



# Les appareils de protection respiratoire

Choix et utilisation

## L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les Carsat, Cram, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés.

Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les Carsat. Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collège représentant les employeurs et d'un collège représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

### **Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), les caisses régionales d'assurance maladie (Cram) et caisses générales de sécurité sociale (CGSS)**

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les caisses régionales d'assurance maladie et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2011. Conception graphique et mise en pages : Atelier Causse · Illustrations Jean-André Deledda · Photo de couverture : Claude Almodovar

# Les appareils de protection respiratoire

## Choix et utilisation

Mise à jour  
M. Guimon, INRS

ED 6106  
octobre 2011

# Sommaire



## INTRODUCTION

3

## 1. CLASSIFICATION

5

- 1.1. Appareils filtrants et appareils isolants
- 1.2. Pièces faciales
- 1.3. Filtres
- 1.4. Air respirable

6  
7  
10  
20

## 2. CHOIX

23

- 2.1. Étape 1 - Choix de la (ou des) famille(s) d'appareils de protection respiratoire
- 2.2. Étape 2 - Détermination du niveau de protection
- 2.3. Étape 3 - Adaptation à la situation de travail
- 2.4. Étape 4 - Essais d'ajustement
- 2.5. Appareils d'évacuation et de survie

24  
25  
29  
32  
33

## 3. UTILISATION

35

- 3.1. Tests d'étanchéité
- 3.2. Programme de protection respiratoire

36  
37

## 4. STOCKAGE ET ENTRETIEN

39

- 4.1. Nettoyage et désinfection
- 4.2. Entretien et maintenance
- 4.3. Stockage

40  
40  
44

## 5. RÉGLEMENTATION. NORMALISATION

45

- 5.1. Réglementation
- 5.2. Normalisation

46  
46

## 6. ANNEXES

49

ANNEXE 1. Nomenclature

50

ANNEXE 2. Facteurs de protection nominaux et facteurs de protection assignés utilisés dans divers pays européens (annexe C de la norme NF EN 529)

62

ANNEXE 3. Facteurs de protection assignés conseillés par l'INRS

64

# Introduction



Ce guide s'adresse à toute personne qui doit procéder au choix d'un appareil de protection respiratoire pour une situation de travail où il existe un risque d'altération de la santé par inhalation d'un air pollué par des gaz, vapeurs, poussières, aérosols ou d'un air appauvri en oxygène.

Avant de recourir au port d'un appareil de protection respiratoire, il est indispensable, comme le prévoit la réglementation, de mettre en œuvre d'autres solutions de prévention comme la substitution des produits dangereux ou des techniques d'assainissement de l'air (enclôture du procédé, captage des polluants, ventilation des locaux...).

Lorsque ces mesures sont techniquement impossibles à mettre en place, sont insuffisantes ou nécessitent un délai d'application, alors l'utilisation d'un appareil de protection respiratoire est nécessaire.

En dehors de ces situations de travail, certains appareils de protection respiratoire sont prévus pour des opérations de sauvetage ou de secours menées vers des personnes situées dans une zone présentant un risque par inhalation, en cas d'intervention sur un incendie, sur une fuite gazeuse ou dans une enceinte où l'atmosphère est ou risque de devenir dangereuse par inhalation. D'autres types d'appareils sont destinés à protéger les personnes lorsqu'elles sont amenées à évacuer d'urgence une zone accidentellement contaminée, et d'autres encore à fournir l'air respirable nécessaire à la survie de personnels en situation d'attente de secours dans un espace clos dont la teneur en oxygène tend à se raréfier.

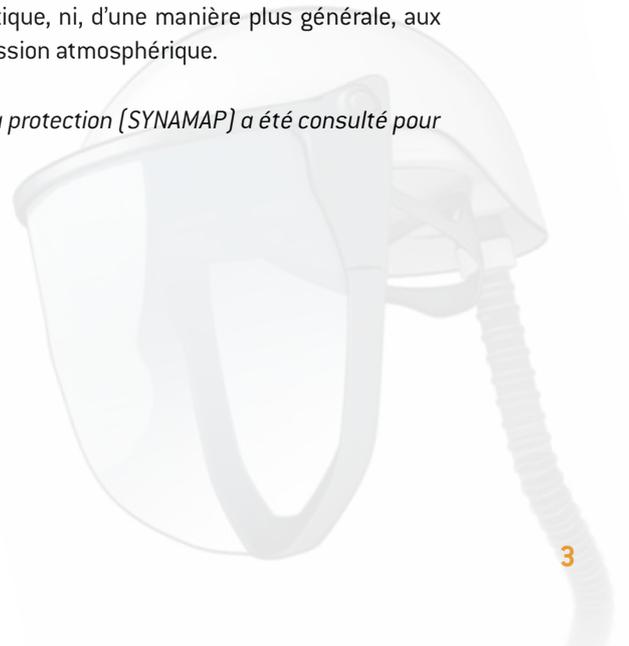
Il existe de très nombreux types d'appareils de protection respiratoire qui ont été conçus par les fabricants pour s'adapter chacun à un domaine précis et restreint de situations d'utilisation. Un utilisateur pourrait se trouver en situation de grave danger si le type d'appareil sélectionné n'était pas adapté, ou encore si l'appareil était utilisé en dehors des limites prévues par le fabricant.

Ce document détaille les différents types d'appareils de protection respiratoire existants. Il propose une méthode d'aide au choix de l'équipement le plus adapté à une situation de travail donnée. Il fournit également des critères d'utilisation, de stockage et d'entretien de chaque matériel.

Les critères retenus dans ce guide sont issus des données techniques et des spécifications figurant dans les normes européennes élaborées par le comité technique 79 du comité européen de normalisation (CEN/TC 79).

Ce document ne s'applique pas aux appareils de plongée subaquatique, ni, d'une manière plus générale, aux appareils destinés à intervenir à des pressions différentes de la pression atmosphérique.

*Le Syndicat national des acteurs du marché de la prévention et de la protection (SYNAMAP) a été consulté pour l'élaboration de ce guide.*







# Classification

Choix

Utilisation

Stockage et entretien

Réglementation, normalisation

Annexes



## 1.1. Appareils filtrants et appareils isolants

On peut distinguer deux grandes familles d'appareils de protection respiratoire selon le principe par lequel ils assurent la protection de l'utilisateur : les appareils filtrants et les appareils isolants.

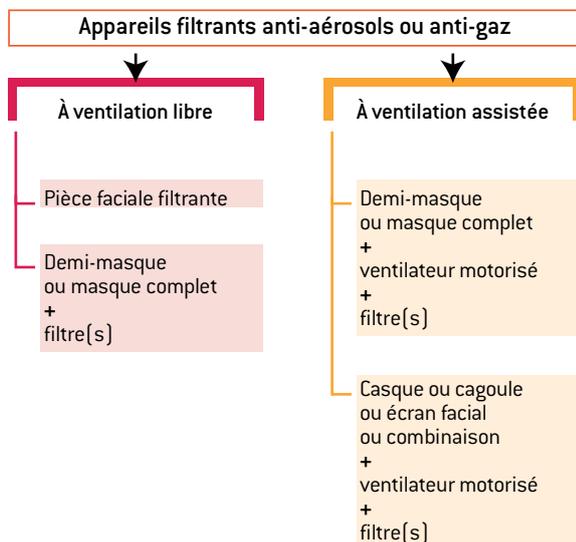
Les appareils filtrants épurent l'air ambiant par l'intermédiaire d'un filtre alors que les appareils isolants sont alimentés en air ou en oxygène depuis une source non contaminée.



(Familles d'appareils de protection respiratoire)

L'annexe 1 présente la nomenclature des appareils de protection respiratoire.

■ **Les appareils filtrants**, qui procèdent par épuration de l'air ambiant contaminé, sont généralement constitués d'une pièce faciale enveloppant de manière plus ou moins large les voies respiratoires (nez et bouche) et équipée d'un filtre adapté. Dans certains cas, la pièce faciale est elle-même filtrante dans la plus grande partie de sa surface ; on parle alors de « pièce faciale filtrante ».



(Appareils filtrants)

Un appareil filtrant ne produit pas d'oxygène ; il ne doit en aucun cas être utilisé dans une atmosphère appauvrie en oxygène.

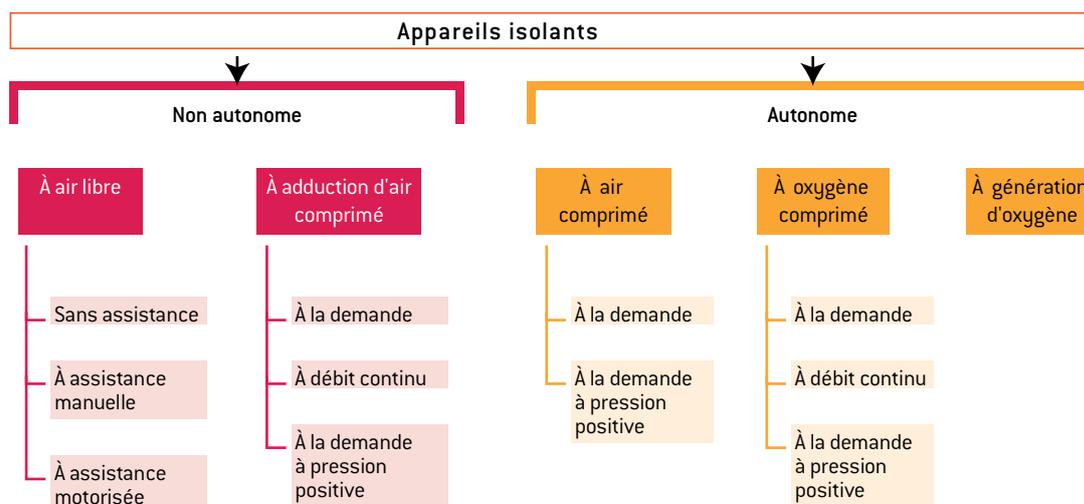
Un appareil peut être filtrant contre des poussières et des aérosols, contre des gaz et vapeurs ou contre ces différents types de polluants réunis. Un appareil filtrant est dit « à ventilation libre » lorsque le passage de l'air au travers du filtre est assuré uniquement du fait des échanges respiratoires du porteur de l'appareil, et « à ventilation assistée » lorsqu'il l'est au moyen d'un ventilateur motorisé, qui peut être par exemple porté à la ceinture.

### Aérosol

On entend par « aérosol » toute suspension de particules solides ou liquides dans un milieu gazeux, ayant une vitesse de chute négligeable, inférieure à 0,25 m/s. Dans l'air, dans les conditions normales, cela correspond à des particules de dimensions inférieures à 100  $\mu\text{m}$ . Cette définition intègre les aérosols contenant des particules d'origine microbienne (virus, bactéries...), animale ou végétale, appelés bioaérosols.

■ **Les appareils isolants** qui sont alimentés en air respirable à partir d'une source d'air non contaminé (ou d'oxygène dans certains cas) rendent l'utilisateur indépendant de l'atmosphère environnante. Ils sont constitués d'une pièce faciale et d'un dispositif d'apport d'air (ou d'oxygène) vers celle-ci. L'utilisateur peut être relié par l'intermédiaire d'un tuyau (appareils « non autonomes ») à une source d'air comprimé (appareil à adduction d'air comprimé), ou encore à une zone proche où l'air n'est pas contaminé (appareil à air libre). La source d'air (ou d'oxygène) peut être portée avec l'appareil ; il est alors dit « autonome ».

Un appareil à adduction d'air comprimé peut être « à débit continu » si la pièce faciale est balayée en permanence par un flux d'air, « à la demande » s'il comporte un dispositif qui limite l'admission de l'air à la phase d'inhalation du cycle respiratoire en vue d'économiser la réserve d'air disponible, et « à la demande à pression positive » s'il comporte le



(Appareils isolants)

même dispositif et qu'une pression positive d'air est maintenue sous la pièce faciale par rapport à l'ambiance.

Les appareils à air libre peuvent être « à assistance motorisée » si une pompe fait circuler l'air dans le tuyau vers la pièce faciale, « à assistance manuelle » si un assistant extérieur actionne un ventilateur à main ou « sans assistance » lorsque l'air ne pénètre dans le tuyau que du seul fait des échanges respiratoires de l'utilisateur.

Lors du port d'un appareil isolant non autonome, il convient de prévoir un système de secours en cas de coupure de l'approvisionnement en air.

Les appareils autonomes à air comprimé présentent des autonomies variables en fonction de la capacité et de la pression de remplissage des bouteilles d'air ; ils sont équipés de soupapes « à la demande » et peuvent être à pression positive.

Un appareil isolant est dit « à circuit ouvert » si l'air expiré est rejeté dans l'atmosphère environnante par l'intermédiaire d'une soupape expiratoire (c'est le cas de tous les appareils qui viennent d'être cités). Par opposition, il est dit « à circuit fermé » lorsque l'air expiré est épuré du dioxyde de carbone (produit par la respiration) et de la vapeur d'eau qu'il contient par un dispositif de filtration situé à l'intérieur de l'appareil, puis enrichi de la quantité nécessaire d'oxygène pour le cycle respiratoire suivant. C'est le cas des appareils autonomes à oxygène comprimé qui comportent une réserve d'oxygène, ou des appareils à génération d'oxygène dans les-

quels une substance chimique ( $\text{KO}_2$  ou  $\text{NaClO}_3$ ) réagit à chaque cycle respiratoire avec la vapeur d'eau produite pour fournir suffisamment d'oxygène pour le cycle suivant.

## 1.2. Pièces faciales

La pièce faciale est la partie d'un appareil de protection respiratoire qui est directement en contact avec le visage de l'utilisateur ; elle doit en particulier assurer l'étanchéité entre l'atmosphère ambiante et l'intérieur de l'appareil par son « joint facial ».

Les différents types de pièces faciales sont :

- **Le demi-masque filtrant** : il s'agit d'un appareil filtrant à part entière ; c'est une pièce faciale qui recouvre le nez, la bouche et le menton et qui est



(Demi-masque filtrant anti-aérosols)



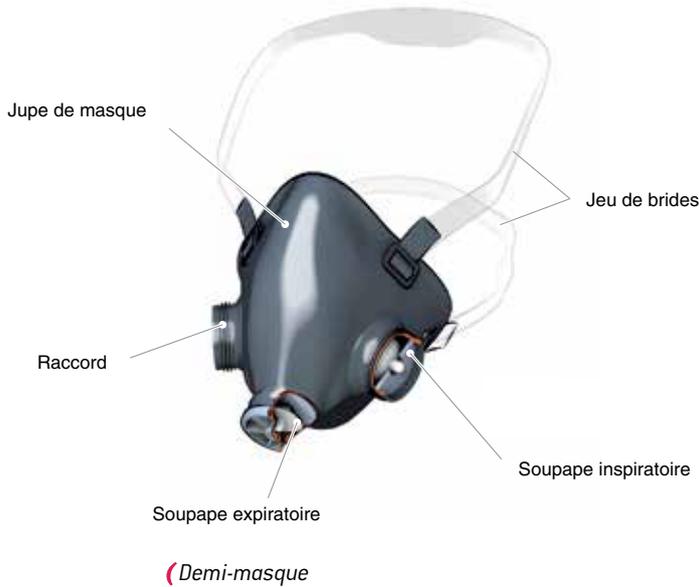
réalisée entièrement ou dans la plus grande partie de sa surface en matériau filtrant. Elle comporte des élastiques ou des brides de fixation et, dans certains cas, une ou plusieurs soupapes expiratoires ; ce type d'appareil peut être filtrant contre les aérosols solides et liquides, contre les gaz, ou contre les gaz et les aérosols.

■ **Le demi-masque**, qui recouvre le nez, la bouche et le menton ; il est constitué d'un matériau souple et étanche et comporte des brides de fixation, des soupapes expiratoires et inspiratoires et un raccord destiné à recevoir un filtre ou un dispositif d'apport d'air. Il peut équiper les différents types d'appareils de protection respiratoire indiqués dans le *tableau 1*.

