, des tuyaux, des filtres, des cartouches, des boîtes, des indicateurs de limite d'utilisation, des composants électriques et de la date limite de stockage, ainsi que du bon fonctionnement des régulateurs, des systèmes d'alarme et de mise en garde.

L'inspection des pièces en élastomère et en plastique, fréquentes dans ce type d'équipement, devrait être effectuée avec un soin particulier. On peut vérifier la souplesse des pièces en caoutchouc ou en élastomère et s'assurer de leur bon état en étirant et en pliant le matériau, de façon à détecter les fissures et les signes d'usure. Les soupapes inspiratoires et expiratoires sont en général assez minces et fragiles. Il faut également vérifier qu'il n'y ait aucun dépôt de savon ou autre détergent sur les joints isolants des soupapes. La détérioration de ces pièces ou la formation de dépôts peut provoquer des fuites au niveau de la soupape. Il faut aussi inspecter les pièces en plastique et s'assurer du bon état du filetage des cartouches, par exemple.

Il importe de s'assurer que les bouteilles d'air et d'oxygène ont bien été remplies conformément aux recommandations du fabricant. Certaines bouteilles devraient être inspectées régulièrement pour vérifier l'état du métal et l'absence de rouille. Cette inspection peut comprendre une épreuve hydrostatique de routine pour tester l'intégrité de la bouteille.

Les pièces défectueuses devraient être remplacées uniquement par du matériel fourni par le fabricant. Il arrive que certaines pièces ressemblent à celles d'autres fabricants, mais que leur fonctionnement soit différent. Toute personne qui effectue des réparations devrait avoir reçu une formation suffisante en matière d'entretien, d'assemblage et de démontage des appareils.

L'entretien des équipements isolants à adduction d'air ou autonomes nécessite une formation plus complète. Les soupapes de réduction de pression ou d'admission, les régulateurs et les dispositifs d'alarme ne devraient être réglés ou réparés que par le fabricant ou par un technicien formé par celui-ci.

Les appareils qui ne sont pas conformes aux normes d'inspection en vigueur devraient être immédiatement retirés du service et réparés ou remplacés.

Les appareils devraient être correctement stockés. Ils risquent en effet de se détériorer s'ils ne sont pas protégés contre les agents physiques et chimiques tels que les vibrations, le soleil, la chaleur, le froid intense, l'excès d'humidité et les produits chimiques corrosifs. Les élastomères utilisés dans les masques se dégradent facilement s'ils ne sont pas protégés. On ne devrait pas stocker des appareils de protection respiratoire dans des endroits tels que des vestiaires ou des boîtes à outils, à moins qu'ils ne soient protégés contre toute contamination ou détérioration.

### 5. L'évaluation médicale

Les appareils de protection respiratoire peuvent parfois porter atteinte à la santé des personnes qui les utilisent, en raison de la contrainte supplémentaire qu'ils imposent à leur système pulmonaire. Il est indiqué qu'un médecin examine les usagers potentiels afin de déterminer s'ils peuvent utiliser ces appareils sans problème. La teneur de l'examen médical relève du médecin; dans certains cas, il pourra demander un bilan de santé plus complet.

Pour ce faire, le médecin devrait connaître le type d'appareil utilisé ainsi que la nature et la durée du travail à exécuter avec celui-ci. Un individu en bonne santé ne devrait pas être gêné par le port de la plupart des appareils de protection respiratoire, notamment les modèles légers à filtre.

Un examen médical plus approfondi sera nécessaire dans le cas des personnes appelées à utiliser un appareil isolant autonome en cas d'urgence. Le poids de l'appareil lui-même augmente considérablement la charge de travail.

### 6. Les appareils de protection respiratoire homologués

De nombreux gouvernements ont mis au point des programmes de tests et une procédure d'homologation pour les appareils utilisés sur le territoire national. Il faut, dans ce cas, se servir d'appareils homologués car, du fait même de leur homologation, ils répondent à des exigences minimales d'efficacité. En l'absence de procédure officielle d'homologation exigée par le gouvernement, un appareil respiratoire agréé par un organisme compétent offrira une meilleure garantie d'efficacité qu'un appareil n'ayant subi aucun test spécial.

### Les difficultés rencontrées dans les programmes de protection respiratoire

La gestion d'un programme de protection respiratoire peut se heurter à diverses difficultés liées à la pilosité faciale et à la compatibilité de l'appareil avec les lunettes et les autres équipements de protection portés en même temps.

#### La pilosité faciale

La pilosité faciale peut poser des problèmes. Certains travailleurs portent la barbe pour des raisons d'esthétique; d'autres ont du mal à se raser, car ils souffrent d'une affection qui provoque l'apparition de contre-poils après rasage. Lorsqu'on inspire, une pression négative se crée à l'intérieur de l'appareil, ce qui permet aux contaminants d'y pénétrer si l'étanchéité de l'appareil n'est pas parfaite; c'est le cas aussi bien pour les appareils filtrants que pour ceux à adduction d'air. Il faut donc parvenir à un compromis qui permette aux personnes de garder la barbe tout en protégeant leur santé.

Plusieurs études ont montré que la pilosité faciale au niveau du bord d'un appareil ajusté provoque des fuites excessives. Elles ont aussi révélé que les fuites dues à la pilosité sont tellement variables qu'il est impossible de déterminer si la protection est suffisante, même si l'appareil est fait sur mesure. En conclusion, un travailleur portant la barbe et un appareil respiratoire ajusté ne peut être certain d'être bien protégé.