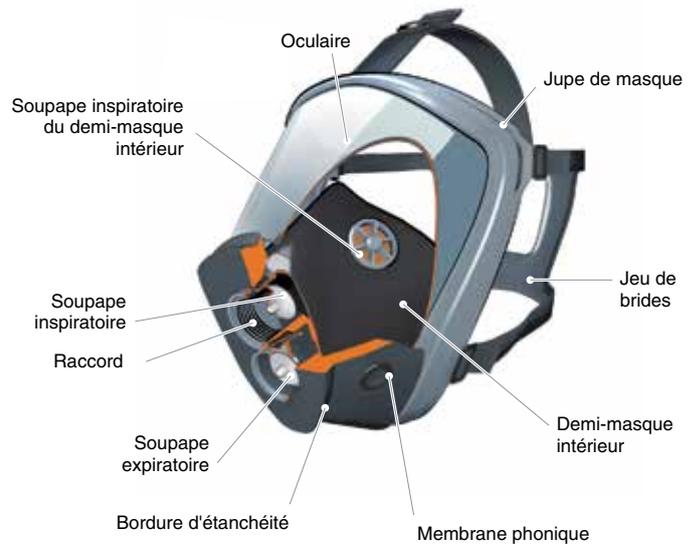


( Différents modèles de demi-masque filtrant anti-aérosols, avec ou sans soupape

expiratoire(s) et inspiratoire(s), parfois une membrane phonique, un demi-masque intérieur pourvu d'une soupape inspiratoire et un raccord destiné à recevoir un filtre ou un système d'apport d'air. Il peut équiper les différents types d'appareils de protection respiratoire indiqués dans le *tableau 1*.



( Demi-masque



( Masque complet



( Différents modèles de demi-masque

■ **Le masque complet**, qui recouvre les yeux, le nez, la bouche et le menton. Constitué d'une jupe en matériau souple et étanche, il comporte un jeu de brides, un oculaire, une (ou des) soupape(s)



( Différents modèles de masque complet

■ **L'ensemble embout buccal** constitué d'une pièce d'étanchéité tenue dans la bouche, d'une pince d'obturation des narines, parfois d'un jeu de brides, d'un raccord de fixation du dispositif d'apport d'air, d'une soupape expiratoire et d'une soupape inspiratoire dans certains cas. Ce type de pièce faciale peut équiper les différents types d'appareils de protection respiratoire indiqués dans le *tableau 1*.

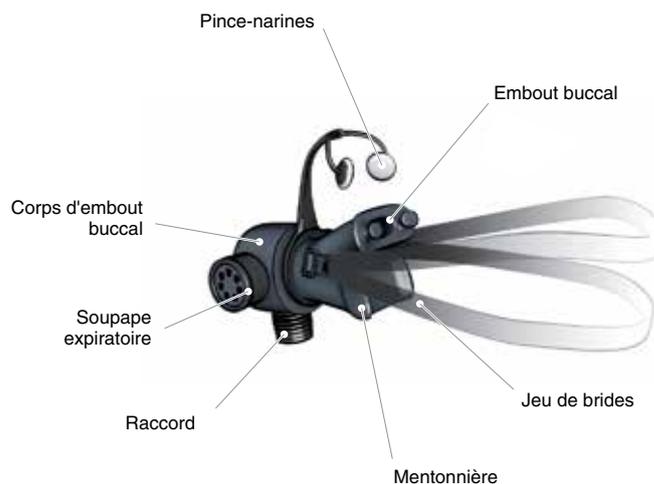
■ **La cagoule**, constituée d'un matériau souple, recouvre l'ensemble de la tête et parfois les épaules. Elle comporte un large oculaire et un dispositif d'apport et de répartition de l'air. L'intérieur de la cagoule est maintenu en surpression permanente par rapport à l'extérieur et l'air en excédent est rejeté par le joint périphérique ou bien par une soupape.

La cagoule n'est compatible qu'avec des dispositifs qui la maintiennent en surpression d'air (sauf pour certains appareils filtrants d'évacuation) ; elle est utilisée avec les différents types d'appareils de protection respiratoire indiqués dans le *tableau 1*.



(Exemples de cagoules et visières)

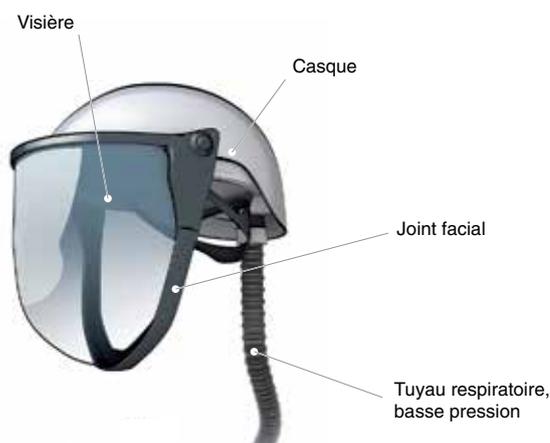
■ **Le casque**, outre sa fonction de protecteur des voies respiratoires, est constitué en partie supérieure d'un élément protecteur rigide, étanche et résistant aux chocs, puis d'une visière reliée aux contours du visage, parfois au cou ou aux épaules, par une jupe étanche et souple.



(Ensemble embout buccal)



(Cagoule)



(Casque)



L'intérieur de la pièce faciale doit être maintenu en constante surpression par rapport à l'ambiance extérieure. Pour cette raison, le casque n'est compatible qu'avec les différents types d'appareils de protection respiratoire indiqués dans le *tableau 1*.



(Exemples de casques)

## 1.3. Filtres

### 1.3.1. Filtres anti-aérosols

Il existe trois classes d'efficacité pour les filtres anti-aérosols utilisés pour la protection des voies respiratoires. Elles sont définies dans les normes NF EN 143 et NF EN 143/A1 selon les performances de filtration vis-à-vis d'un aérosol de chlorure de sodium composé de particules dont le diamètre médian en masse est de  $0,6 \mu\text{m}$  et vis-à-vis d'un aérosol d'huile de paraffine dont le diamètre médian de Stokes<sup>1</sup> est de  $0,4 \mu\text{m}$ , dans des conditions d'essai normalisées. On distingue :

- les filtres de classe **P1** (faible efficacité) qui arrêtent au moins 80 % de ces aérosols (soit une pénétration inférieure à 20 %),
- les filtres de classe **P2** (efficacité moyenne) qui

1. Il s'agit du diamètre de la sphère présentant la même vitesse de chute et la même densité que la particule.

**TABLEAU 1. Pièces faciales pouvant équiper différents types d'appareils de protection respiratoire**

TYPE D'APPAREILS DE PROTECTION RESPIRATOIRE	PIÈCES FACIALES				
	Demi-masque	Masque complet	Ensemble embout buccal	Cagoule	Casque
Appareils filtrants à ventilation libre	X	X			
Appareils filtrants à ventilation assistée	X	X		X	X
Appareils isolants à adduction d'air comprimé	X	X	X	X	X
Appareils isolants à air libre à assistance motorisée	X	X	X	X	X
Appareils isolants à air libre à assistance manuelle ou sans assistance	X	X	X		
Appareils isolants autonomes à air comprimé à circuit ouvert		X	X		
Appareils isolants autonomes à oxygène comprimé à circuit fermé		X	X		
Appareils d'évacuation autonomes à air comprimé à circuit ouvert	X	X	X	X	
Appareils d'évacuation autonomes à oxygène comprimé à circuit fermé		X	X		
Appareils d'évacuation autonomes à génération d'oxygène ( $\text{KO}_2$ et $\text{NaClO}_3$ )		X	X		
Appareils d'évacuation filtrants	X		X	X	

arrêtent au moins 94 % de ces aérosols (soit une pénétration inférieure à 6 %),  
 – les filtres de classe **P3** (haute efficacité) qui arrêtent au moins 99,95 % de ces aérosols (soit une pénétration inférieure à 0,05 %).

Vingt-quatre heures après la réalisation des premières mesures d'efficacité, les performances des filtres sont à nouveau vérifiées. Les filtres ayant conservé leur efficacité sont marqués R comme Réutilisable. Dans le cas contraire, les filtres sont marqués NR comme Non Réutilisable et leur durée maximale d'utilisation est alors limitée à un poste de travail, soit huit heures en une seule journée et non pas réparties sur plusieurs jours.

Les filtres marqués R peuvent être réutilisés pour une durée supérieure à un poste de travail. Les filtres abîmés ou déformés doivent être jetés sans être utilisés.

Lors de leur utilisation dans une ambiance empoussiérée, les filtres anti-aérosols vont progressivement se colmater et, au fur et à mesure de ce colmatage, opposer une résistance de plus en plus élevée au passage de l'air tout en conservant leur pouvoir de filtration. L'augmentation de la résistance du filtre entraîne néanmoins une augmentation de la probabilité d'apparition de fuites. Ainsi, à l'utilisation, l'apparition des premiers signes de gêne respiratoire due au colmatage va définir le temps d'utilisation d'un filtre et sa fréquence de remplacement.

**Marquage** : outre l'apposition de la marque CE, un filtre anti-aérosols doit être blanc ou revêtu sur la totalité de son pourtour d'une bande blanche et comporter, entre autres informations, l'indication de classe d'efficacité (P1, P2 ou P3), la référence à la norme EN 143 avec son année de publication, l'indication sur la réutilisation éventuelle (N ou NR) et le nom du fabricant.

L'efficacité globale d'un appareil de protection respiratoire dépend de l'efficacité du filtre mais également de l'étanchéité de la pièce faciale. L'étanchéité de la pièce faciale est déterminée en mesurant un paramètre appelé fuite au visage. La fuite au visage

*(Choix de filtres anti-aérosols et marquage type*





d'un demi-masque conforme à la norme NF EN 140 ne doit pas dépasser 2 %, et celle d'un masque complet conforme à la NF EN 136 ne doit pas dépasser 0,05 %. La conjugaison de la pénétration du filtre et de la fuite au visage de la pièce faciale est nommée **fuite totale vers l'intérieur** et correspond à la pénétration totale des aérosols par le filtre et les joints faciaux (tableau 2). La fuite totale vers l'intérieur est un paramètre essentiel à prendre en compte.

$$\text{Fuite totale vers l'intérieur} = \frac{\text{concentration du contaminant à l'intérieur de la pièce faciale}}{\text{concentration du contaminant à l'extérieur de la pièce faciale}}$$

**TABEAU 2. Fuite totale vers l'intérieur des appareils filtrants à ventilation libre équipés de filtres anti-aérosols**

PIÈCE FACIALE	Filtre anti-aérosols NF EN 143	Fuite totale vers l'intérieur Ensemble pièce faciale et filtre(s) (%)
Demi-masque NF EN 140	P1	22
	P2	8
	P3	2,05
Masque complet NF EN 136	P1	20,05
	P2	6,05
	P3	0,1

## Mécanismes de filtration des aérosols

En protection respiratoire, les médias (matériaux) filtrants utilisés sont constitués de fibres. L'effet tamis n'est pas responsable du piégeage des aérosols par un support fibreux. Plusieurs mécanismes interviennent : la diffusion brownienne, l'interception directe, l'impaction inertielle et les forces électrostatiques.

### La diffusion brownienne

Les petites particules en suspension dans l'air ont une trajectoire désordonnée et aléatoire (agitation brownienne). Sous l'effet de cette agitation brownienne, elles peuvent entrer en contact avec une fibre du filtre et y adhérer (existence au point de contact particule / fibre d'une force d'attraction intermoléculaire appelée force de Van der Waals).

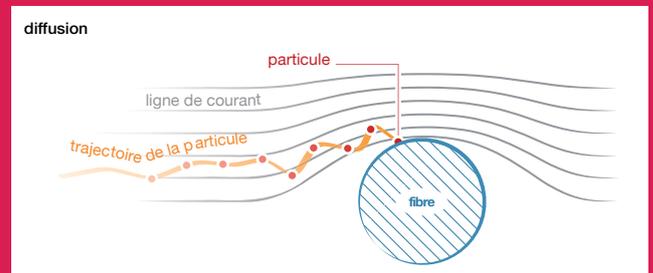
Ce mécanisme est prépondérant dans le piégeage des particules de diamètre inférieur à  $0,1 \mu\text{m}$ . Son influence augmente lorsque le diamètre de la particule diminue.

### L'interception directe

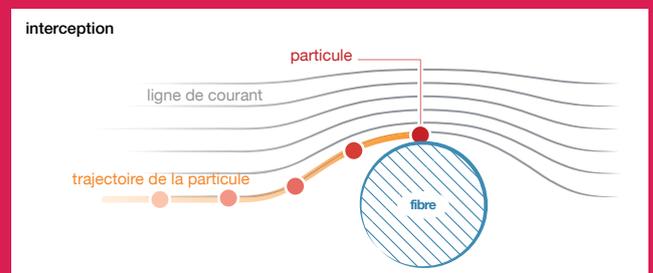
Lorsqu'une particule s'approche d'une fibre à une distance inférieure au rayon de la particule, elle est interceptée par la fibre et y adhère sous l'effet des forces de Van der Waals. Ce mécanisme concerne les particules de diamètre supérieur à  $0,1 \mu\text{m}$ .

### Les forces électrostatiques

Selon l'état de charge de la particule et de la fibre, il existe alors plusieurs types de forces électrostatiques qui vont dévier la particule de sa trajectoire et l'attirer vers la fibre où elle adhèrera.



(Collection des particules par diffusion)



(Collection des particules par interception)

### 1.3.2. Demi-masques filtrants anti-aérosols

Il existe également trois classes d'efficacité pour les demi-masques filtrants anti-aérosols FFP (*filtering facepiece particles*, pièces faciales filtrantes anti-particules, en anglais), utilisés pour la protection des voies respiratoires. Elles sont définies dans la norme NF EN 149 + A1 selon leurs performances de filtration vis-à-vis d'un aérosol de chlorure de sodium composé de particules dont le diamètre médian en masse est de  $0,6 \mu\text{m}$  et vis-à-vis d'un aérosol d'huile de paraffine dont le diamètre médian de Stokes<sup>2</sup> est de  $0,4 \mu\text{m}$ , dans des conditions d'essai normalisées.

2. Il s'agit du diamètre de la sphère présentant la même vitesse de chute et la même densité que la particule.

On distingue :

- les demi-masques filtrants de classe **FFP1** qui arrêtent au moins 80 % de ces aérosols (soit une pénétration inférieure à 20 %),
- les demi-masques filtrants de classe **FFP2** qui arrêtent au moins 94 % de ces aérosols (soit une pénétration inférieure à 6 %),
- les demi-masques filtrants de classe **FFP3** qui arrêtent au moins 99 % de ces aérosols (soit une pénétration inférieure à 1 %).

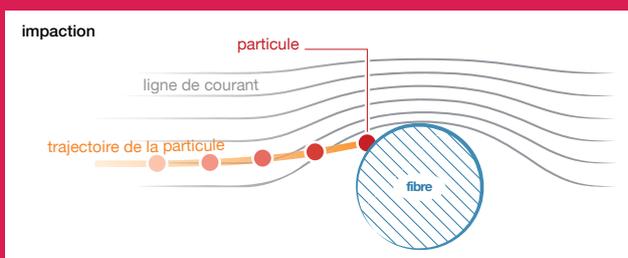
La fuite totale vers l'intérieur (conjugaison de la pénétration par le média filtrant et de la fuite au visage de la pièce faciale) doit être inférieure à :

- 22 % pour les demi-masques filtrants de classe **FFP1**,

## L'impaction inertielle

En raison de leur inertie, les plus grosses particules peuvent ne pas suivre une ligne de courant contournant une fibre et entrer en collision avec cette fibre.

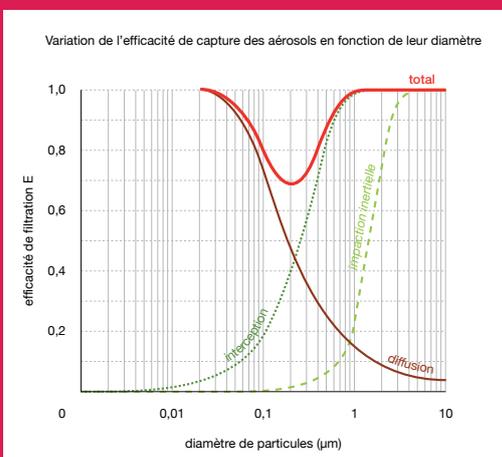
Ce mécanisme est prépondérant pour les particules de diamètre supérieur à  $1 \mu\text{m}$ . Son influence augmente avec la taille de la particule



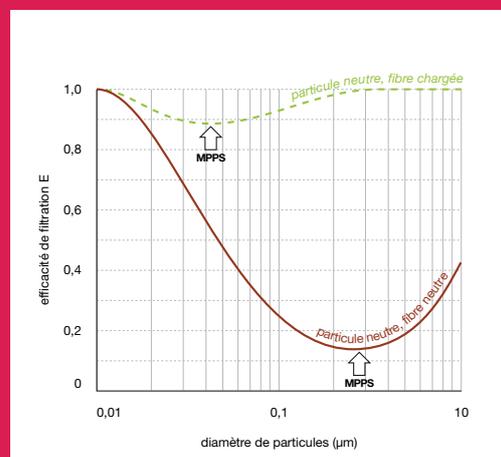
(Collection des particules par impaction inertielle)

## Efficacité totale

L'efficacité totale, illustrée par la figure ci-dessous gauche, est la résultante de ces différents mécanismes. La courbe d'efficacité de capture en fonction de la taille des particules montre qu'il existe un domaine de taille pour lequel l'efficacité de filtration est minimale. Cette taille de particules est appelée MPPS, en anglais *Most Penetrating Particle Size* (taille de la particule la plus pénétrante). Sa valeur dépend notamment des caractéristiques du matériau filtrant. Dans le domaine de la protection respiratoire, elle se situe autour de  $0,3 \mu\text{m}$  pour les filtres neutres et entre 50 et  $100 \text{ nm}$  pour les filtres électrostatiques (voir figure ci-dessous droite).



(Variation de l'efficacité de capture des aérosols en fonction de leur diamètre)



(Effet de la charge portée par les fibres du filtre sur la capture des particules)



- 8 % pour les demi-masques filtrants de classe **FFP2**,
- 2 % pour les demi-masques filtrants de classe **FFP3**.

Un demi-masque filtrant anti-aérosols n'est réutilisable que si deux conditions sont réunies :

- le fabricant a spécifié des produits et des méthodes de nettoyage et de désinfection,
- la performance de la pièce faciale filtrante est conservée lorsqu'elle est vérifiée 24 heures après les premiers tests d'efficacité suivis d'une séquence de nettoyage et désinfection réalisée selon les préconisations du fabricant.

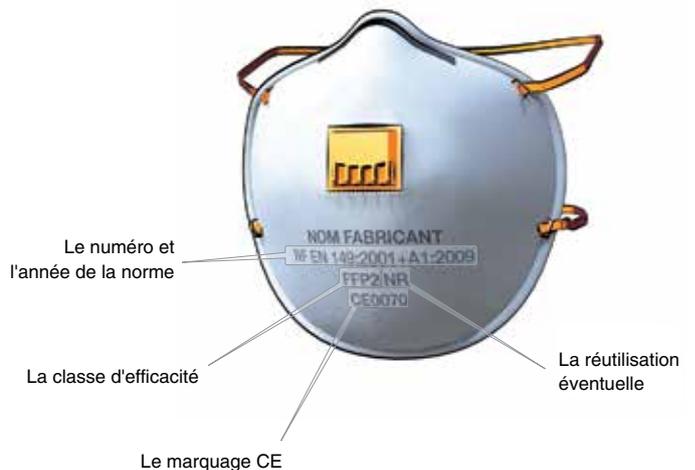
Les demi-masques filtrants ayant perdu leur efficacité ou qui ne peuvent être nettoyés ou désinfectés sont marqués NR comme Non Réutilisable. Ils sont à usage unique et doivent être jetés après un poste de travail.

Les demi-masques filtrants marqués R comme Réutilisable peuvent être réutilisés pour une durée supérieure à un poste de travail. Une pièce faciale déformée ou dont les élastiques sont abîmés doit être jetée sans être utilisée.

Certains demi-masques filtrants sont conçus pour résister au colmatage. Ils présentent une faible augmentation de la résistance respiratoire lorsqu'ils

sont chargés en poussières. Pour vérifier cette propriété, un test de colmatage à la dolomie est réalisé. Les appareils satisfaisant aux exigences de ce test sont marqués avec la lettre D (D comme Dolomie).

**Marquage :** outre l'apposition de la marque CE, la pièce faciale filtrante comporte au minimum l'indication de classe d'efficacité (FFP1, FFP2 ou FFP3), la référence à la norme EN 149 avec son année de publication, l'indication sur la réutilisation éventuelle (R ou NR) et le nom du fabricant.



(Marquage type d'un demi-masque filtrant anti-aérosols)

**TABLERAU 3. Types de filtres anti-gaz**

TYPE	COULEUR	DOMAINE D'UTILISATION
A	Marron	Gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65 °C
B	Gris	Gaz et vapeurs inorganiques (sauf le monoxyde de carbone CO)
E	Jaune	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) et autres gaz et vapeurs acides
K	Vert	Ammoniac et dérivés organiques aminés
HgP3	Rouge + Blanc	Vapeurs de mercure
NOP3	Bleu + Blanc	Oxydes d'azote
AX	Marron	Gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est inférieur à 65 °C
SX	Violet	Composés spécifiques désignés par le fabricant

### 1.3.3. Filtres anti-gaz

On distingue différents types de filtres anti-gaz selon la nature des gaz ou vapeurs vis-à-vis desquels ils sont destinés à agir. Un type de filtre, désigné par un marquage comportant une lettre accompagnée d'une bande d'une couleur particulière, peut être spécifique d'un gaz ou bien d'une famille de gaz ou de vapeurs.

Un filtre anti-gaz est dit mixte s'il est destiné à protéger contre plusieurs familles de gaz à la fois ; il est alors désigné par la juxtaposition des lettres de marquage (et des bandes de couleur correspondantes), comme par exemple AB pour un filtre contre les gaz et vapeurs organiques et les gaz et vapeurs inorganiques, BK contre les vapeurs inorganiques et l'ammoniac et les amines, etc.

Certains fabricants proposent des filtres spécifiques contre le monoxyde de carbone (CO). Ces filtres ne doivent cependant pas être utilisés en situation de travail (par exemple, pour pénétrer dans un local contenant du monoxyde de carbone ou lorsque l'activité exercée dans un espace confiné libère du monoxyde de carbone). Les filtres CO doivent être réservés à des appareils d'évacuation ou de survie. En situation de travail, les appareils isolants sont recommandés pour la protection contre le monoxyde de carbone (CO).

Comme dans le cas des filtres anti-aérosols, on distingue trois classes de filtres de protection respiratoire anti-gaz qui dépendent de leur capacité de piégeage [c'est-à-dire d'un compromis entre le volume et l'efficacité du matériau adsorbant] :

- classe 1 pour la plus faible capacité (galette),
- classe 2 pour la capacité moyenne (cartouche),
- classe 3 pour la plus grande capacité (bidon).

Face à la même concentration ambiante, un filtre de classe 3 aura par conséquent une autonomie d'utilisation plus longue qu'un filtre de classe 2 et, a fortiori, qu'un filtre de classe 1.

Le filtre est donc marqué selon le type et la classe : A1, A2, A3, AB2 (ou A2B2), etc.

Les filtres AX, SX et les filtres spéciaux n'ont pas de classe.

### Le temps de saturation (ou temps de claquage)

est le paramètre déterminant pour connaître, à l'utilisation, le temps réel de protection apporté par un filtre anti-gaz.

Lors de l'utilisation d'un filtre anti-gaz, les molécules gazeuses sont piégées sur la surface du charbon actif par contact de l'air chargé en polluant au fur et à mesure de son passage au travers du filtre. Le phénomène qui régit ce piégeage des gaz est limité dans le temps car durant l'utilisation, le filtre va se saturer progressivement. La capacité d'épuration du filtre se mesure en fonction d'une procédure d'essai normalisée (NF EN 14387 + A1) selon laquelle le filtre est soumis sur un banc à un débit fixé d'air comportant une concentration connue d'un gaz d'essai ; on relève alors la concentration du gaz dans le flux d'air s'écoulant en aval du filtre.

La courbe obtenue en portant la concentration mesurée en fonction du temps montre une augmentation progressive du passage du gaz en fonction du temps jusqu'au moment où le filtre atteint son « temps de claquage », ou temps de percée, à partir

## Mécanismes de filtration des gaz

Un filtre anti-gaz est constitué d'un matériau qui est généralement du charbon actif. Le principe de l'épuration par du charbon actif repose sur un phénomène d'adsorption et peut résulter de deux mécanismes :

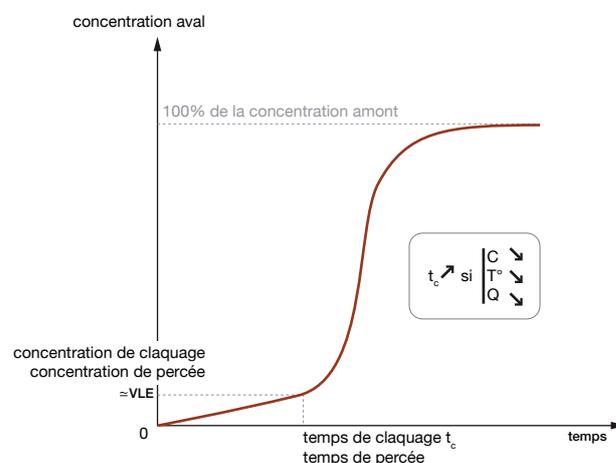
- la physisorption qui conserve l'identité des molécules adsorbées,
- la chimisorption qui conduit à la rupture de liaisons chimiques et donc à la dégradation des molécules adsorbées.

L'adsorption étant un phénomène de surface, les charbons ayant la plus grande surface disponible (surface spécifique en  $m^2/g$ ) sont recherchés. Les charbons sont obtenus par pyrolyse d'une matière contenant du carbone (charbon ou matériau végétal) suivie par une oxydation à la vapeur d'eau, dans des conditions contrôlées, qui permettent de créer une structure microporeuse.

Pour de nombreux polluants, la physisorption est suffisante pour assurer l'épuration d'un air pollué. C'est le cas des gaz et vapeurs organiques arrêtés par les filtres A et AX. En revanche, pour certains polluants, la chimisorption est nécessaire et le charbon est alors dopé par l'ajout de réactifs chimiques destinés à améliorer ses performances. Les filtres de type B, E, K, NO, Hg fonctionnent selon ce principe.

Un filtre ABEK, par exemple, est constitué par un mélange ou un empilement de plusieurs types de charbon.

duquel il se sature très rapidement (voir figure ci-dessous).



( Courbe de claquage ou de percée d'un filtre anti-gaz



Lorsqu'il est saturé, un filtre anti-gaz devient inopérant, il laisse alors passer la totalité des polluants auxquels il est soumis.

À l'utilisation, un filtre anti-gaz de protection respiratoire devra par conséquent être remplacé périodiquement, et ce avant qu'il n'ait atteint sa saturation complète (ou son « claquage »). Dans l'état actuel de la technique, il n'existe pas de dispositif fiable capable de détecter la saturation d'un filtre anti-gaz. La détection d'un gaz sous la pièce faciale par l'odorat ne peut pas être recommandée dans la mesure où certains gaz dangereux sont inodores, où les seuils de détection olfactive sont parfois supérieurs aux valeurs limites de concentration admissibles, et où le seuil olfactif d'un même produit peut être différent d'un individu à un autre.

Le temps de claquage d'un filtre anti-gaz dépend de la nature du polluant et simultanément de plusieurs paramètres ; il est atteint d'autant plus rapidement que :

- la concentration ambiante en gaz ou vapeur est élevée,

- le débit du passage de l'air à filtrer est important (ou le rythme respiratoire élevé),
- la température est élevée.

L'influence du degré d'humidité dépend de la nature des gaz. Pour les gaz et vapeurs organiques, le temps de claquage est atteint plus rapidement si l'humidité est élevée (les molécules d'eau occupent en effet des sites d'adsorption du matériau filtrant). En revanche, pour l'ammoniac et l'hydrogène sulfuré, pour lesquels la chimisorption est majoritaire dans le processus de piégeage, une humidité élevée retarde le temps de claquage,

Les chocs ont en général un effet néfaste sur le temps de claquage d'un filtre en créant un tassement modifiant la compacité du matériau adsorbant, voire créant de microfissures.

À titre indicatif, le temps minimum de claquage requis par la norme NF EN 14387 + A1, vis-à-vis des gaz d'essai retenus pour chaque type de filtre, à un débit de passage de 30 l/min, à 20 °C et à 70 % d'humidité relative est donné dans le *tableau 4*.

**TABLEAU 4. Temps minimum de claquage requis par la norme NF EN 14387 + A1**

TYPE ET CLASSE DE FILTRE	GAZ D'ESSAI	CONCENTRATION DU GAZ D'ESSAI (ppm)	TEMPS MINIMAL DE CLAQUAGE (min)
A1	Cyclohexane	1000	70
B1	Chlore	1000	20
	Sulfure d'hydrogène	1000	40
	Cyanure d'hydrogène	1000	25
E1	Dioxyde de soufre	1000	20
K1	Ammoniac	1000	50
A2	Cyclohexane	5000	35
B2	Chlore	5000	20
	Sulfure d'hydrogène	5000	40
	Cyanure d'hydrogène	5000	25
E2	Dioxyde de soufre	5000	20
K2	Ammoniac	5000	40
A3	Cyclohexane	8000	65
B3	Chlore	10000	30
	Sulfure d'hydrogène	10000	60
	Cyanure d'hydrogène	10000	35
E3	Dioxyde de soufre	10000	30
K3	Ammoniac	10000	60
AX	Diméthyléther	500	50
	Isobutane	2500	50

(Choix de filtres anti-gaz et marquage type



Pour évaluer a priori le temps de claquage d'un filtre anti-gaz dans une ambiance industrielle, on peut utiliser les chiffres de ce tableau, à condition que les paramètres de débit respiratoire, de température et d'humidité relative y soient du même ordre de grandeur. On peut estimer que le temps d'utilisation est inversement proportionnel à la concentration du polluant dans l'ambiance, dans le rapport des valeurs indiquées (exemple : un filtre A2 peut être utilisé pendant environ 350 minutes face à une vapeur organique à la concentration de 500 ppm dans l'air et dont les caractéristiques d'adsorption sont voisines de celles du gaz d'essai). Cette règle est fautive aux faibles concentrations. Pour les gaz et vapeurs organiques, il existe des outils informatiques permettant d'estimer le temps de claquage.

Toutefois, un filtre de classe 1 ne devrait pas être utilisé si les concentrations en gaz dans l'air sont élevées et vis-à-vis de gaz à toxicité importante.

Un filtre anti-gaz doit normalement être utilisé une seule fois. Néanmoins si sa capacité est suffisante pour qu'il soit réutilisé, il doit l'être vis-à-vis du même gaz. En effet, un filtre réutilisé contre un autre gaz peut dans certains cas relarguer le premier gaz piégé pour fixer le second.

Les filtres AX sont exclusivement à usage unique car le risque de relargage des molécules gazeuses par le charbon actif (désorption) est très important en cas de réutilisation.

#### 1.3.4. Filtres combinés

Des filtres peuvent être conçus pour protéger à la fois contre des aérosols et des gaz et vapeurs ; ils



(Filtre combiné anti-gaz et anti-aérosols



sont alors constitués d'un filtre anti-aérosols et d'un filtre anti-gaz superposés et doivent comporter le double marquage (norme NF EN 14387 + A1).

### 1.3.5. *Filtres pour appareils à ventilation assistée*

**Les appareils à ventilation assistée sont classés en fonction de l'étanchéité de l'appareil complet** (pièce faciale + moteur ventilateur + filtres). Ils sont désignés par les lettres :

– TH (Turbo Hood) si la pièce faciale utilisée est une cagoule ou un casque,

– TM (Turbo Mask) si la pièce faciale utilisée est un masque complet ou un demi-masque, suivies de la classe de l'appareil (1 ou 2 ou 3) puis de la dénomination du ou des filtres.

Le filtre anti-aérosol est uniquement désigné par la lettre P, sans mention de classe d'efficacité.