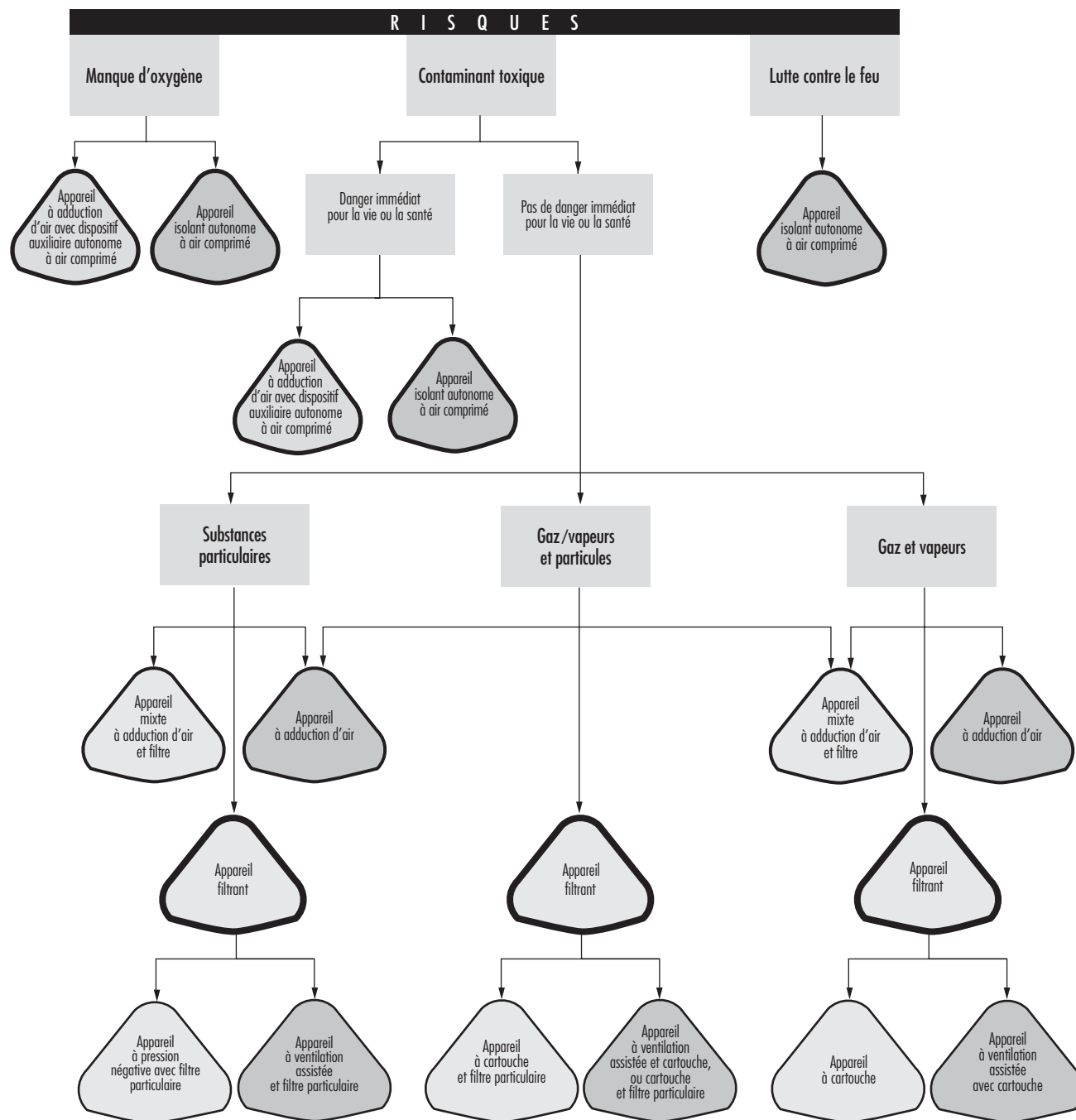
La solution consiste, en premier lieu, à décider si l'on peut utiliser un appareil respiratoire non ajusté. Exception faite des appareils autonomes et des appareils mixtes, il existe, pour chaque type d'appareil ajusté, un appareil non ajusté assurant une protection équivalente.

On peut aussi muter le travailleur à une tâche ne nécessitant pas de protection respiratoire et, en dernier ressort, lui demander de se raser. Pour bien des personnes qui ont du mal à se raser, on peut trouver une solution médicale leur permettant à la fois de se raser et de porter un appareil de protection respiratoire.

#### Les lunettes et autres équipements de protection

De nombreux travailleurs ont besoin de lunettes pour bien voir et, dans certains environnements industriels, il faut porter des lunettes de sécurité ou des protecteurs oculaires pour se prémunir contre les projections d'éclats et de débris. Dans le cas des appareils respiratoires à demi-masque, les lunettes et les protecteurs oculaires risquent de diminuer l'étanchéité au niveau de l'arête du nez. Dans le cas des masques complets, les branches de lunettes créent un espace au niveau du bord, ce qui provoque des fuites.

Figure 31.19 • Guide pour la sélection des appareils de protection respiratoire



Source: American Industrial Hygiene Association, 1991.

Il existe heureusement des solutions. Pour les appareils à demi-masque, on procédera à un test d'étanchéité alors que le travailleur porte les lunettes, protecteurs oculaires et autres équipements de protection requis. Le test doit permettre de vérifier que le bon fonctionnement de l'appareil n'est pas affecté par le port des lunettes et autres équipements.

Avec les masques complets, le travailleur pourra porter soit des lentilles de contact, soit des lunettes spéciales placées à l'intérieur; la plupart des fabricants fournissent des lunettes spéciales à cet

effet. A une certaine époque, il était déconseillé de porter des lentilles de contact avec un appareil de protection respiratoire, mais les recherches ont prouvé que cela ne posait pas de problème.

**Méthode proposée pour la sélection des appareils de protection respiratoire**

Pour bien choisir un appareil de ce type, il faut analyser l'usage qui en sera fait et bien comprendre les limitations de chaque

modèle. Les aspects généraux à prendre en considération sont: les tâches que le travailleur doit exécuter, la manière dont l'appareil sera utilisé, où le travail sera exécuté, les contraintes qui risquent d'être imposées par l'appareil pendant le travail (voir figure 31.19.).

Lors de la sélection d'un appareil respiratoire, il convient de tenir compte de l'activité exercée par le travailleur et du poste qu'il occupe dans la zone dangereuse (il faut déterminer, par exemple, si le travailleur est appelé à rester dans la zone dangereuse de façon continue ou intermittente et si la tâche à effectuer est légère, moyennement pénible ou pénible). Pour une utilisation en continu et un travail pénible, il est conseillé de choisir un appareil respiratoire de faible poids.

Il peut arriver que les conditions ambiantes et les efforts requis aient un effet sur la durée de vie de l'appareil. Ainsi, lors d'un effort physique intense, l'utilisateur peut épuiser la réserve d'air d'un appareil autonome et réduire sa durée de fonctionnement de moitié ou davantage.

Un facteur important dans le choix d'un appareil respiratoire est la durée d'utilisation. Il faut aussi prendre en considération le type de tâche — routinière ou non, urgence, sauvetage, etc. — auquel il est destiné.