L'étanchéité est mesurée en terme de pourcentage de fuite des polluants vers l'intérieur de la pièce faciale. Les exigences de performance sont décrites dans la norme NF EN 12941 pour les appareils filtrants à ventilation assistée avec casque ou cagoule

**TABLÉAU 5. Fuite vers l'intérieur maximale pour les appareils à ventilation assistée**

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL COMPLET			FUITE VERS L'INTÉRIEUR MAXIMALE (%)
Classe	Filtre anti-gaz éventuel	Filtre anti-aérosol éventuel	
TH1	A1 (ou 2 ou 3) B1 (ou 2 ou 3) E1 (ou 2 ou 3) K1 (ou 2 ou 3) AX SX	P	10
TH2	A1 (ou 2 ou 3) B1 (ou 2 ou 3) E1 (ou 2 ou 3) K1 (ou 2 ou 3) AX SX	P	2
TH3	A1 (ou 2 ou 3) B1 (ou 2 ou 3) E1 (ou 2 ou 3) K1 (ou 2 ou 3) AX SX Hg NO	P	0,2
TM1	A1 (ou 2 ou 3) B1 (ou 2 ou 3) E1 (ou 2 ou 3) K1 (ou 2 ou 3) AX SX	P	5
TM2	A1 (ou 2 ou 3) B1 (ou 2 ou 3) E1 (ou 2 ou 3) K1 (ou 2 ou 3) AX SX	P	0,5
TM3	A1 (ou 2 ou 3) B1 (ou 2 ou 3) E1 (ou 2 ou 3) K1 (ou 2 ou 3) AX SX Hg NO	P	0,05

et dans la norme NF EN 12942 pour les appareils filtrants à ventilation assistée avec masque complet ou demi-masque. Elles sont indiquées dans le *tableau 5*.

Un appareil TH2 ABEK1 P (ou TH2 A1B1E1K1 P) est un appareil à ventilation assistée avec casque ou cagoule équipé d'un filtre combiné anti-gaz ABEK1 (ou A1B1E1K1) et anti-aérosol et pour lequel la fuite vers l'intérieur de l'appareil complet est inférieure ou égale à 2 %.

Un appareil TM3 P est un appareil à ventilation assistée avec masque complet ou demi-masque équipé d'un filtre anti-aérosol et pour lequel la fuite vers l'intérieur de l'appareil complet est inférieure ou égale à 0,05 %.

Pour les aérosols solides ou liquides, la pénétration maximale des filtres anti-aérosols équipant les appareils à ventilation assistée est égale à la fuite vers l'intérieur maximale.

Un casque ou cagoule :

– TH1 P arrête 90 % des aérosols,

– TH2 P arrête 98 % des aérosols,  
– TH3 P arrête 99,8 % des aérosols.

Un masque complet ou demi-masque :

– TM1 P arrête 95 % des aérosols,  
– TM2 P arrête 99,5 % des aérosols,  
– TM3 P arrête 99,95 % des aérosols.

Ces valeurs diffèrent des classes d'efficacité définies pour les filtres P1, P2, P3 équipant les appareils à ventilation libre.

Les filtres peuvent protéger contre les aérosols solides uniquement et sont alors marqués TMxP S (x est la classe de fuite vers l'intérieur 1, 2 ou 3). Ils peuvent aussi protéger contre les aérosols solides **et** liquides et sont alors marqués TMxP SL.

Pour les filtres anti-gaz en ventilation assistée, les exigences des normes concernant la capacité de protection diffèrent de celles de la ventilation libre. Le temps minimal de claquage requis, présenté dans le *tableau 6*, est mesuré à 20°C et 70 % d'humidité relative, au débit minimal prévu par le fabricant.

**TABLEAU 6. Temps minimum de claquage pour les appareils à ventilation assistée**

TYPE ET CLASSE DE FILTRE	GAZ D'ESSAI	CONCENTRATION DU GAZ D'ESSAI (ppm)	TEMPS MINIMAL DE CLAQUAGE (min)
A1	Cyclohexane	500	70
B1	Chlore	500	20
	Sulfure d'hydrogène	500	40
	Cyanure d'hydrogène	500	25
E1	Dioxyde de soufre	500	20
K1	Ammoniac	500	50
A2	Cyclohexane	1 000	70
B2	Chlore	1 000	20
	Sulfure d'hydrogène	1 000	40
	Cyanure d'hydrogène	1 000	25
E2	Dioxyde de soufre	1 000	20
K2	Ammoniac	1 000	50
A3	Cyclohexane	5 000	35
B3	Chlore	5 000	20
	Sulfure d'hydrogène	5 000	40
	Cyanure d'hydrogène	5 000	25
E3	Dioxyde de soufre	5 000	20
K3	Ammoniac	5 000	40



Les mêmes filtres peuvent servir sur plusieurs types d'appareils de protection respiratoire et porter des indications différentes, voir par exemple la figure ci-dessous.



(Exemple de marquage)

Il convient de repérer soigneusement le type de filtre adapté à son appareil et la norme correspondante.

En ventilation assistée, il faut veiller à n'utiliser que les filtres préconisés par le fabricant, qui ont été testés avec l'appareil employé. Un filtre donné est prévu pour équiper seulement certains appareils et il ne doit pas être monté sur d'autres appareils sous peine de diminuer notablement la protection.

### 1.4. Air respirable

L'air qui est fourni à un appareil de protection respiratoire isolant peut être naturel ou synthétique. Dans ce dernier cas, sa composition doit être aussi proche que possible de celle de l'air naturel et ne pas s'écarter de plus de 1 % de la valeur en oxygène indiquée dans le *tableau 7*.

Le débit d'alimentation en air d'un appareil à air libre à assistance motorisée ou à adduction d'air comprimé ne devrait pas être inférieur à 120 l/min ;

**TABLEAU 7. Composition type de l'air naturel**

COMPOSANTS	% EN VOLUME (AIR SEC)
Oxygène	20,94
Azote	78,08
Argon	0,93
Dioxyde de carbone	0,03
Néon	0,002
Hélium	0,0005
Krypton	0,0001
Hydrogène	0,00005
Xénon	0,00001

© Gael Kerbaol



(Rampe pour alimentation en air comprimé)

la quantité d'air nécessaire peut, dans le cas de situations exigeant un travail physique soutenu, être supérieure à 200 l/min.

La pression d'alimentation d'un appareil à adduction d'air comprimé doit rester inférieure à 10 bars.

La composition type de l'air naturel est donnée dans le *tableau 7*.

La teneur en oxygène ne doit en aucun cas dépasser la valeur indiquée dans le tableau pour ne pas accroître les risques d'incendie ou d'explosion.

L'air respirable fourni à un appareil doit être conforme à la norme NF EN 12021, être aussi pur que possible, et ne pas posséder d'odeur particulière. Les concentrations en impuretés doivent être très inférieures aux valeurs limites d'exposition pour de l'air ramené à la pression atmosphérique. Une attention particulière doit être portée à la teneur en huile (brouillard et gouttelettes) qui ne devrait pas dépasser 0,5 mg/m<sup>3</sup>, et aux concentrations en dioxyde et en monoxyde de carbone qui ne devraient pas excéder respectivement 500 ppm et 15 ppm.

L'air respirable ne doit pas contenir d'eau sous forme liquide. Son point de rosée doit être suffisamment bas pour éviter toute condensation ou tout givrage interne (l'air fourni par un compresseur pour remplir des bouteilles à 200 ou à 300 bars ne devrait pas contenir plus de 35 mg/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau).

La prise d'air neuf alimentant un compresseur d'air doit être située dans un endroit propre, exempt de toute source de pollution (éloignée par exemple des points d'émission des gaz d'échappement de véhicules ou autres moteurs). L'installation de production d'air respirable doit être dimensionnée pour

**TABLER 8. Principaux éléments d'une installation de production d'air respirable**

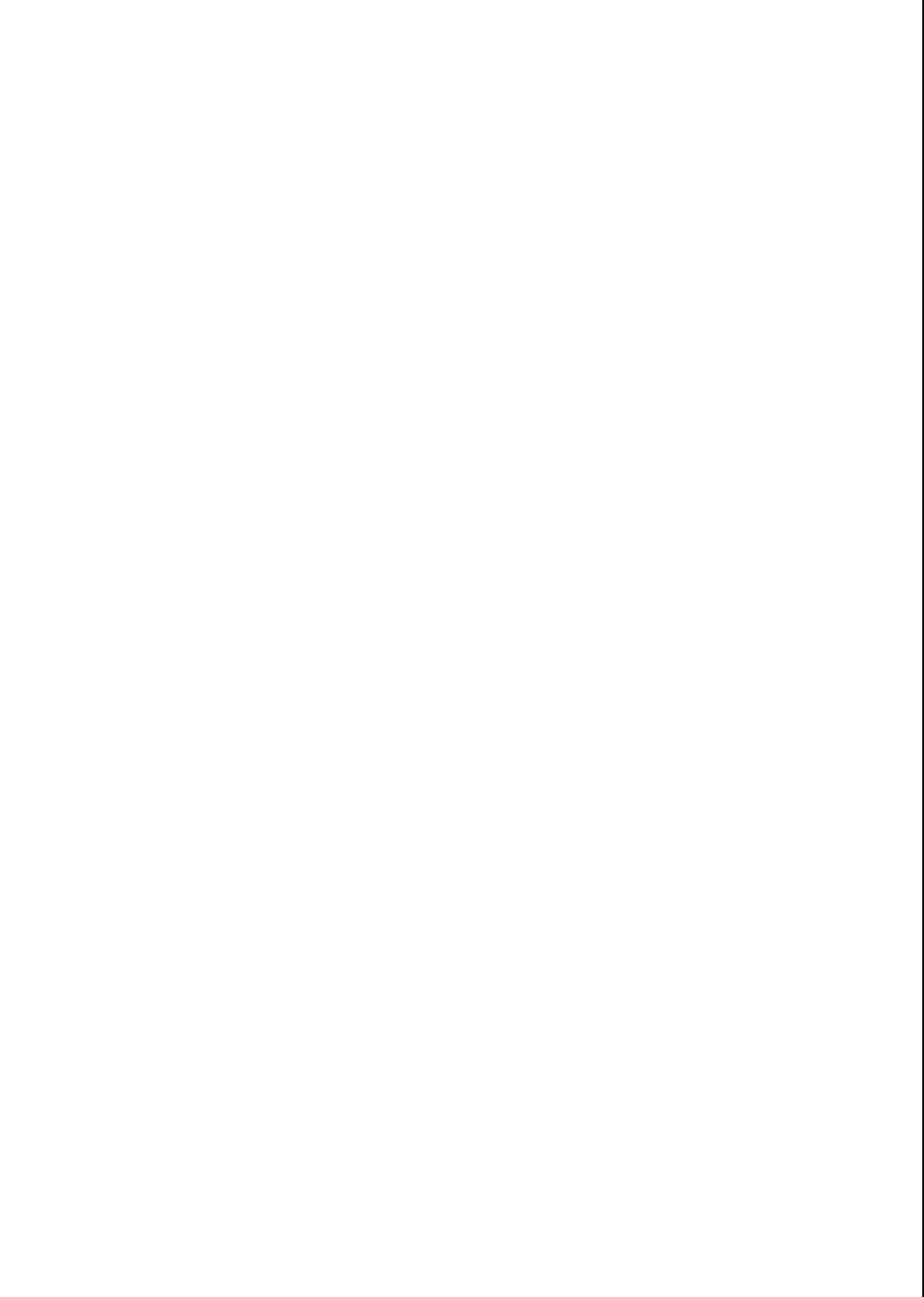
1	Filtre d'admission d'air	Admission à l'air libre, contre le vent et le plus loin possible, à la fois verticalement et horizontalement, des sources de contamination. Le filtre doit éliminer les particules grossières afin de protéger le compresseur.
2	Compresseur principal	Avec systèmes de commandes et d'alarmes pour le niveau de pression, de température et d'huile – avec compresseur de secours si nécessaire.
3	Refroidisseur	Avec purge des condensats.
4	Séparateur	Permet d'éliminer les grosses gouttelettes d'eau et d'huile – avec purge des condensats.
5	Réservoir d'air comprimé	Pour la stabilisation de la pression et la régulation de la charge du compresseur – avec purge des condensats. Position type dans l'installation.
6	Filtre coalescent	Permet d'éliminer les petites gouttelettes d'eau, les brouillards et les particules d'huile – avec purge des condensats.
7	Sécheur	Permet d'éliminer la vapeur d'eau afin de s'assurer que le point de rosée est inférieur à la température ambiante.
8	Filtre anti-gaz	Élimination du dioxyde de carbone et autres contaminants gazeux y compris l'odeur et le goût. Contrôle de l'efficacité en continu.
9	Catalyseur	Élimination du monoxyde de carbone et de l'ozone. Contrôle de l'efficacité en continu.
10	Filtre à particules	Élimination des particules de poussières générées par l'étage précédent. Fait souvent partie intégrante du filtre anti-gaz et du filtre catalyseur.
11	Soupape anti-retour	Destinée à prévenir toute fuite en retour dans le compresseur de l'air de réserve emmagasiné.
12	Stockage de l'air de réserve	Destiné à fournir une quantité d'air suffisante pendant une durée suffisante pour que tous les utilisateurs puissent atteindre un lieu de sécurité en cas de défaillance du compresseur. Il ne s'agit pas d'un équipement respiratoire d'urgence. Position facultative.
13	Système de distribution de l'air respirable	Régulateurs de débit, installations de contrôle, accouplements et tubes de distribution.

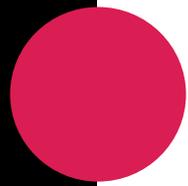
fournir le débit maximal nécessaire au nombre total d'appareils reliés simultanément au compresseur.

Les principaux éléments composant une installation sont présentés dans le *tableau 8*. Sur une ligne d'alimentation en air comprimé d'un appareil, il est toujours possible et souvent nécessaire d'installer divers dispositifs qui sont proposés par les fabricants comme des filtres contre les poussières ou contre les aérosols, des pièges à eau ou à huile, des systèmes de réchauffage ou de refroidissement.

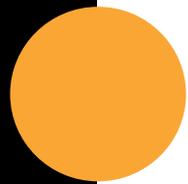
### Pour en savoir plus

Une recommandation concernant les installations de production d'air respirable pour les appareils de protection respiratoire à adduction d'air est téléchargeable sur le site de la CARSAT Aquitaine à l'adresse suivante : [http://www.carsat-aquitaine.fr/pdf/servent/recommandations/recomm\\_cagoules.pdf](http://www.carsat-aquitaine.fr/pdf/servent/recommandations/recomm_cagoules.pdf), Recommandation R2 « Utilisation d'appareil de protection respiratoire isolant à adduction d'air comprimé, octobre 2008 »

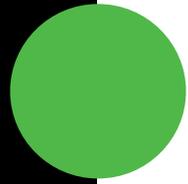




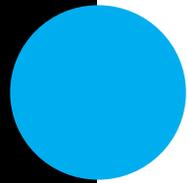
Classification



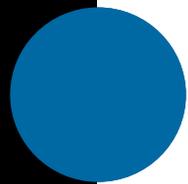
# Choix



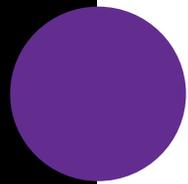
Utilisation



Stockage et entretien



Réglementation, normalisation



Annexes



**A**vant de recourir au choix d'un appareil de protection respiratoire, il est indispensable de s'assurer que des solutions de prévention collective sont bien techniquement impossibles à mettre en œuvre tels que la substitution des produits dangereux, la suppression de la source de l'émission des polluants, le captage des polluants par des procédés d'encoffrement ou de ventilation.

D'une manière générale, on doit s'efforcer de limiter l'emploi des appareils de protection respiratoire à des situations de travail courtes ou exceptionnelles (entretien, opérations de nettoyage, transvasements, évacuation d'urgence, sauvetage, incendie, etc.), car le port d'un appareil représente toujours une contrainte à l'utilisation. De plus, il ne protège que le porteur et non les personnes qui sont à proximité. Par ailleurs, la protection est souvent limitée dans le temps.

Le choix d'un appareil de protection respiratoire ne peut se faire qu'après une étude sérieuse du poste de travail qui doit aboutir à une définition claire des conditions d'utilisation et à l'évaluation la plus précise possible de :

- la teneur en oxygène,
- la nature des polluants (gaz, vapeurs, poussières, etc.),
- la toxicité de ces polluants,
- les concentrations les plus défavorables prévisibles de chaque polluant dans l'air,
- les valeurs limites de concentration admises sur les lieux de travail si elles existent (valeurs limites d'exposition professionnelle),
- les dimensions des particules s'il s'agit d'un aérosol,
- les conditions de température et d'humidité,
- l'activité physique de l'utilisateur,
- la durée du travail à effectuer,
- les autres risques associés (projection de liquides, incendie, etc.).

Ces investigations permettront d'opter en toute connaissance pour l'appareil qui protégera le plus

parfaitement possible l'utilisateur pendant la durée complète du travail à effectuer.

La méthode de sélection d'un appareil qui est proposée dans ce guide comporte **quatre étapes**.

## 2.1. Étape 1 – Choix de la (ou des) famille(s) d'appareils de protection respiratoire

La première étape repose sur l'utilisation d'un schéma d'orientation pour le choix d'une famille d'appareils, basé sur des questions de type :

- S'agit-t-il d'une situation de travail, de sauvetage, de secours ou d'incendie, d'évacuation d'urgence d'une zone contaminée ou d'une situation de survie ?
- La teneur en oxygène est-elle normale pendant toute la durée de travail (on considère que la teneur en oxygène est normale, en termes de choix d'un appareil de protection respiratoire, si elle est comprise entre 17 et 21 % en volume) ?
- Quelle est la nature et la toxicité du polluant ?
- Quelle est la concentration la plus élevée prévisible du polluant ?
- Quelle est la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) du polluant ou la concentration limite admissible ?

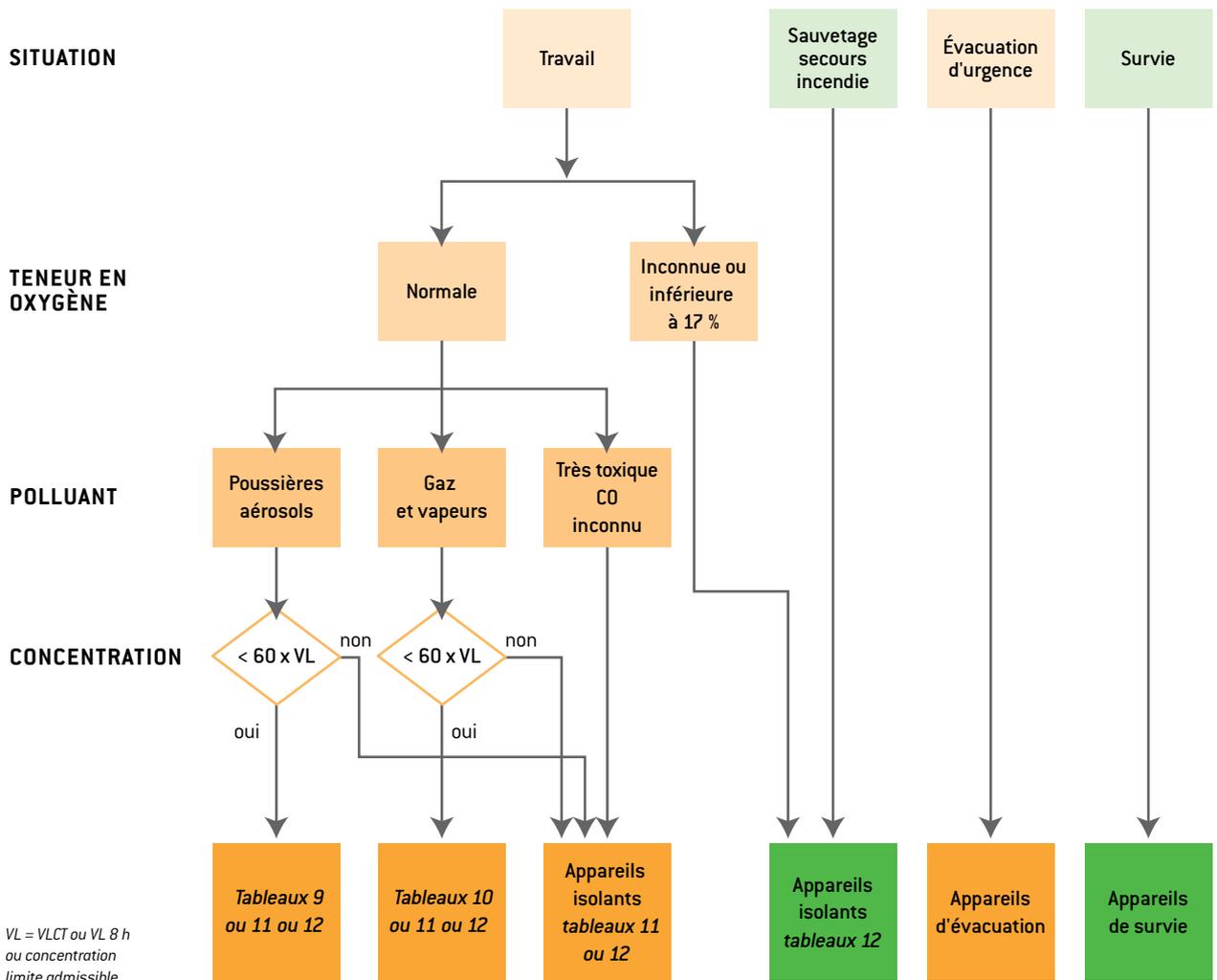
Le premier schéma (voir figure ci-contre) permet de sélectionner une ou des famille(s) d'appareil.

En situation de travail, un appareil filtrant anti-poussières (*tableau 9*) ou anti-gaz (*tableau 10*) ne peut être utilisé que lorsque les concentrations ambiantes en polluant sont au maximum égales à 60 fois la concentration limite admissible ; au-delà, le choix doit être porté sur un appareil isolant dont le degré de protection est approprié (*tableaux 11 et 12*).

Pour les appareils filtrants anti-gaz, il faut tenir compte, d'une part, de la limite de concentration ambiante d'utilisation qui va déterminer, en fonction du niveau de fuite, la concentration à l'intérieur de la pièce faciale, et, d'autre part, du temps prévisible de claquage du filtre à cette concentration ambiante. Certains appareils filtrants anti-gaz mentionnés dans le *tableau 10* peuvent protéger l'utilisateur jusqu'à la même limite de concentration ambiante que des appareils isolants figurant au *tableau 11* mais, dans le premier cas, le temps d'utilisation est limité en fonction de la classe du filtre choisi.

### VLEP

Les valeurs limites d'exposition professionnelle peuvent être la VLECT (valeur limite court terme mesurée sur 15 minutes) et la VL 8 h (valeur limite d'exposition professionnelle mesurée sur 8 heures).



(Premiers critères de choix

Sur les appareils dont la pièce faciale est en dépression durant la phase d'inhalation tels que le demi-masque filtrant, le demi-masque ou le masque complet utilisés en appareils filtrants ou en appareils isolants à air libre sans assistance, il existe un risque accru de pénétration des polluants vers l'intérieur par le joint facial en cas de discontinuité de celui-ci ou de mauvais positionnement de l'appareil. Ce type de risque de fuite au visage existe également dans une moindre mesure avec des appareils isolants à la demande sans pression positive ou des appareils à assistance motorisée, lorsque le débit est inférieur au débit respiratoire de l'utilisateur.

## 2.2. Étape 2 - Détermination du niveau de protection

Après avoir sélectionné les familles d'appareils envisageables, la seconde étape consiste à rechercher le facteur de protection minimal requis.

Le facteur de protection minimal requis est calculé selon l'équation :

$$\text{Facteur de protection minimal requis} = \frac{\text{concentration du contaminant à l'extérieur de la pièce faciale}}{\text{concentration admissible du contaminant à l'intérieur de la pièce faciale}}$$

La valeur utilisée pour la concentration maximale admissible à l'intérieur de la pièce faciale est en général la valeur limite d'exposition professionnelle. La concentration du contaminant à l'extérieur de la pièce faciale est celle mesurée dans la zone respiratoire de l'opérateur. Dans le cas de fortes variations de cette concentration, la valeur maximale de la concentration doit être utilisée.

Le facteur de protection minimal requis est ensuite comparé aux facteurs de protection nominaux (FPN) et, lorsqu'ils existent, aux facteurs de protection



assignés (FPA) des différents appareils de protection respiratoire envisagés (voir encadré ci-contre).  
**Le FPN et les FPA** des appareils sélectionnés doivent être supérieurs au facteur de protection minimal requis.

Dans les *tableaux 9 à 12*, les appareils sont classés par ordre croissant de protection apportée avec, pour chacun, une limite de concentration en polluant exprimée par un multiple de la valeur limite de concentration admissible. Ce coefficient multiplicatif correspond soit :

- au FPA conseillé par l'INRS, lorsqu'il existe,
- au FPA le plus bas utilisé par d'autres organismes européens,
- au FPN en l'absence de FPA ; dans ce dernier cas, le rang de l'appareil dans le tableau est déterminé par comparaison aux FPN des autres appareils de protection respiratoire.

Les appareils de protection respiratoire adéquats seront, dans le tableau correspondant à la famille choisie à l'étape 1, les appareils dont le coefficient multiplicatif est supérieur au facteur de protection minimal requis calculé.

L'*annexe 2* regroupe les facteurs de protection nominaux (FPN) imposés par les différentes normes et les facteurs de protection assignés (FPA) utilisés par différents pays européens (FPA donnés dans l'annexe C de la norme NF EN 529). Les FPA conseillés par l'INRS se trouvent en *annexe 3*.

### Remarques importantes

- Pour choisir un appareil filtrant anti-gaz, on doit, d'une part, rechercher l'appareil complet le plus adapté en fonction des critères retenus dans le *tableau 10* et, d'autre part, sélectionner le filtre qui convient (son type et sa classe) selon les indications fournies dans le paragraphe sur les filtres anti-gaz qui vont limiter en particulier le temps d'utilisation de l'appareil dans la plage de concentration considérée.
- On ne doit pas utiliser de filtre anti-gaz de classe 1 pour des concentrations élevées ou vis-à-vis de gaz à toxicité importante.
- En situation de travail, il est recommandé d'utiliser des appareils isolants pour la protection contre le monoxyde de carbone (CO). Les filtres CO doivent être exclusivement réservés aux appareils d'évacuation ou de survie.

## Facteurs de protection

Les niveaux de protection apportés par les appareils de protection respiratoire se traduisent par différents coefficients qui correspondent aux niveaux d'étanchéité :

- le facteur de protection nominal (FPN), calculé d'après la fuite totale vers l'intérieur de l'appareil de protection respiratoire fixée par les normes de protection respiratoire

$$\text{FPN} = \frac{100}{\text{fuite totale vers l'intérieur en \%}}$$

- le facteur de protection assigné (FPA) - niveau de protection attendu en situation de travail pour 95 % des opérateurs formés au port des appareils de protection respiratoire et utilisant correctement, après contrôle, un appareil bien entretenu et bien ajusté.
- Il est basé sur le cinquième percentile des mesures de facteurs de protection réalisées en situation de travail.

Pour un appareil donné, le FPN est supérieur au FPA et les FPA mesurés par différents organismes peuvent diverger.

La fuite totale vers l'intérieur est mesurée sur des porteurs d'appareils exécutant une série d'exercices dans une enceinte d'essai où est pulvérisé un aérosol de chlorure de sodium. Le facteur de protection nominal ainsi déterminé est en général supérieur aux facteurs de protection mesurés en situation de travail. Cette différence parfois importante a plusieurs explications : les exercices de laboratoire ne sont pas représentatifs des tâches réellement accomplies, les paramètres individuels et environnementaux ont une grande influence sur le résultat, les personnes sélectionnées pour les essais normatifs sont souvent bien formées et familières des procédures d'essai et les normes permettent de refuser les sujets qui ne réussissent pas le test initial de sélection, etc.

Les situations de travail ayant servi à la détermination des FPA diffèrent d'un organisme à l'autre, Les activités professionnelles, les contaminants mesurés, les concentrations et le panel de modèles pour un type d'appareil, ne sont pas les mêmes. Ces éléments sont à l'origine de la disparité observée entre les valeurs de FPA pour un appareil de protection respiratoire donné (voir *annexe 2*).

Les FPA permettent de donner une vision plus réaliste de la protection et, donc, une meilleure sécurité pour l'utilisateur. Aujourd'hui, il n'existe aucune valeur harmonisée de FPA au niveau européen.

TABLEAU 9. Appareils filtrants anti-poussières

CONCENTRATION NE DÉPASSANT PAS	APPAREILS CLASSÉS PAR DEGRÉ DE PROTECTION CROISSANTE
4 x VL	demi-masque filtrant à usage unique FFP1
	demi-masque avec filtre P1
	masque complet avec filtre P1
5 x VL	casque ou cagoule à ventilation assistée TH1 P
10 x VL	demi-masque filtrant à usage unique FFP2
	demi-masque avec filtre P2
	masque complet avec filtre P2
	masque complet ou demi-masque à ventilation assistée TM1 P
20 x VL ou 10 x VL	demi-masque filtrant à usage unique FFP3
20 x VL ou 10 x VL	demi-masque avec filtre P3
20 x VL	casque ou cagoule à ventilation assistée TH2 P
	masque complet ou demi-masque à ventilation assistée TM2 P
40 x VL ou 30 x VL	masque complet avec filtre P3
40 x VL	casque ou cagoule à ventilation assistée TH3 P
40 x VL ou 60 x VL	masque complet à ventilation assistée TM3 P

VL = VLCT ou VL 8 h ou concentration limite admissible

En rouge = valeur conseillée INRS

En bleu = FPA issu de l'annexe C de la norme NF EN 529

Attention : la protection apportée par un demi-masque filtrant à usage unique FFP3 est supérieure à celle d'un demi-masque filtrant à usage unique FFP2.

TABLEAU 10. Appareils filtrants anti-gaz

CONCENTRATION NE DÉPASSANT PAS	APPAREILS CLASSÉS PAR DEGRÉ DE PROTECTION CROISSANTE
5 x VL	casque ou cagoule à ventilation assistée de classe TH1 et filtres anti-gaz de classe 1, 2 ou 3
10 x VL	demi-masque filtrant à usage unique avec filtres anti-gaz de classe 1, 2 ou 3
	demi-masque avec filtres anti-gaz de classe 1, 2 ou 3
20 x VL	masque ou demi-masque à ventilation assistée de classe TM1 et filtres anti-gaz de classe 1, 2 ou 3
	casque ou cagoule à ventilation assistée de classe TH2 et filtres anti-gaz de classe 1, 2 ou 3
	masque ou demi-masque à ventilation assistée de classe TM2 et filtres anti-gaz de classe 1, 2 ou 3
40 x VL	masque complet et filtres anti-gaz de classe 1, 2 ou 3
	casque ou cagoule à ventilation assistée de classe TH3 et filtres anti-gaz de classe 1, 2 ou 3
40 x VL ou 60 x VL	masque complet à ventilation assistée de classe TM3 et filtres anti-gaz de classe 1, 2 ou 3

VL = VLCT ou VL 8 h ou concentration limite admissible

En rouge = valeur conseillée INRS

En bleu = FPA issu de l'annexe C de la norme NF EN 529



**TABLEAU 11. Appareils isolants**

CONCENTRATION NE DÉPASSANT PAS	APPAREILS CLASSÉS PAR DEGRÉ DE PROTECTION CROISSANTE
10 x VL	demi-masque, masque complet, casque ou cagoule à adduction d'air comprimé à débit continu de classe 1A ou 1B
10 x VL	demi-masque à air libre à assistance manuelle
	demi-masque à air libre à assistance motorisée
50 x VL	demi-masque, masque complet, casque ou cagoule à adduction d'air comprimé à débit continu de classe 2A ou 2B
100 x VL	casque ou cagoule à air libre à assistance motorisée
40 x VL	masque complet à air libre à assistance manuelle
40 x VL	masque complet à air libre à assistance motorisée
200 x VL	demi-masque, masque complet, casque ou cagoule à adduction d'air comprimé à débit continu de classe 3A ou 3B
40 x VL	masque complet à adduction d'air comprimé avec soupape à la demande
200 x VL	demi-masque à adduction d'air comprimé avec soupape à la demande à pression positive
40 x VL	masque complet avec appareil autonome à air comprimé avec soupape à la demande
250 x VL	masque complet à adduction d'air comprimé à débit continu de classe 4A
2 000 x VL	appareil à adduction d'air comprimé à débit continu de classe 4B pour la projection d'abrasifs

VL = VLCT ou VL 8 h ou concentration limite admissible

En orange = facteur de protection nominal en l'absence de facteurs de protection assignés

En rouge = valeur conseillée INRS

En bleu = FPA issu de l'annexe C de la norme NF EN 529

**Attention :** les appareils à air libre ne protègent que dans une zone très limitée et dans la mesure où les polluants ne peuvent atteindre l'embout d'entrée d'air dans le tuyau (on tiendra compte du sens du déplacement des polluants en particulier).