Tableau 31.13 • Facteurs de protection assignés d'après la norme ANSI Z88.2-1992

Types d'appareils	Types de couvre-face			
	Demi-masque <sup>1</sup>	Masque complet	Casque/cagoule	Couvre-face non ajusté
Appareils filtrants	10	100		
<b>A adduction d'air</b>				
Isolant autonome à air comprimé (à la demande) <sup>2</sup>	10	100		
A adduction d'air comprimé (à la demande)	10	100		
A ventilation assistée	50	1 000 <sup>3</sup>	1 000 <sup>3</sup>	25
<b>A adduction d'air comprimé</b>				
A pression positive à la demande	50	1 000	—	—
A débit continu	50	1 000	1 000	25
<b>Autonomes</b>				
A pression positive (circuit ouvert/fermé à la demande)	—	<sup>4</sup>	—	—

<sup>1</sup> Y compris les quarts de masques, les demi-masques jetables et les demi-masques en élastomère. <sup>2</sup> Ne pas utiliser les appareils autonomes à la demande en cas d'urgence, par exemple lors d'incendies. <sup>3</sup> Les facteurs de protection indiqués ci-dessus concernent les filtres à haut rendement et les adsorbants (cartouches). Pour les filtres à poussières, étant donné leurs limitations, il est recommandé d'utiliser un facteur de protection assigné de 100. <sup>4</sup> Bien que les appareils à pression positive soient considérés à l'heure actuelle comme étant les plus performants, il semble, d'après quelques simulations effectuées sur le terrain, que tous les utilisateurs n'atteignent pas un facteur de protection de 10 000. On en conclut qu'il n'est pas possible d'attribuer un facteur de protection aux appareils autonomes à pression positive. Afin de faciliter la planification des mesures d'urgence, lorsque les concentrations dangereuses peuvent être estimées, il ne faut pas utiliser un facteur de protection assigné supérieur à 10 000.

Note: les facteurs de protection assignés ne concernent pas les appareils de secours. Pour les appareils mixtes, par exemple les appareils à adduction d'air comprimé équipés d'un filtre, le mode opératoire déterminera le facteur de protection assigné qu'il convient de choisir.

Source: ANSI, 1992.

Avant de choisir un appareil, il faut localiser la zone dangereuse et vérifier s'il existe à proximité une zone sûre avec une atmosphère respirable. On pourra ainsi planifier l'évacuation des travailleurs en cas d'urgence et leur accès pour les opérations d'entretien et de sauvetage. Si la distance jusqu'à la zone d'air respirable est importante ou si le travailleur doit contourner des obstacles, monter des marches ou gravir une échelle, il est déconseillé de choisir un appareil à adduction d'air.

S'il y a un risque d'hypoxie, il faut mesurer le taux d'oxygène dans l'espace de travail considéré. Le type d'appareil (à filtre ou à adduction d'air) qui pourra être utilisé dépendra de la pression partielle d'oxygène. Étant donné que les appareils filtrants ne font que purifier l'atmosphère, il est essentiel que l'air ambiant contienne suffisamment d'oxygène pour permettre de respirer.

Le choix d'un appareil implique également l'analyse de chaque opération, afin de déterminer les dangers éventuels et de sélectionner le type d'appareil qui assurera une protection suffisante.

### La méthode d'évaluation des risques

Pour déterminer les propriétés des produits contaminants qui peuvent être présents sur le lieu de travail, il faut consulter la source d'information la plus fiable, c'est-à-dire les fournisseurs de ces produits. Nombre d'entre eux remettent à leurs clients des fiches techniques de sécurité qui identifient les composants des produits et fournissent des données sur la toxicité et les limites d'exposition admissibles. Il convient de rechercher s'il existe, pour le ou les contaminants considérés, des limites d'exposition publiées et reconnues — telles que la valeur seuil (TLV), la valeur plafond (MEL, C), la concentration moyenne pondérée dans le temps (TWA), la concentration maximale admissible (MAK) ou la valeur limite d'exposition de courte durée (STEL). Il convient aussi de vérifier s'il existe un seuil de risque immédiat pour la vie ou la santé. Tous les appareils comportent certaines limites d'utilisation selon le niveau d'exposition. La connaissance de ces diverses données est nécessaire pour déterminer si l'appareil peut assurer une protection suffisante.

Il faut également rechercher s'il existe des normes officielles pour le ou les contaminants considérés (il en existe pour le plomb et l'amiante, en particulier). Dans l'affirmative, il se peut qu'un certain type d'appareil soit obligatoire, ce qui rend le choix plus facile.

Une caractéristique importante est l'état physique du contaminant. S'il s'agit d'un aérosol, il faut déterminer ou évaluer la taille des particules. La pression de vapeur d'un aérosol joue également un rôle significatif lorsque la température ambiante atteint son maximum.

Il faut aussi établir si le contaminant présent dans l'air peut être absorbé par voie percutanée, provoquer une sensibilisation cutanée ou avoir un effet irritant ou corrosif pour les yeux ou la peau. Dans le cas d'un contaminant présent sous forme de gaz ou de vapeur, il importe de savoir s'il a une certaine odeur, un certain goût ou s'il est irritant à une certaine concentration.

Après avoir identifié le contaminant en question, il s'agit de définir sa concentration; cela se fait habituellement en prélevant un échantillon de la substance et en le faisant analyser par un laboratoire. Il est parfois possible d'estimer le niveau de l'exposition en procédant comme suit.

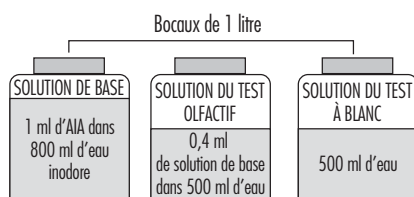
### L'estimation de l'exposition

Il n'est pas toujours nécessaire de procéder à un échantillonnage pour déterminer les risques. On peut estimer l'exposition en la comparant avec les données relatives à des opérations similaires ou en effectuant des calculs au moyen d'un modèle. L'estimation de l'exposition maximale probable peut se faire au moyen de modèles ou en exerçant son propre jugement, et elle peut servir de base au choix d'un appareil de protection respiratoire. Le modèle

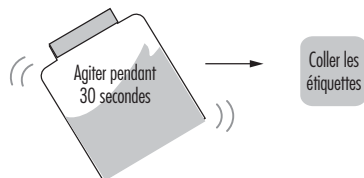
Figure 31.20 • Test qualitatif d'étanchéité à l'acétate d'isoamyle