**TABLEAU 12. Autres appareils isolants utilisables pour des concentrations en polluant très élevées ou lorsque la teneur en oxygène est inférieure à la normale**

- Masque complet à adduction d'air comprimé avec soupape à la demande à pression positive.
- Masque complet avec appareil autonome à air comprimé avec soupape à la demande à pression positive.

### 2.3. Étape 3 - Adaptation à la situation de travail

À l'issue de ces deux étapes, plusieurs types d'appareils peuvent être appropriés. La troisième étape du processus de choix va permettre de déterminer l'appareil qui sera le plus adapté à la situation de travail. D'autres paramètres liés au porteur, à la tâche à réaliser et au lieu de travail doivent être évalués, par exemple :

- les caractéristiques physiques du porteur (barbe, cicatrices au visage...),
- le port de lunettes ou de lentilles de contact,
- les rythmes de travail,
- la durée de port,
- les exigences de visibilité,
- les exigences de mobilité,
- les exigences de communication,

- les outils à utiliser,
- les autres équipements de protection individuelle et accessoires à utiliser,
- les exigences de décontamination de l'appareil de protection respiratoire,
- les contraintes thermiques,
- etc.

Le *tableau 13* présente les principaux paramètres à prendre en compte pour la détermination de l'appareil de protection respiratoire adapté. L'objectif est de fournir un appareil dont le niveau de protection est adéquat et qui ne soit pas source de gêne et d'inconfort. Sinon l'appareil ne sera pas porté ou sera mal porté et ne procurera donc pas la protection attendue.

Un appareil doit être adapté à chaque porteur **individuellement**.

**TABEAU 13.** Principaux paramètres à prendre en compte pour le choix d'un appareil de protection respiratoire adapté

PARAMÈTRES	EFFETS	RECOMMANDATIONS
Caractéristiques physiques du porteur	<p>Des caractéristiques du visage comme des cicatrices, des poils non rasés (dernier rasage datant de plus de huit heures), des favoris, des éruptions cutanées peuvent anéantir la protection apportée par un demi-masque ou un masque complet car une surface irrégulière nuit à l'étanchéité de la pièce faciale.</p> <p>Une seule taille de pièce faciale ne peut pas convenir à toutes les morphologies de visage.</p> <p>Certains types d'appareils peuvent avoir un poids élevé et ne pas pouvoir être portés par certaines personnes.</p> <p>Des allergies à certains types de matériaux directement en contact avec la peau peuvent exister</p>	<p>Dans ce cas, des casques ou des cagoules seront de préférence choisis s'ils permettent d'obtenir le facteur de protection minimal requis.</p> <p>Lors du choix du masque, il est important de se renseigner auprès du fournisseur sur les différentes tailles disponibles. Une sélection doit être proposée aux utilisateurs pour que chacun trouve le modèle qui lui permette d'obtenir le meilleur ajustement (voir § 2.4).</p> <p>Sélectionner un autre type d'appareil offrant le même niveau de protection.</p> <p>Sélectionner un autre type d'appareil offrant le même niveau de protection.</p>
Lunettes	Les lunettes ne sont pas compatibles avec un masque complet, voire certains casques ou cagoules car les branches empêchent de rendre la pièce faciale étanche.	Il existe des dispositifs spéciaux qui permettent de fixer les verres correcteurs directement à l'intérieur d'un masque complet. Sinon, des appareils de protection respiratoire avec cagoule compatibles avec le port de lunettes peuvent être utilisés s'ils possèdent le degré de protection nécessaire.
Lentilles de contact	Pendant le port d'un appareil de protection respiratoire, les lentilles peuvent se déplacer dans l'œil ou le débit d'air peut provoquer un dessèchement excessif des yeux. Dans les deux cas, le porteur pourrait être tenté de retirer son masque pour remédier au problème.	Il faut donc évaluer si le porteur peut facilement atteindre une zone non polluée pour retirer l'appareil. Dans le cas contraire, si le masque ne peut être retiré rapidement sans dissémination de la pollution, il peut être nécessaire de déconseiller l'utilisation de lentilles de contact.
Accessoires	Les accessoires (colliers, boucles d'oreilles, foulards, turbans, coiffures, piercings...) ne doivent pas perturber l'étanchéité de la pièce faciale, ni réduire le débit d'air normal en cours d'utilisation.	S'ils ne peuvent pas être retirés, un appareil de protection respiratoire avec un modèle de cagoule adapté peut être utilisé s'il possède le niveau de protection requis.



**SUITE. Principaux paramètres à prendre en compte pour le choix d'un appareil de protection respiratoire adapté**

PARAMÈTRES	EFFETS	RECOMMANDATIONS
Rythme de travail	Tous les appareils de protection respiratoire imposent une contrainte physiologique au porteur en raison du poids de l'appareil et de la résistance respiratoire. L'impact de ces deux facteurs augmente avec la charge de travail physique. Les rythmes de travail élevés provoquent également des fuites dues à des pressions négatives à l'intérieur de la pièce faciale (demande d'un débit d'air élevé, supérieur au débit admis dans l'appareil).	En fonction du niveau de protection recherché, des appareils à ventilation assistée ou à adduction d'air à débit continu (si le débit est suffisant pour prévenir toute pression négative) ou à adduction d'air à la demande à pression positive sont recommandés pour des rythmes de travail élevés.
Durée de port	Les demi-masques ou masques complets filtrants à ventilation libre deviennent inconfortables lorsqu'ils sont correctement portés pendant plus d'une heure. Les porteurs peuvent être tentés de les desserrer ou de les retirer. En cas de rythme de travail élevé, cette durée est encore plus réduite.	Il est recommandé pour des durées de port supérieures à une heure d'utiliser des appareils filtrants à ventilation assistée. Il faut veiller à la durée de service des batteries utilisées sur certains appareils. Elle doit être compatible avec la durée du travail à effectuer.
Visibilité	Les pièces faciales peuvent réduire le champ de vision, notamment la vision périphérique. Elles peuvent également être équipées d'oculaires de médiocre qualité optique.	Lorsqu'une bonne visibilité est nécessaire, pour observer des détails précis par exemple, il est possible d'opter pour un demi-masque si le niveau de protection attendu le permet. Sinon des oculaires de bonne qualité devront être recherchés. Lorsqu'un large champ visuel est indispensable, des pièces faciales « à vision panoramique » seront sélectionnées. Si l'oculaire peut être maculé (projection de peinture, par exemple), souillé, rayé, etc., il est possible de rajouter sur certains modèles des visières jetables qui protégeront l'oculaire principal ou d'utiliser des cagoules à visière remplaçable.
Mobilité	L'exécution de la tâche peut requérir des déplacements nombreux, le passage dans des lieux étroits, des postures inconfortables ou impliquant des mouvements significatifs du corps ou de la tête.  Par exemple : – le porteur doit travailler sur le dos ou passer par une ouverture de petite dimension  – il existe un risque d'écrasement / déchirement des tuyaux d'adduction d'air  – les déplacements nécessaires sont plus longs que la longueur d'un tuyau d'adduction d'air.	Il convient d'évaluer ces contraintes pour choisir l'appareil adapté. L'ajustement ne doit pas être compromis. L'appareil ne doit pas être endommagé par l'activité et ne doit pas restreindre les mouvements ou entraver les déplacements.  – un appareil autonome ne sera pas adapté  – un appareil filtrant à ventilation assistée ou isolant autonome sera sélectionné selon l'activité  – il est possible d'équiper certains modèles de filtres qui permettront de ne pas être exposé pendant l'intervalle le plus bref possible entre la déconnexion et la reconnexion aux bornes d'air comprimé disposées judicieusement en fonction de la configuration des lieux.
Communication	Tous les appareils de protection respiratoire entravent la communication, le son étant amorti. Le bruit engendré par les débits d'air de certains appareils gêne également l'audition. Il est parfois difficile de reconnaître les différents travailleurs. Par ailleurs, parler dans un demi-masque ou un masque complet peut nuire à l'étanchéité et augmente le débit d'air de pointe.	Il est important de s'assurer que les porteurs d'appareils de protection respiratoire puissent communiquer efficacement lorsque cela est nécessaire, particulièrement dans les zones confinées. Différents modèles de masques intégrant des membranes phoniques, des amplificateurs de voix, des micros peuvent être utilisés. Les casques ou cagoules entravent moins la communication car le visage, notamment la bouche, est entièrement visible mais il est difficile d'entendre à travers les modèles englobant les oreilles. Le recours à un système de signaux simples, prédéfinis, peut parfois être utile.



PARAMÈTRES	EFFETS	RECOMMANDATIONS
Outils employés	<p>Les outils employés au poste de travail ne doivent pas interférer avec la protection respiratoire.</p> <p>Par exemple, si :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– les outils ou procédés produisent des champs électriques ou magnétiques</li> <li>– un risque de projection de particules en fusion (soudage, coupage, etc.) existe</li> <li>– certains outils peuvent transmettre des vibrations, envoyer des jets d'air ou de particules qui peuvent avoir des conséquences sur l'étanchéité du masque.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– des appareils de protection respiratoire ne pouvant pas être sensibles à ces champs seront sélectionnés</li> <li>– les appareils présentant des caractéristiques plus élevées de résistance à la chaleur et à la flamme seront sélectionnés</li> <li>– les modes opératoires doivent être modifiés pour éviter toute interférence néfaste avec le masque.</li> </ul>
Interaction avec d'autres équipements de protection individuelle	Dans les situations à risques multiples, les différents équipements de protection individuelle doivent être compatibles entre eux pour ne pas dégrader la protection.	Pour certaines applications comme le soudage ou le grenailage, il existe des équipements intégrés associant protection de la tête, des yeux, des oreilles et des voies respiratoires.
Procédure de décontamination	Lorsqu'une décontamination est indispensable avant de sortir d'une zone polluée (amiante, peinture, produit phytopharmaceutique...), les appareils de protection respiratoire ne doivent pas être dégradés par les produits et les modes opératoires de décontamination.	Par exemple, les blocs moteurs des appareils à ventilation assistée TM3P utilisés pour certaines interventions sur l'amiante doivent pouvoir être nettoyés sous une douche. Lorsque plusieurs équipements de protection individuelle sont employés, la procédure de déshabillage doit prendre en compte le maintien de la protection respiratoire.
Contrainte thermique	<p>Porter un appareil de protection respiratoire entraîne une astreinte thermique, en particulier lorsque des vêtements de protection sont nécessaires. La température corporelle et le rythme cardiaque peuvent augmenter à des niveaux dangereux pour la santé de l'opérateur.</p> <p>En ambiance très froide, la buée se condense sur les masques et la rigidité de certains matériaux induite par le froid peut diminuer l'étanchéité au visage.</p> <p>En cas de températures très élevées, les matériaux plastiques des appareils peuvent se ramollir ou fondre, les performances des filtres anti-gaz se dégradent</p>	<p>L'appareil doit contribuer au refroidissement du porteur (ventilation assistée, adduction d'air). Il existe également des dispositifs de refroidissement de l'air comprimé. En fonction de la température ambiante, il est particulièrement important d'organiser le temps de travail : réduire les durées de port lorsque la température ambiante augmente et aménager des temps de repos thermiquement confortables.</p> <p>Les performances des batteries et des moteurs doivent être vérifiées. Il est conseillé d'installer des dispositifs de réchauffement des masques. Pour éviter d'éventuelles gelures dues au débit d'air froid, des réchauffeurs d'air peuvent être installés sur les circuits d'alimentation en air comprimé.</p> <p>Consulter les fabricants sur la résistance des appareils à la température.</p>
Atmosphères corrosives ou potentiellement explosives	Certains contaminants sont corrosifs ou peuvent perméer à travers les matériaux constituant l'appareil de protection respiratoire.	<p>Des matériaux plus résistants devront être recherchés et la protection sera complétée avec une combinaison de protection adaptée. Un programme d'entretien renforcé sera également mis en place.</p> <p>Pour être utilisés en zone ATEX (ATmosphère EXplosible), les appareils de protection respiratoire doivent être compatibles. Il convient de se renseigner auprès du fabricant.</p>



Il est indispensable d'impliquer dans le processus de sélection les futurs utilisateurs et le CHSCT. En effet, ce sont eux qui, avec leur encadrement direct, pourront décrire la nature de leur activité, indiquer les contraintes liées au poste de travail et à son environnement et mettre en évidence l'ensemble des risques auxquels ils sont confrontés. Les méthodes et les rythmes de travail pourront également être revus pour intégrer les contraintes apportées par le port d'un appareil de protection respiratoire. Le médecin du travail peut utilement être associé à cette démarche.

## 2.4. Étape 4 - Essais d'ajustement

Après avoir choisi l'appareil adapté, il est conseillé de comparer et tester les différents modèles proposés sur le marché. La réalisation d'essais d'ajustement est recommandée. L'objectif de ces essais est de sélectionner, pour chaque porteur, le modèle et la taille qui permettent d'obtenir la meilleure étanchéité avec le visage. Les essais d'ajustement peuvent être qualitatifs ou quantitatifs.

Ces essais seront répétés périodiquement, par exemple annuellement, et à l'occasion de toute modification de l'appareil ou de changement de condition physique du porteur (amaigrissement, cicatrice, modification de la dentition, etc.).

### 2.4.1. Essais d'ajustement qualitatifs

Les essais d'ajustement qualitatifs consistent à exposer le porteur d'un appareil de protection respi-



(Essai d'ajustement qualitatif)

ratoire à une atmosphère contenant une substance d'essai dotée d'un goût ou d'une odeur particulière. Si le porteur détecte la substance, la pièce faciale n'est pas étanche et doit être réajustée. Si après deux ou trois réajustements, une fuite persiste, le modèle testé doit être écarté et un autre modèle doit être essayé.

Avant de commencer l'essai, il convient de s'assurer au préalable que la personne est capable de détecter de faibles concentrations de la substance testée.

Des kits comprenant la substance d'essai, un nébulisateur et une cagoule de test sont disponibles dans le commerce. Les principales substances d'essai sont la saccharine (goût sucré) et le Bitrex® (goût amer).

Cette méthode convient pour les pièces faciales filtrantes, les demi-masques et les masques complets. Lorsque des facteurs de protection élevés sont recherchés, les essais d'ajustement quantitatifs sont plus appropriés.

### 2.4.2. Essais d'ajustement quantitatifs

Les essais d'ajustement quantitatifs permettent de calculer directement un facteur de protection, appelé facteur d'ajustement, propre au porteur pour le modèle testé. Trois méthodes sont utilisées, dont deux peuvent être utilisées sur site.

#### Méthode en enceinte d'essai

Le porteur d'appareil de protection respiratoire exécute une série d'exercices dans une enceinte d'essai où est pulvérisé un aérosol de particules de chlorure de sodium ou de l'hexafluorure de soufre gazeux. Les pièces faciales sont équipées de filtres à très haute efficacité ou reliées à une source d'air pour ne mesurer dans la mesure du possible que l'étanchéité du masque. La quantité d'agent d'essai ayant pénétré dans la pièce faciale est mesurée. Le rapport de la concentration à l'extérieur de la pièce faciale sur la concentration à l'intérieur permet de déterminer directement le facteur d'ajustement.

#### Méthodes pouvant être mises en œuvre sur le terrain

##### ■ Méthode de comptage des particules

Un compteur de particules mesure le nombre de particules pénétrant dans une pièce faciale et le compare au nombre de particules extérieures pendant que le porteur exécute une série d'exercices. Les particules sont celles de l'atmosphère



(Essai d'ajustement quantitatif

ambiante. Cette méthode permet de s'affranchir d'une enceinte d'essai et, en général, de la génération d'un aérosol ou d'un gaz spécifique.

#### ■ Méthode à pression négative contrôlée

Cette méthode est basée sur la mesure du débit de fuite de l'air s'échappant d'une pièce faciale rendue temporairement étanche. L'opérateur étant immobile, une pression constante négative est maintenue dans la pièce faciale. La quantité d'air à évacuer pour maintenir la pression négative est présumée égale au débit d'air pénétrant dans la pièce faciale. Cette méthode n'est pas adaptée aux pièces faciales filtrantes.

## 2.5. Appareils d'évacuation et de survie

Un appareil d'évacuation permet de respirer à une personne se trouvant dans un local ou un lieu dont l'atmosphère est devenue accidentellement et soudainement dangereuse pour la vie, pour sortir au plus vite de la zone contaminée.

Un appareil de survie a pour fonction de fournir de l'air respirable à une personne se trouvant en situation d'attente de secours dans un espace où l'atmosphère est ou tend à devenir impropre à la respiration ; un tel appareil peut présenter une autonomie d'utilisation de plusieurs heures pour des utilisateurs au repos.

Les appareils d'évacuation comme les appareils de survie ne doivent jamais être utilisés pour équiper un sauveteur, ni pour effectuer des interventions, même très brèves, dans des zones où l'atmosphère est dangereuse (incendies, fuite de gaz, cuve où la teneur en oxygène est inférieure à la normale, etc.) en raison de la consommation en oxygène en phase d'effort qui réduirait considérablement le temps d'utilisation.

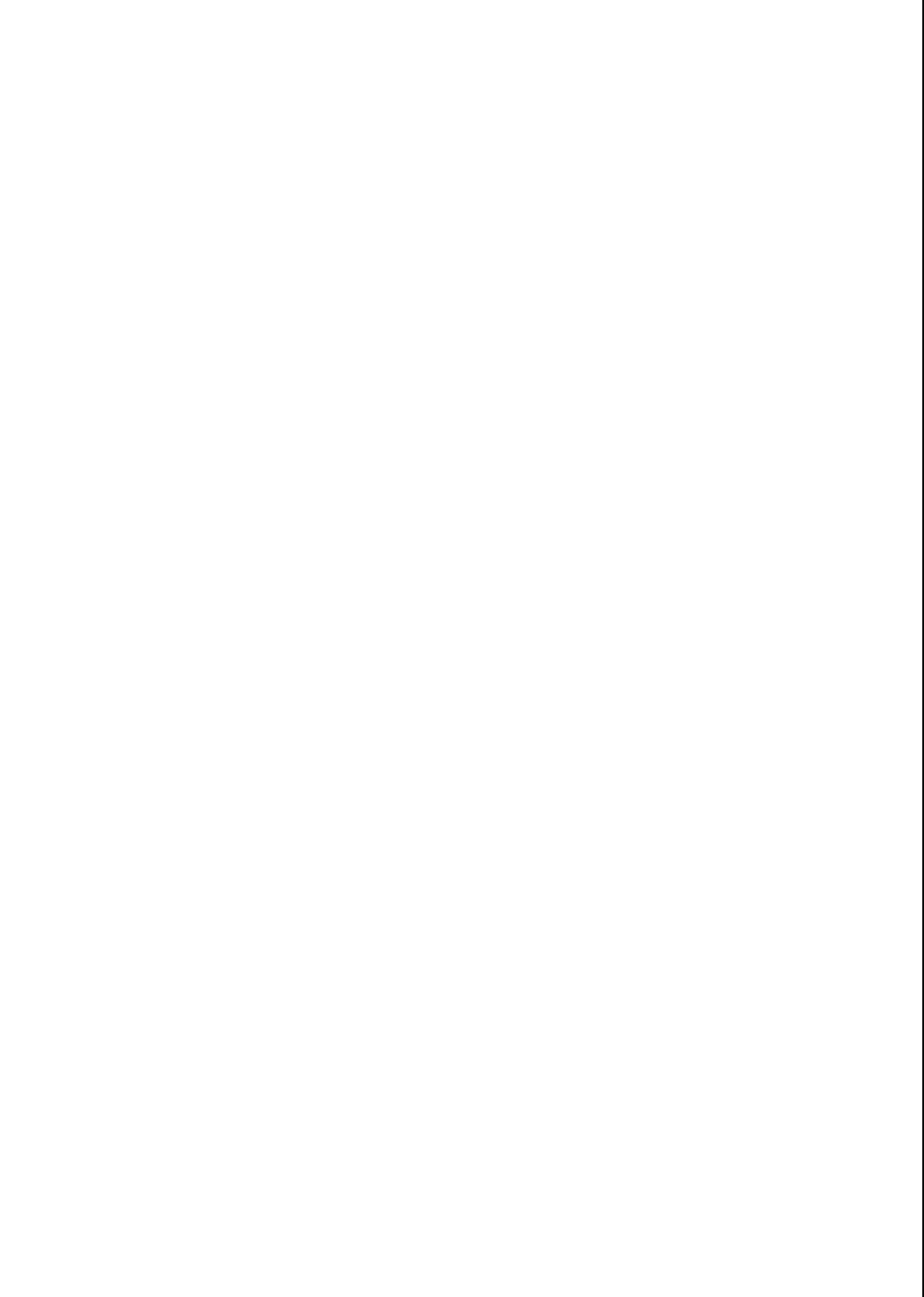
On trouve dans ces catégories de matériels des appareils du type :

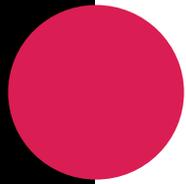
- filtrant,
- isolant à air comprimé,
- isolant à oxygène comprimé,
- isolant à génération d'oxygène (ou à oxygène chimique à  $KO_2$  ou à  $NaClO_3$ ).



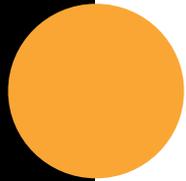
#### (Appareils d'évacuation et de survie

- Appareil d'évacuation filtrant
- Appareil d'évacuation isolant à air comprimé avec cagoule
- Appareil d'évacuation isolant à air comprimé avec masque complet
- Appareil d'évacuation isolant à génération d'oxygène

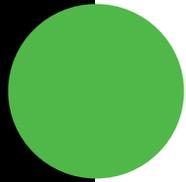




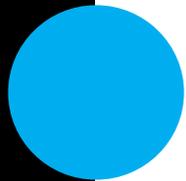
Classification



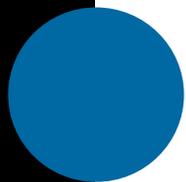
Choix



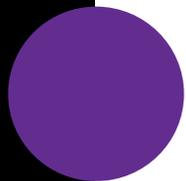
# Utilisation



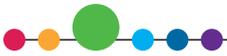
Stockage et entretien



Réglementation, normalisation



Annexes



L'employeur a l'obligation de mettre en service des appareils conformes aux règles techniques et aux procédures de certification imposées par la réglementation. Cette conformité se traduit par le marquage « CE » accompagné du numéro à quatre chiffres de l'organisme chargé de suivre la qualité de la fabrication du produit. L'appareil de protection respiratoire comporte également les marquages prévus par la norme à laquelle il est conforme.

Les appareils de protection respiratoire ne doivent pas être modifiés par l'utilisateur car ils perdent alors leur présomption de conformité.

Le port d'un appareil de protection respiratoire constitue une gêne, principalement en raison de son poids, de son encombrement et des différences de pression qui peuvent exister à l'inspiration et à l'expiration, par rapport à une respiration libre. Un médecin du travail peut être amené à juger au cas par cas de l'aptitude au port d'un appareil de protection respiratoire, en fonction de l'état de santé de la personne et des contraintes liées à la tâche à effectuer. L'aptitude médicale doit être évaluée avant la première utilisation et être renouvelée annuellement.

L'utilisateur d'un appareil de protection respiratoire doit être informé sur la nature des risques présents dans l'atmosphère dans laquelle il doit effectuer son travail, d'une part, et sur les performances et limitations d'emploi de l'appareil choisi, d'autre part.

De plus, toute personne qui est amenée à utiliser pour la première fois un appareil de protection respiratoire doit recevoir une formation théorique et pratique de la part d'une personne compétente. Cette formation peut porter en particulier sur les points suivants :

- effets sur l'organisme des substances dangereuses et d'une carence en oxygène,
- fonctionnement des appareils de protection respiratoire,
- classification et structure des différents appareils,
- limites de la protection apportée, durée d'utilisation, remplacement des filtres (pour les appareils filtrants),
- mise en place de l'appareil,
- comportement et risques induits par le port de l'appareil,
- entretien et maintenance.

Des sessions périodiques de perfectionnement ou de remise à niveau des connaissances sont également nécessaires pour toute personne qui utilise régulièrement un appareil, avec une fréquence de l'ordre d'un an (voire de six mois pour les utilisateurs potentiels d'appareils autonomes à air comprimé à circuit ouvert).

Il convient de se conformer aux instructions de port et d'utilisation qui sont contenues dans la notice délivrée par le fournisseur de l'appareil. Avant chaque utilisation, il est recommandé d'effectuer des contrôles, par exemple :

- inspecter les pièces sensibles (oculaires, soupapes, joints...)
- vérifier le type des filtres, leur date limite de stockage, contrôler qu'ils ne sont pas endommagés et sont correctement montés,
- vérifier que le débit d'air délivré est correct,
- vérifier la charge de la batterie,
- s'assurer de la bonne étanchéité de la pièce faciale
- etc.

Des contenants dédiés, fermés, doivent être mis en place pour récupérer les pièces faciales filtrantes ou les filtres après usage. En fonction de la nature des polluants, ils doivent être éliminés dans la filière appropriée : installation de stockage de déchets dangereux (classe 1), installation de stockage de déchets non dangereux (classe 2), incinération.

### 3.1. Tests d'étanchéité

Une attention particulière doit être portée au bon ajustement de la pièce faciale au visage qui est une condition essentielle à l'efficacité de la protection. Avec une pièce faciale telle qu'un masque complet ou un demi-masque, il est nécessaire de veiller à la bonne continuité du joint facial. Les hommes seront correctement rasés ; l'interposition de cheveux, de barbes ou favoris, ou de branches de lunettes doit être évitée.

**À chaque utilisation, l'étanchéité doit être vérifiée.**  
Les tests d'étanchéité sont de deux types :

#### ■ à pression négative

Le test consiste à :

- mettre le masque complet ou le demi-masque en place en ajustant les courroies,
- obturer le filtre ou la surface filtrante avec les mains et, si nécessaire, avec un film plastique,



( Test d'étanchéité à pression négative

– inhaler, retenir sa respiration quelques secondes.  
Si l'étanchéité est bonne, le masque tend à se plaquer légèrement sur le visage. Dans le cas contraire, le masque doit être réajusté et l'essai recommencé.  
Si l'étanchéité n'est pas obtenue, l'appareil de protection respiratoire ne doit pas être porté.

#### ■ à pression positive

Cet essai est à réaliser après le test à pression négative. Il consiste à :

- obturer la soupape expiratoire avec la paume de la main ou un film plastique,
- souffler légèrement de l'air dans le masque.

Si l'étanchéité est bonne, la pièce faciale bombera légèrement. Sinon, l'essai est repris après un nouvel ajustement de la pièce faciale.

Si l'étanchéité n'est pas obtenue, l'appareil de protection respiratoire ne doit pas être porté.



( Test d'étanchéité à pression positive

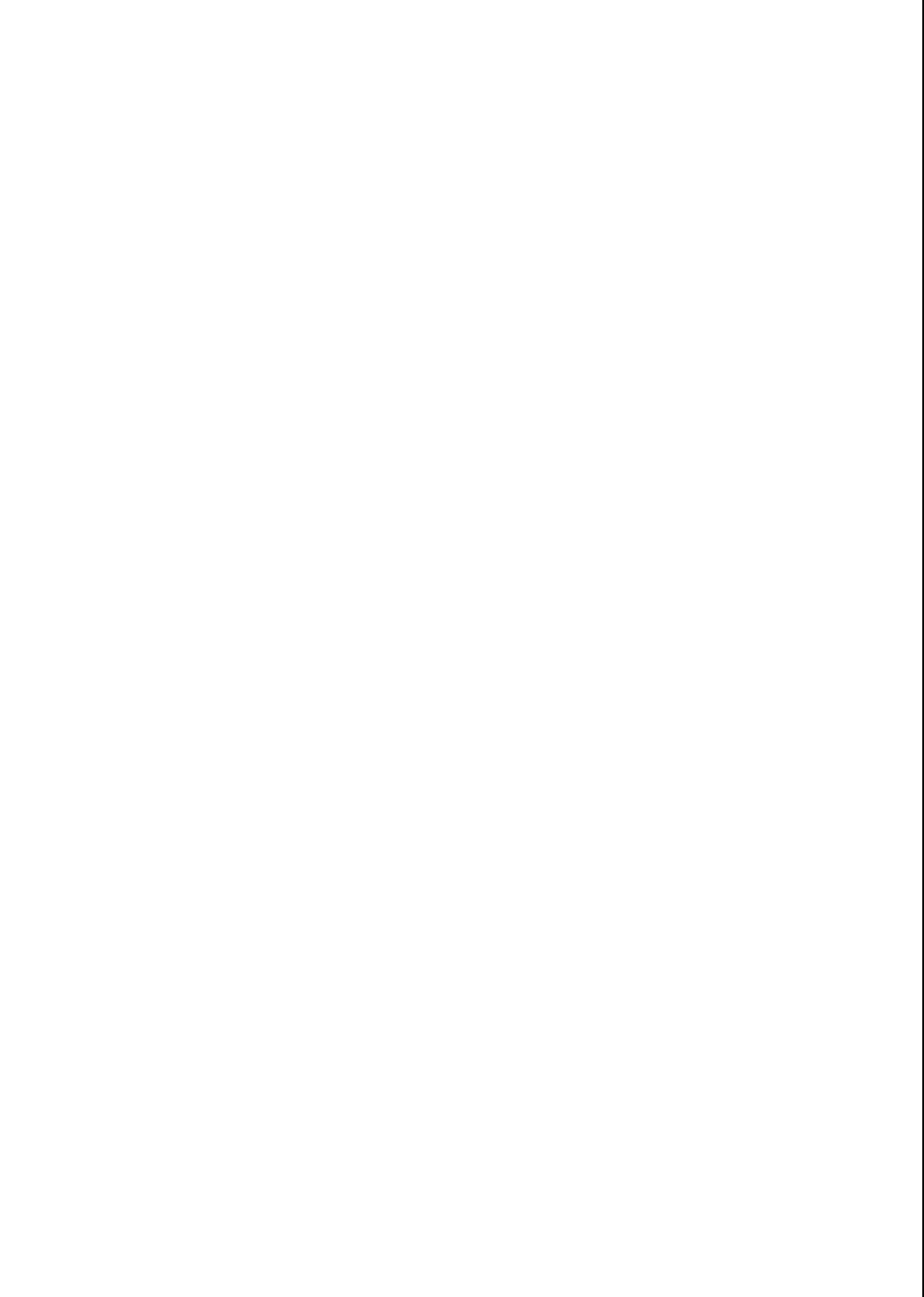
Certains types de pièces faciales ne permettent pas de réaliser ces essais, il faut alors se référer aux instructions du fabricant.

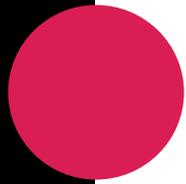
Les tests ci-contre doivent être réalisés en routine, à chaque fois que le masque est mis en place. Ils ne peuvent en aucun cas se substituer aux essais d'ajustement décrits en 2.4.

## 3.2. Programme de protection respiratoire

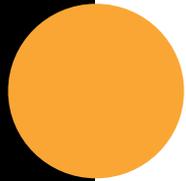
Il est conseillé de mettre en place un programme de protection respiratoire qui détaille les mesures prises par l'entreprise pour s'assurer qu'un appareil adapté a été sélectionné, que les utilisateurs ont reçu la formation nécessaire, qu'ils utilisent l'appareil de façon adéquate et que les règles d'entretien sont connues et rigoureusement appliquées.

Ce programme doit être compréhensible à tous les niveaux de l'organisation et être réévalué régulièrement.

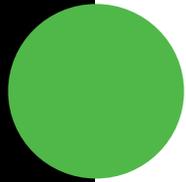




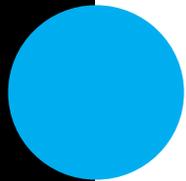
Classification



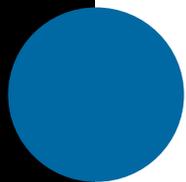
Choix



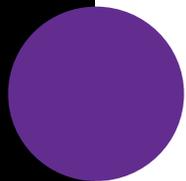
Utilisation



# Stockage et entretien



Réglementation, normalisation



Annexes



Les appareils disponibles dans un établissement doivent être répertoriés et enregistrés ; chaque appareil qui n'est pas à usage unique doit faire l'objet d'une fiche de suivi de son utilisation comportant, entre autres indications, des renseignements sur :

- l'identification de l'appareil (type, numéro, adresse du fabricant, documentation technique, etc.),
- son stockage,
- son nettoyage et sa désinfection,
- les opérations de maintenance (nature, dates, etc.).