## Détermination du seuil olfactif

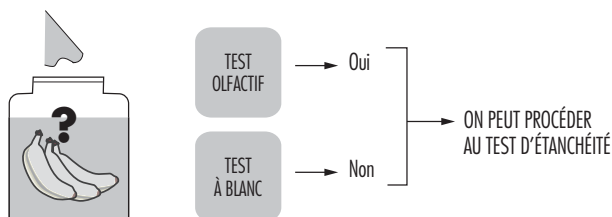
1. Se procurer 3 bocaux en verre d'une contenance de 1 litre (par exemple, des bocaux à conserves). Il convient de noter que certains fabricants vendent un matériel d'essai comportant tous les éléments et solutions nécessaires.
2. Utiliser pour les solutions de l'eau inodore (par exemple, de l'eau distillée ou de l'eau de source) à une température d'environ 25 °C.
3. Préparer la solution de base en mélangeant 1 ml d'acétate d'isoamyle pur (AIA) avec 800 ml d'eau inodore, dans un bocal de 1 litre et en l'agitant pendant 30 secondes. Cette solution devrait être refaite au moins une fois par semaine.
4. Préparer la solution destinée au test olfactif dans un deuxième bocal en versant 0,4 ml de la solution de base dans 500 ml d'eau inodore, à l'aide d'un compte-gouttes ou d'une pipette propre. Agiter pendant 30 secondes et laisser reposer durant 2 à 3 minutes jusqu'à ce que la concentration d'AIA qui surnage se stabilise. Cette solution devrait être changée chaque jour.
5. Préparer un test à blanc dans un troisième bocal en ajoutant 500 ml d'eau inodore.



6. Effectuer le test de détection du seuil olfactif dans une pièce autre que celle qui sera utilisée pour le test d'étanchéité. Il faut que ces deux pièces soient bien ventilées par deux systèmes différents — elles ne doivent pas être raccordées à un système de ventilation à recirculation d'air.
7. Etiqueter le bocal du test olfactif et le bocal du test à blanc de façon qu'on puisse les reconnaître.



8. Demander à la personne soumise au test de s'assurer que les couvercles sont bien fermés, puis de secouer chacun des bocaux avant d'en dévisser le couvercle et de respirer tout près de l'ouverture du bocal pour indiquer celui qui dégage une odeur de banane.
9. Préparer le mélange utilisé pour le test de détection de l'odeur d'AIA dans une pièce autre que celle où le test sera effectué, de manière à ne pas altérer la sensibilité olfactive du sujet.
10. Si le sujet n'est pas capable d'identifier correctement le bocal contenant la solution soumise au test olfactif, il ne faut pas procéder au test d'étanchéité.

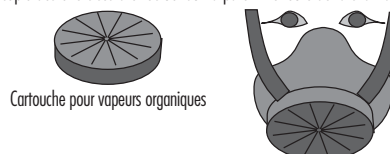


## Test d'étanchéité

1. La chambre expérimentale ressemble en gros à la chemise interne d'un fût de 200 litres suspendue à l'envers au-dessus d'un cadre de 60 cm de diamètre environ, de façon que son sommet se trouve à 15 cm environ de la tête du sujet. Fixer un petit crochet au fond de la chambre.



2. Equiper chacun des appareils de protection respiratoire dont il faut vérifier le bon équipement et l'étanchéité de cartouches pour vapeurs organiques ou de tout autre système de protection contre les vapeurs organiques. Les cartouches ou les masques devraient être changés au moins une fois par semaine.
3. Après avoir choisi un appareil de protection respiratoire et après l'avoir bien ajusté sur l'utilisateur, placer celui-ci dans la pièce où aura lieu le test d'étanchéité. Cette pièce devra être autre que la pièce ayant servi à la détection du seuil olfactif et à la sélection de l'appareil, et elle devra être bien ventilée par un système ou une hotte d'aspiration afin d'empêcher que la pièce entière ne soit contaminée.
4. Coller une copie des exercices à effectuer sur la paroi intérieure de la chambre expérimentale.



5. Lorsque la personne soumise au test entre dans la chambre expérimentale, lui remettre une feuille de 12 x 15 cm environ de papier absorbant ou de toute autre matière poreuse absorbante constituée d'une couche unique, pliée en deux et imprégnée de 0,75 ml d'AIA pur. Lui demander de la suspendre au crochet.
6. Attendre 2 minutes afin que la concentration d'AIA soit suffisante pour commencer les exercices d'étanchéité. On peut pendant ce temps expliquer au sujet le protocole du test, l'importance de sa coopération, l'objet des exercices à effectuer avec la tête et lui montrer certains des exercices.
7. Chaque exercice devrait être effectué pendant une durée allant de 30 secondes à 1 minute.
8. Si, à un moment quelconque durant le test, le sujet détecte l'odeur de banane de l'AIA, il devrait sortir de la chambre expérimentale et quitter le lieu du test rapidement, afin d'éviter que ses sens olfactifs ne s'épuisent.

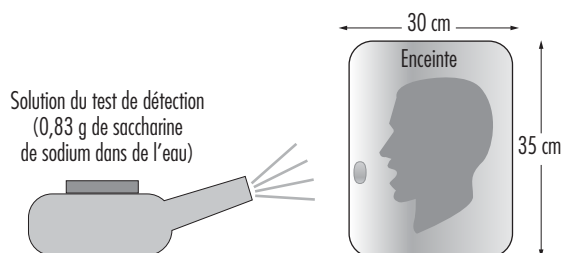


9. Lorsque le sujet revient dans la pièce réservée aux choix des appareils de protection respiratoire, il devrait retirer l'appareil, refaire le test de sensibilité olfactive, choisir et mettre un nouveau masque, aller à la chambre expérimentale, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ait trouvé l'appareil qui convient. S'il ne peut pas faire le test de sensibilité olfactive, il devrait attendre environ 5 minutes avant de recommencer. La sensibilité olfactive sera revenue la plupart du temps après ce délai.
10. Lorsqu'on a trouvé le bon appareil de protection respiratoire, il faut en prouver l'efficacité à l'utilisateur en lui demandant de laisser passer de l'air sous le bord et de prendre une inspiration avant de sortir de la chambre expérimentale.
11. Les personnes qui auront passé le test d'étanchéité avec succès pourront recevoir un appareil dont le facteur de protection est égal ou inférieur à 10.

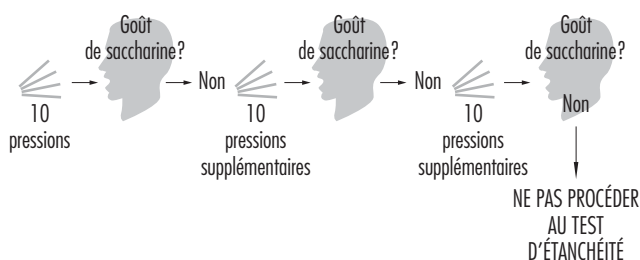
Figure 31.21 • Test qualitatif d'étanchéité à la saccharine en aérosol

## Détermination du seuil gustatif

1. Utiliser une enceinte d'environ 30 cm de diamètre et 35 cm de hauteur dont la paroi antérieure (au moins) est transparente. La tête, équipée de l'appareil de protection respiratoire, devrait pouvoir bouger librement. Il convient de noter que certains fabricants vendent un matériel de test contenant tous les éléments et solutions nécessaires.
2. L'enceinte devrait comporter un orifice de 4 cm environ devant le nez et la bouche du sujet, de façon à pouvoir y faire passer l'embout d'un nébuliseur.
3. Expliquer en détail le protocole du test avant de commencer.
4. Demander au sujet de placer sa tête à l'intérieur de l'enceinte. Pour le test de détection du seuil gustatif, le sujet devrait respirer par la bouche.
5. Pulvériser la solution à l'intérieur de l'enceinte au moyen d'un nébuliseur DeVilbiss (modèle 40) ou d'un nébuliseur similaire. Bien étiqueter le nébuliseur afin de ne pas le confondre avec celui qui contient la solution utilisée pour le test d'étanchéité (voir ci-après).
6. La solution permettant de déterminer le seuil de sensibilité se compose de 0,83 g de saccharine de sodium et d'eau. Pour la préparer, verser 1 ml de la solution destinée à être utilisée lors du test d'étanchéité (voir ci-après) dans 100 ml d'eau.



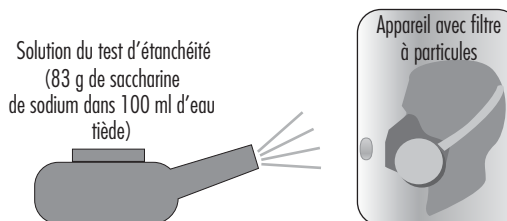
7. Pour obtenir l'aérosol, serrer fortement le corps du nébuliseur de façon à le comprimer complètement, puis relâcher pour qu'il reprenne sa forme initiale.
8. Presser 10 fois de suite rapidement, de manière à diriger l'aérosol de saccharine vers l'enceinte et demander au sujet s'il peut sentir le goût de la saccharine. Si le nébuliseur est utilisé correctement, il libérera environ 1 ml de liquide toutes les 10 pressions.
9. Si la première réaction est négative, presser à nouveau 10 fois rapidement et redemander si le goût de la saccharine est perceptible.
10. Si la seconde réaction est négative, renouveler ce test.
11. Noter le nombre de pressions nécessaires pour obtenir un résultat (10, 20 ou 30).



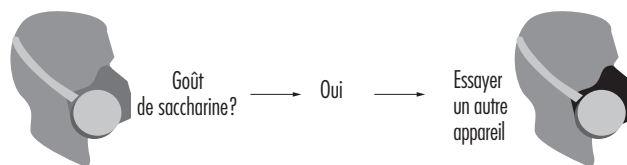
12. Si le goût de la saccharine n'a pas été perçu après 30 pressions, ne pas procéder au test d'étanchéité.
13. Dans le cas d'une réaction positive, demander au sujet de se souvenir du goût, afin de pouvoir s'y référer lors du test d'étanchéité.

## Test d'étanchéité

1. Utiliser la même enceinte que pour le test précédent.
2. Choisir les appareils de protection respiratoire à tester selon la méthode ci-contre. L'appareil devrait être équipé d'un filtre particulaire.
3. L'utilisateur devrait porter l'appareil plusieurs minutes avant de commencer le test d'étanchéité.
4. Mettre l'enceinte en place.
5. Demander à l'utilisateur de ne pas manger ni boire (excepté de l'eau), ni mâcher de chewing-gum pendant les 15 minutes qui précèdent le test.
6. Utiliser un second nébuliseur DeVilbiss (modèle 40) ou un nébuliseur similaire pour pulvériser la solution dans l'enceinte. Bien l'étiqueter pour ne pas le confondre avec le nébuliseur employé lors du test de détection du seuil gustatif.
7. Préparer la solution du test en versant 83 g de saccharine de sodium dans 100 ml d'eau tiède.
8. Comme auparavant, demander au sujet de respirer par la bouche.



9. Faire passer le nébuliseur par l'orifice situé à l'avant de l'enceinte. Comme pour le test de détection du seuil gustatif, pulvériser la solution à l'intérieur de l'enceinte et presser autant de fois que nécessaire (10, 20 ou 30 fois) pour obtenir une réaction gustative.
10. Après libération de l'aérosol, demander au sujet de faire les exercices de test mentionnés ci-dessus.
11. Toutes les 30 secondes, remplir le nébuliseur avec la concentration d'aérosols en pressant 2 fois moins souvent qu'avant (5, 10 ou 15 fois).



12. Demander au sujet d'indiquer s'il arrive à déceler un goût de saccharine.
13. Dans ce cas, considérer le test d'étanchéité comme négatif et essayer un autre appareil.
14. Les personnes qui auront passé le test d'étanchéité avec succès pourront recevoir un appareil dont le facteur de protection n'excède pas 10.

le plus simple pour ce faire est celui de l'évaporation: on fait évaporer une quantité donnée de la substance considérée dans un volume d'air connu et l'on dose la concentration des vapeurs dont on pourra déduire le niveau d'exposition. On peut procéder à des corrections afin de tenir compte des effets de dilution ou de la ventilation.

On peut également trouver des informations sur l'exposition dans les revues spécialisées ou dans des publications professionnelles qui fournissent des données d'exposition pour diverses bran-

ches d'activité. Les données provenant d'associations professionnelles et de programmes de prévention relatifs à des procédés similaires peuvent aussi se révéler utiles.

La mise en œuvre de mesures de protection sur la base d'une estimation du niveau d'exposition suppose une appréciation fondée sur l'expérience que l'on a du type d'exposition considéré. Ainsi, les données de monitoring de l'air recueillies en service normal ne seront d'aucune utilité si une fuite soudaine se produit pour la première fois dans une canalisation. Il faut anticiper le

risque de dégagements accidentels de ce genre avant de se prononcer sur la nécessité de mettre en place un programme de protection respiratoire, et sélectionner ensuite le type d'appareil adapté à la concentration probable du contaminant et à sa nature. Dans le cas d'un procédé dans lequel le toluène est utilisé à la température ambiante, par exemple, un appareil simple assurant un débit d'air continu suffit, puisque la concentration du toluène ne devrait pas dépasser le niveau de danger immédiat pour la vie et la santé qui est de 2 000 ppm. En cas de fuite se produisant dans une conduite de dioxyde de soufre, par contre, il faudra prévoir un dispositif plus efficace — par exemple un appareil isolant à adduction d'air avec une bouteille de secours — car ce genre de fuite peut rapidement provoquer une concentration ambiante du contaminant dépassant le niveau de danger immédiat pour la vie et la santé (20 ppm). Le processus de sélection des appareils sera examiné plus en détail dans la section qui suit.

### La sélection d'un modèle spécifique d'appareil de protection respiratoire

Lorsqu'il est impossible de déterminer à quels contaminants potentiellement dangereux on a affaire, il faut considérer l'atmosphère en question comme présentant un danger immédiat pour la vie ou la santé. Il faut, dans ce cas, avoir recours à un appareil autonome ou à un appareil à adduction d'air avec bouteille de secours. De même, si l'on ne dispose d'aucune valeur limite d'exposition, ni d'aucune directive, et s'il est impossible d'estimer la toxicité, il faut considérer l'atmosphère comme présentant un risque immédiat dangereux pour la vie ou la santé et choisir un appareil autonome (voir, plus loin, les commentaires relatifs aux atmosphères de cette catégorie).

Quelques pays ont des normes très précises réglementant l'utilisation des appareils de protection respiratoire dans certaines situations et pour certains produits chimiques. Lorsqu'une norme contraignante spécifique existe pour un contaminant donné, elle doit évidemment être appliquée.

Dans le cas des atmosphères hypoxiques, le choix du type d'appareil dépend de la pression partielle et de la concentration d'oxygène, ainsi que de la concentration d'autres contaminants éventuels.

### Le taux de risque et le facteur de protection assigné

Le taux de risque est défini par le quotient de la concentration mesurée ou estimée du contaminant considéré et de sa valeur limite d'exposition (officielle ou recommandée). On choisit alors un appareil respiratoire adapté au contaminant en question et dont le facteur de protection assigné (FPA) est supérieur au taux de risque calculé (ce facteur caractérisant le degré d'efficacité estimé d'un appareil respiratoire). Dans de nombreux pays, le FPA des demi-masques est égal à 10, ce qui signifie que la concentration du contaminant sera 10 fois plus faible à l'intérieur de l'appareil.

Aux États-Unis, les valeurs FPA sont données dans les règlements en vigueur, ainsi que dans la norme nationale, American National Standard for Respiratory Protection (ANSI Z88.2-1992) (ANSI, 1992). Les FPA de cette norme figurent au tableau 31.13.

S'il s'agit, par exemple, d'une exposition au styrène (limite d'exposition 50 ppm), lorsque tous les résultats des mesures sur place sont inférieurs à 150 ppm, le taux de risque est égal à 3. Un appareil respiratoire à demi-masque ayant un FPA de 10 offrira donc une marge de sécurité suffisante.

Lorsque les prélèvements sont effectués dans les «pires» conditions, ou lorsqu'on ne dispose que d'un nombre limité de données, il faut faire appel au bon sens pour décider si les informations dont on dispose sont suffisantes pour permettre une évaluation

relativement fiable des niveaux d'exposition. Si l'on a, par exemple, prélevé deux échantillons pour une tâche de courte durée représentant le «pire des cas», et si les résultats des deux échantillons sont inférieurs au double de la limite d'exposition (taux de risque égal à 2), il semble qu'un appareil de protection respiratoire avec demi-masque ayant un FPA de 10 soit un bon choix et qu'un appareil isolant à adduction d'air avec masque complet à débit continu (ayant un FPA de 1 000) assure une protection suffisante. Il faut aussi que la concentration du contaminant soit inférieure à la concentration maximale prévue pour la cartouche (cette information est fournie par le fabricant).

### Les aérosols, gaz et vapeurs

Lorsque le contaminant est un aérosol, il faut utiliser un filtre que l'on choisira en fonction de son efficacité pour le type de particules considéré. La documentation fournie par le fabricant guide dans ce choix. Ainsi, si le contaminant est une peinture, une laque, un vernis ou un émail, on peut utiliser un filtre prévu spécialement pour les brouillards de peinture. D'autres filtres sont conçus pour les fumées ou pour les particules d'une taille supérieure à la moyenne.

S'il s'agit d'un gaz ou de vapeurs, la défaillance de la cartouche doit pouvoir être décelée à temps. On considère que la cartouche cesse d'être efficace lorsqu'on constate une odeur, un goût ou une irritation. Il faut donc que le taux de concentration auquel ces signes apparaissent soit inférieur à la limite d'exposition. Si le contaminant est un gaz ou une vapeur dont la présence est difficilement décelable, il est en général conseillé de choisir des appareils isolants à adduction d'air.

Il arrive cependant que les appareils de ce type ne puissent pas être utilisés, faute d'une alimentation en air comprimé ou parce que les travailleurs doivent pouvoir se déplacer. On peut, dans ce cas, se servir de dispositifs à filtre équipés d'un indicateur signalant la fin de la durée de vie utile de l'appareil, de façon que l'utilisateur soit prévenu suffisamment à l'avance. On peut aussi programmer le remplacement des cartouches; la périodicité, dans ce cas, sera fonction des caractéristiques des cartouches, de la concentration estimée du contaminant, du mode d'utilisation et de la durée d'exposition.

### Le choix d'un appareil respiratoire à utiliser en cas d'urgence ou dans des situations de danger immédiat pour la vie ou la santé

Ainsi qu'on l'a dit, on considérera qu'une situation présente un danger immédiat pour la vie ou la santé si la concentration du contaminant n'est pas connue. Il est également raisonnable de penser que les espaces confinés où la proportion d'oxygène est inférieure à 20,9% présentent un danger immédiat pour la vie et la santé. Les risques associés aux espaces de ce type sont particuliers, et l'on enregistre de nombreux accidents graves et même mortels dus au manque d'oxygène. Toute chute de la proportion d'oxygène est un signe, à tout le moins, que l'espace confiné est insuffisamment ventilé.

Les appareils de protection respiratoire destinés à être utilisés à pression atmosphérique normale dans des conditions présentant un danger immédiat pour la vie ou la santé sont soit du type isolant autonome à air comprimé à pression positive, soit du type à adduction d'air avec bouteille de secours. L'emploi d'un appareil respiratoire dans de telles conditions exige la présence d'au moins une personne prête à intervenir et postée dans un endroit sûr. Cette personne devrait disposer d'un équipement adéquat pour pouvoir, le cas échéant, porter secours à l'utilisateur. Ces deux personnes devraient pouvoir communiquer. Tout travailleur utilisant un appareil dans les conditions que l'on vient de mentionner devrait être équipé d'un harnais relié à un filin qui permette de l'évacuer de la zone dangereuse en cas de nécessité.

### Les atmosphères hypoxiques

A proprement parler, le manque d'oxygène est une simple question de pression partielle dans une atmosphère donnée. Il peut être dû soit à une réduction du taux de ce gaz dans l'atmosphère, soit à une diminution de la pression, soit aux deux à la fois. A haute altitude, la diminution de la pression atmosphérique totale peut se traduire par une très faible pression d'oxygène.

Pour survivre, l'être humain a besoin d'une pression partielle d'oxygène d'environ 95 mm de mercure (torr). La pression exacte varie suivant les personnes en fonction de leur état de santé et de leur faculté d'adaptation à une pression d'oxygène réduite. La pression de 95 mm de mercure équivaut à 12,5% d'oxygène au niveau de la mer et à 21% d'oxygène à une altitude de 4 270 m. Une telle atmosphère peut être dangereuse pour les personnes dont la tolérance à l'hypoxie est faible ou pour celles non acclimatées qui doivent effectuer un travail exigeant une concentration intense ou un gros effort physique.

Pour pallier ces difficultés, on devrait prévoir des appareils isolants à adduction d'air lorsque les pressions partielles d'oxygène sont élevées, par exemple 120 mm de mercure ou une proportion de 16% d'oxygène au niveau de la mer. Un médecin devrait être consulté pour toutes les décisions impliquant un travail en atmosphère pauvre en oxygène. Il peut arriver que certaines directives officielles concernant les taux d'oxygène ou les pressions partielles pour lesquels des appareils de protection respiratoire à adduction d'air sont obligatoires diffèrent des recommandations générales formulées ci-dessus.

### Les méthodes préconisées pour les tests d'étanchéité

Un contrôle périodique de l'étanchéité des appareils à pression négative devrait être effectué pour chaque utilisateur. La morphologie des visages diffère d'une personne à l'autre et un appareil donné pourra ne pas convenir à chacune d'elles. De l'air contaminé pourrait s'infiltrer dans l'appareil respiratoire en raison d'une mauvaise étanchéité, diminuant ainsi le degré de protection. Il faut effectuer les tests d'étanchéité périodiquement et chaque fois que certains événements risquent de modifier l'étanchéité du couvre-face (par exemple, une grosse cicatrice sous le joint d'étanchéité, des soins dentaires, une chirurgie plastique ou esthétique). Lors du test, le sujet portera l'équipement de protection (lunettes, pro-

tecteur oculaire, écran facial, casque de soudage, etc.) dont il se sert pour travailler et qui risque de diminuer l'étanchéité de l'appareil de protection respiratoire. Il importe de configurer celui-ci d'une manière qui corresponde aux conditions d'utilisation réelles, c'est-à-dire avec une cartouche en place.

### Les méthodes à appliquer pour les tests d'étanchéité

Il faut procéder à des tests d'étanchéité pour déterminer quel modèle et quelle taille de couvre-face conviendront au visage de chacun. Avant de procéder au test, il faut expliquer à l'utilisateur comment employer l'appareil et comment le mettre en place correctement, l'objet du test et la méthode appliquée. Il doit comprendre qu'on lui demande de choisir l'appareil le plus confortable. Chaque appareil de protection respiratoire a une taille et une forme particulières et n'apportera une protection efficace que s'il est bien adapté et utilisé correctement.

Il n'existe pas d'appareil pouvant s'adapter à toutes les formes de visages. Pour faire un choix judicieux et pouvoir faire correspondre les appareils à des morphologies faciales différentes, il faut disposer d'un nombre minimum de tailles et de modèles.

Il faut indiquer à la personne testée comment porter chaque couvre-face et comment éliminer d'emblée ceux qui ne conviennent pas. On commence habituellement par un demi-masque et, en cas d'échec, on passe au masque complet (certaines personnes n'arrivent pas à porter un demi-masque).

Avant de commencer le test, le sujet devrait vérifier l'étanchéité à pression négative ou positive, conformément aux instructions du fabricant. Il peut alors procéder aux tests d'étanchéité en appliquant l'une des méthodes décrites ci-après. Il existe d'autres tests d'étanchéité, par exemple les méthodes quantitatives qui mesurent les fuites à l'aide d'instruments. Certains tests d'étanchéité qualitatifs ne nécessitent pas un matériel onéreux: il s'agit 1) du protocole à base d'acétate d'isoamyle (AIA); 2) du protocole utilisant une solution de saccharine en aérosol (voir figures 31.20 et 31.21).

*Exercices.* Durant les tests d'étanchéité, l'utilisateur devrait faire plusieurs exercices pour s'assurer que l'appareil ne le gêne pas lorsqu'il effectue certains gestes élémentaires ou indispensables. Les six exercices recommandés sont les suivants: ne pas bouger, respirer normalement, respirer profondément, bouger la tête de gauche à droite, de haut en bas, et parler.

### Références bibliographiques

- American Industrial Hygiene Association (AIHA), 1991: *Respiratory Protection: A Manual and Guideline* (Fairfax, Virginie).
- American National Standards Institute (ANSI), 1974: *Method for the Measurement of Real-Ear Protection of Hearing Protectors and Physical Attenuation of Earmuffs*, document n° S3.19-1974, Acoustical Society of America (ASA STD1-1975) (New York).
- 1984: *Method for the Measurement of Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors*, document n° S12.6-1984, Acoustical Society of America (ASA STD55-1984) (New York).
- 1992: *American National Standard for Respiratory Protection*, document n° ANSI Z88.2-1992 (New York).
- Berger, E.H., 1988: «Hearing protectors — Specifications, fitting, use and performance», dans D.M. Lipscomb (directeur de publication): *Hearing Conservation in Industry, Schools and the Military* (Boston, College-Hill Press).
- 1991: «Flat-response, moderate-attenuation and level-dependent HPDs: How they work, and what they can do for you», *Spectrum*, vol. 8, supplément, pp. 1-17.
- Berger, E.H., Franks, J.R. et Lindgren, F., 1996: «International review of field studies of hearing protector attenuation», dans A. Axelsson, H. Borchgrevink, L. Hellstrom, R.P. Hamernik, D. Henderson et R.J. Salvi (directeurs de publication): *Proceedings of the Fifth International Symposium: Effects of Noise On Hearing* (New York, Thieme Medical).
- Berger, E.H., Kerivan, J.E. et Mintz, F., 1982: «Interlaboratory variability in the measurement of hearing protector attenuation», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 16, n° 1, pp. 14-19.
- British Standards Institute (BSI), 1994: *Hearing Protectors — Recommendations for Selection, Use, Care and Maintenance — Guidance Document*, document n° BSI EN 458:1994 (Londres).
- Comité européen de normalisation (CEN), 1995: *Industrial Safety Helmets*, European Standard EN 397-1995 (Bruxelles).
- Communauté économique européenne (CEE), 1989: «Directive du Conseil, du 21 décembre 1989, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux équipements de protection individuelle [89/686/CEE]», *Journal officiel des Communautés européennes*, vol. 32, n° L 399, pp. 18-38.
- Environmental Protection Agency (EPA), 1979: «Noise labeling requirements for hearing protectors», US Environmental Protection Agency, *Federal Registry*, vol. 44, n° 190, pp. 56130-56147 (Washington, DC, GPO).
- Franks, J.R., 1988: «Number of workers exposed to occupational noise», dans W. Melnick (directeur de publication): *Seminars in Hearing*, vol. 9, n° 4, pp. 287-298.
- Franks, J.R., Themann, C.L. et Sherris, C., 1995: *The NIOSH Compendium of Hearing Protective Devices*, publication n° 95-105 (Cincinnati, NIOSH).
- Luz, J., Melamed, S., Najenson, T., Bar, N. et Green, M.S., 1991: «The structured ergonomic stress level (E-S-L) index as a predictor of accident and sick leave among male industrial employees», dans L. Fechter (directeur de publication): *Proceedings of the ICCEF 90 Conference* (Baltimore, ICCEF).
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 1987: *NIOSH Respirator Decision Logic* (Cincinnati, Division of Standards Development and Technology Transfer).
- Nixon, C.W. et Berger, E.H., 1991: «Hearing protection devices», dans C.M. Harris (directeur de publi-

- cation): *Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control* (New York, McGraw-Hill).
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 1983: «Occupational Noise Exposure: Hearing Conservation Amendment, Final Rule», *Federal Registry*, vol. 48, n° 46, pp. 9738-9785 (Washington, DC, GPO).
- Organisation internationale de normalisation (ISO), 1977: *Casques de protection pour l'industrie* (norme internationale ISO 3873-1977) (Genève).
- 1979: *Protecteurs individuels de l'œil pour le soudage et les techniques connexes — filtres — utilisation et spécifications de transmission* (norme internationale ISO 4850-1979) (Genève).
- 1990: *Acoustique — Protecteurs individuels contre le bruit — Partie 1: Méthode subjective de mesure de l'affaiblissement acoustique* (norme internationale ISO 4869-1-1990) (Genève).
- 1994: *Acoustique — Protecteurs individuels contre le bruit — Partie 2: Estimation des niveaux de pression acoustique pondérés A en cas d'utilisation de protecteurs individuels contre le bruit* (norme internationale ISO 4869-2-1994) (Genève).
- Rosenstock, L.R., 1995: «Letter of March 13, 1995 from L. Rosenstock, Director, National Institute for Occupational Safety and Health, to James R. Petric, Committee Chairperson, Mine Safety and Health Administration, US Department of Labour».
- Références complémentaires**
- American National Standards Institute (ANSI), 1989: *Practice for Occupational and Educational Eye and Face Protection*, document n° ANSI Z87.1-1989 (New York).
- Bureau of Labour Statistics, 1980: *Work Injury Report — An Administrative Report on Accidents Involving Foot Injuries* (Washington, DC, Bureau of Labour Statistics, Department of Labour).
- Comité européen de normalisation (CEN), 1995: *Specification for Welding Filters with Switchable Luminous Transmittance and Welding Filters with Dual Luminous Transmittance*, Final Draft, réf. n° pr EN 379: 1993E.
- «Head protection at work», 1986: *Journal of Occupational Accidents*, vol. 8, n° 3, pp. 157-236.
- Marsh, J.L., 1984: «Evaluation of saccharin qualitative fitting test for respirators», *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 45, n° 6, pp. 371-376.
- Mayer, A., Salsi, S. et Grosdemange, J.P., 1974: «Casques de protection pour l'industrie: bilan des essais, principales données constructives pour le fabricant — Critères de choix pour l'utilisateur», *Notes scientifiques et techniques*, vol. n° 14 (Paris, INRS).
- Miura, T., 1978: *Shoes and Foot Hygiene* (en japonais) (Tokyo, Bunka Publishing Bureau).
- 1983: «Eye and face protection», dans L. Parmegiani (directeur de publication): *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, 3<sup>e</sup> édition (Genève, BIT).
- National Safety Council, non daté: *Safety Hats, Data Sheet 1-561 Rev. 87* (Chicago).
- Nelson, T.J., Skredtvedt, O.T., Loschiavo, J.L. et Dixon, S.W., 1984: «Development of an improved qualitative fit test using isoamyl acetate», *Journal of the International Society for Respiratory Protection*, vol. 2, n° 2, pp. 225-248.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 1994: «Respiratory Protection», *Federal Registry*, Titre 29, Part 1910, Subpart 134 (Washington, DC, GPO).
- Organisation internationale de normalisation (ISO), 1981: *Protecteurs individuels de l'œil — Filtres et protecteurs de l'œil contre les rayons laser* (norme internationale ISO 6161-1981) (Genève).
- Pritchard, J.A., 1976: *A Guide to Industrial Respiratory Protection* (Cincinnati, NIOSH).
- Scalone, A.A., Davidson, R.D. et Brown, D.T., 1977: *Development of Test Methods and Procedures for Foot Protection* (Cincinnati, NIOSH).