Lorsque le nombre des appareils présents dans le même établissement est élevé, il est utile de planifier les opérations de maintenance et d'établir un programme d'entretien du matériel ; il est alors souhaitable de confier cette tâche de gestion du parc d'appareils à un service centralisé, sous la responsabilité d'une personne formée et compétente.

#### 4.1. Nettoyage et désinfection

Après chaque utilisation, un appareil doit être nettoyé, désinfecté s'il ne s'agit pas d'un appareil personnel et préparé pour sa réutilisation ultérieure ou son stockage.

Les appareils ne seront nettoyés et entretenus qu'avec les produits indiqués par le fabricant, sous peine de perturber leur fonctionnement ou de les dégrader.

#### 4.2. Entretien et maintenance

Le remplacement des éléments défectueux, les petites réparations et les différents réglages nécessaires seront effectués par une personne compétente et selon les instructions du fabricant.

Les pièces de rechange seront celles prévues par le fabricant ; pour certaines opérations d'entretien ou de maintenance, des outils spéciaux peuvent être nécessaires. D'une manière générale, on prendra conseil auprès du fabricant pour toute intervention particulière d'entretien ou de maintenance sur un appareil.

Le programme d'entretien des appareils de protection respiratoire doit porter sur les points suivants :

- le nettoyage,
- la désinfection,

- les conditions de stockage,
- le contrôle du bon fonctionnement aux intervalles prescrits,
- les vérifications et remplacements systématiques de pièces aux intervalles prescrits.

Le remplissage des bouteilles d'air devrait être effectué lorsqu'il subsiste encore une légère pression résiduelle ; si les bouteilles d'air sont renvoyées entièrement vides pour leur remplissage (pression nulle), un séchage avant remplissage est nécessaire pour que la teneur en eau finale ne dépasse pas la teneur prescrite. On peut alors utiliser un appareil du commerce destiné à effectuer le séchage ou, à défaut, effectuer deux remplissages suivis de deux vidanges de chacune 30 minutes environ, en contrôlant qu'il ne se produit pas de givrage au robinet de sortie.

D'une manière générale, on prendra soin de ne pas vider complètement les bouteilles d'air comprimé lors de l'utilisation et de mettre en place des bouchons protecteurs sur les raccords de robinets dès qu'elles sont déconnectées des appareils. Seules les bouteilles conformes aux normes et comportant un filetage normalisé seront utilisées pour l'air respirable ; aucun autre gaz ne doit être stocké dans des bouteilles destinées à alimenter en air un appareil de protection respiratoire.

La qualité de l'air fourni par les compresseurs doit répondre aux spécifications définies pour l'air respirable et rappelées dans ce guide. On veillera tout particulièrement à disposer la prise d'air neuf du compresseur éloignée de toute source de pollution (gaz d'échappement de moteurs thermiques par exemple).

Le remplissage des bouteilles d'oxygène est une opération dangereuse qui ne peut être confiée qu'à un spécialiste équipé du matériel requis. À la fin de leur utilisation, les bouteilles d'oxygène comprimé seront déconnectées de l'appareil et leur raccord sera revêtu d'un bouchon protecteur contre les chocs et les impuretés.

Attention, certaines substances peuvent s'enflammer spontanément au contact de l'oxygène qui favorise la combustion ; on évitera strictement tout contact de l'ensemble du circuit d'oxygène (raccords, joints, détendeur, canalisation, bouchon protecteur...) avec des graisses au risque de créer une explosion.

Chaque bouteille d'air ou d'oxygène comprimé doit être l'objet d'une fiche de suivi concernant son utilisation, son entretien et son stockage.

Les bouteilles d'air comprimé et d'oxygène comprimé doivent être transportées et stockées de telle manière qu'elles ne subissent pas de chocs.

Les appareils à oxygène chimique doivent être régénérés par des opérateurs qualifiés et préalablement formés, ou retournés chez le fournisseur.

Les opérations d'entretien et les essais des appareils de protection respiratoire devraient être effectués conformément aux recommandations du fabricant. À défaut de renseignements précis donnés par le fabricant, on pourra se servir des informations données dans les *tableaux 14 à 21* pour déterminer la nature et la fréquence des vérifications à effectuer sur les différents types d'appareils de protection respiratoire.



© Patrick Delapierre

(Appareil de protection respiratoire filtrant à ventilation libre avec masque complet)

**TABLEAU 14. Pièces faciales (masque complet, demi-masque, ensemble embout buccal)  
Fréquence des opérations d'entretien**

Avant emploi ou après toute réparation	Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité par l'utilisateur.
Après emploi	Nettoyage. Désinfection si l'équipement n'est pas personnel.
Tous les ans	Nettoyage et désinfection (sauf si l'appareil est conditionné de manière hermétique).
Tous les deux ans	Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité. Remplacement des soupapes, membranes phoniques et joints de raccord.

**TABLEAU 15. Pièces faciales (casque, cagoule)  
Fréquence des opérations d'entretien**

Après emploi	Nettoyage. Désinfection si l'équipement n'est pas personnel.
Tous les six mois	Nettoyage et désinfection (sauf si l'appareil est conditionné de manière hermétique).

**TABLEAU 16. Appareils filtrants (assistés et non assistés)  
Fréquence des opérations d'entretien**

Avant emploi	Installation de filtres neufs (ou déjà utilisés – voir les conditions dans le texte du guide). Vérifier la date de péremption des filtres anti-gaz. Contrôle du débit des appareils à ventilation assistée.
Après emploi	Élimination des filtres anti-gaz utilisés. Charge de la batterie des appareils à ventilation assistée.

Pour la pièce faciale, consulter les tableaux 14 et 15.



**TABLEAU 17. Appareils isolants autonomes à circuit ouvert, à air comprimé**  
Fréquence des opérations d'entretien

Avant emploi	Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité par l'utilisateur.
Après emploi	Nettoyage, désinfection du tuyau et du système à la demande, s'il ne s'agit pas d'un appareil personnel, et contrôle de la membrane en cas d'utilisation en milieu agressif. Essai de fonctionnement et d'étanchéité.
Tous les six mois	Contrôle de la membrane du système à la demande pour les appareils fréquemment utilisés.
Tous les ans	Nettoyage de l'appareil complet. Désinfection du tuyau et contrôle de la membrane du système à la demande. Remplacement du joint du détendeur. Inspection périodique, par un spécialiste, des bouteilles d'air comprimé en matériaux autres que métalliques n'ayant pas fait l'objet de contrôle du vieillissement en service.
Tous les deux ans	Remplacement de la membrane du système à la demande pour les appareils fréquemment utilisés. Requalification périodique, par un spécialiste, des bouteilles d'air comprimé en matériaux autres que métalliques n'ayant pas fait l'objet de contrôle du vieillissement en service.
Tous les quarante mois	Inspection périodique, par un spécialiste, des bouteilles métalliques d'air comprimé et des bouteilles autres que métalliques ayant fait l'objet de contrôle du vieillissement en service.
Tous les cinq ans	Requalification périodique, par un spécialiste, des bouteilles d'air comprimé autres que métalliques ayant fait l'objet de contrôle du vieillissement en service
Tous les six ans	Remplacement de la membrane du système à la demande pour les appareils en stock. Remise en état complète du détendeur. Contrôle du raccord.
Tous les 10 ans	Requalification périodique, par un spécialiste, des bouteilles métalliques d'air comprimé

Pour la pièce faciale, consulter le tableau 14.

**TABLEAU 18. Appareils isolants à circuit fermé, à oxygène comprimé**  
Fréquence des opérations d'entretien

Avant emploi	Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité par l'utilisateur.
Après emploi	Nettoyage de l'appareil complet. Désinfection des tuyaux, du circuit, du sac respiratoire et du système à la demande. Contrôle de la membrane du système à la demande après utilisation en milieu agressif. Remplacement de la cartouche de régénération.
Tous les six mois	Contrôle de la membrane du système à la demande pour les appareils fréquemment utilisés. Vérification du fonctionnement et de l'étanchéité de l'appareil complet.
Tous les ans	Nettoyage de l'appareil complet. Désinfection des tuyaux et du sac respiratoire. Contrôle de la membrane du système à la demande.
Tous les trois ans	Remplacement de la membrane du système à la demande pour les appareils fréquemment utilisés.
Tous les six ans	Remplacement de la membrane du système à la demande pour les appareils en stock. Remise en état complète du détendeur.

Pour la pièce faciale, consulter le tableau 14.

Pour les bouteilles d'oxygène comprimé, consulter le tableau 17 pour les fréquences des inspections et requalifications périodiques.

**TABLEAU 19. Appareils isolants à adduction d'air comprimé, avec système à la demande ou à débit continu**  
Fréquence des opérations d'entretien

Avant emploi	Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité par l'utilisateur. Essai de fonctionnement du robinet de débit continu. Contrôle du filtre à air comprimé et remplacement le cas échéant.
Après emploi	Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité par l'utilisateur. Nettoyage de l'appareil complet. Désinfection du système à la demande si l'appareil n'est pas personnel. Contrôle de la membrane du système à la demande après utilisation en milieu agressif.
Tous les six mois	Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité des appareils à débit continu. Contrôle de la membrane du système à la demande pour les appareils fréquemment utilisés.
Tous les ans	Nettoyage de l'appareil complet. Contrôle de la membrane du système à la demande. Remplacement du joint du détendeur.
Tous les trois ans	Remplacement de la membrane du système à la demande pour les appareils fréquemment utilisés.
Tous les six ans	Remplacement de la membrane du système à la demande pour les appareils en stock. Remise en état complète du détendeur.

Pour la pièce faciale, consulter les tableaux 14 et 15.

En cas d'utilisation de bouteilles d'air comprimé, consulter le tableau 17 pour les fréquences des inspections et requalifications périodiques des bouteilles

**TABLEAU 20. Appareils isolants à air libre non assistés**  
Fréquence des opérations d'entretien

Avant emploi	Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité par l'utilisateur.
Après emploi	Nettoyage de l'appareil complet. Désinfection du tuyau respiratoire si l'appareil n'est pas personnel. Nettoyage et vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité du tuyau d'alimentation en air.
Tous les six mois	Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité de l'appareil complet y compris le tuyau d'alimentation en air.
Tous les ans	Nettoyage de l'appareil complet y compris le tuyau d'alimentation en air. Désinfection du tuyau respiratoire sauf si l'appareil est conditionné de manière hermétique.

Pour la pièce faciale, consulter le tableau 14.

**TABLEAU 21. Appareils isolants à air libre assistés**  
Fréquence des opérations d'entretien

Avant emploi	Vérification par l'utilisateur de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité de l'appareil complet, y compris le tuyau d'alimentation en air, et du débitmètre.
Après emploi	Nettoyage de l'appareil complet y compris le tuyau d'alimentation en air. Nettoyage et désinfection du tuyau respiratoire. Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité du circuit d'alimentation en air (tuyau et débitmètre).
Tous les six mois	Nettoyage de l'appareil complet y compris le tuyau d'alimentation en air et le tuyau respiratoire. Vérification de l'état de fonctionnement et de l'étanchéité de l'appareil complet et du tuyau d'alimentation en air. Désinfection du tuyau respiratoire sauf si l'appareil est conditionné de manière hermétique.

Pour la pièce faciale, consulter les tableaux 14 et 15.



### 4.3. Stockage

Pour éviter tout risque de confusion, il est important que les appareils destinés à être utilisés ne soient pas stockés avec les appareils qui sont destinés à des actions de formation ou qui doivent subir une opération de nettoyage, d'entretien ou de maintenance. Ces derniers seront identifiés comme tels et stockés séparément.

Les appareils destinés à être utilisés doivent être stockés prêts à l'emploi (propres et complets) dans des armoires ou des boîtiers prévus à cet effet et repérables à l'extérieur, sans y subir de déformations. Ils doivent se trouver à l'abri des salissures, de l'humidité, du rayonnement solaire, de la chaleur et du froid et de toute substance dangereuse.

Un filtre qui doit être réutilisé sera soigneusement protégé des contaminants ; il sera rangé dans un sachet hermétique et rebouché à l'aide des opercules fournis par le fabricant dès la fin de sa première utilisation.

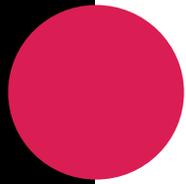
On se conformera à la durée et aux conditions de stockage des appareils et des constituants d'appareils qui sont indiquées par le fabricant.

Les composants qui comportent une date de péremption (filtres anti-gaz par exemple) doivent être mis au rebut lorsque la date limite est atteinte et, de préférence, détruits afin d'en éviter toute utilisation.

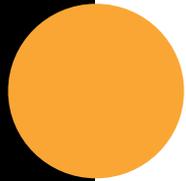


© Claude Almodovar

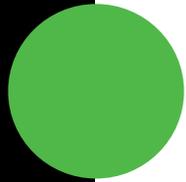
(Appareil de protection respiratoire filtrant avec demi-masque



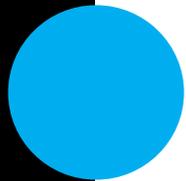
Classification



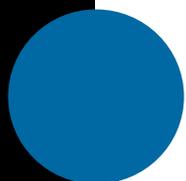
Choix



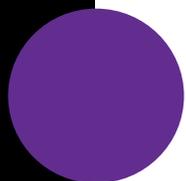
Utilisation



Stockage et entretien



# Réglementation, normalisation



Annexes



## 5.1. Réglementation

La directive européenne 89/686/CEE du 21/12/1989 fixe les conditions relatives à la **conception**, à la mise sur le marché et à la libre circulation des équipements de protection individuelle (EPI), au sein de l'Union européenne. Elle précise en particulier les exigences essentielles en matière de santé et de sécurité auxquelles doivent répondre ces équipements portant principalement sur l'efficacité, le confort et l'ergonomie, l'innocuité pour l'utilisateur. Elle fixe de plus les procédures de certification auxquelles ils doivent être soumis ainsi que le contenu de la notice d'information que le fabricant est tenu d'établir pour chaque équipement. Elle est transcrit en droit français dans les articles L. 4311-1 à L. 4311-7 et R. 4311 à R. 4314- 6 du Code du travail.

Pour être mis sur le marché, un appareil de protection respiratoire doit donc subir un examen de conformité aux exigences essentielles de cette directive. Cet examen est réalisé par un organisme notifié par le gouvernement de l'un des pays membres de l'Union européenne. En pratique, l'organisme notifié vérifie que l'appareil respecte les spécifications de normes européennes harmonisées. En complément, un contrôle annuel de la production ou une vérification du système d'assurance qualité est effectué. Comme preuve de sa conformité, l'appareil de protection respiratoire porte le marquage « CE », suivi du numéro de référence de l'organisme chargé de suivre la qualité de la fabrication du produit.

La directive européenne 89/656/CEE du 30/11/1989 est relative à l'**utilisation** des EPI. En droit français, les articles L. 4321-1 à L. 4321-5, R. 4321-4 à R. 4322-3 et R. 4323-91 à R. 4323-106 du Code du travail précisent les obligations des employeurs en matière d'évaluation des risques, de sélection de l'EPI le mieux adapté, d'attribution et d'entretien de ces équipements, d'information et de formation des salariés au port et à l'utilisation correcte des EPI.

### Pour en savoir plus

Les équipements de protection individuelle (EPI). Règles d'utilisation. ED 6077, INRS, 2010, 19 p.

## 5.2. Normalisation

De nombreuses normes européennes (disponibles à l'AFNOR)<sup>3</sup> concernent les appareils de protection respiratoire, à savoir :

- NF EN 132 Définitions
- NF EN 133 Classification
- NF EN 134 Nomenclature des composants
- NF EN 135 Liste des termes équivalents
- NF EN 136 Masques complets
- NF EN 137 Appareils de protection respiratoire autonomes à circuit ouvert, à air comprimé
- NF EN 138 Appareils de protection respiratoire à air libre avec masque complet, demi-masque ou ensemble embout buccal
- NF EN 140 Demi-masques et quarts de masque
- NF EN 142 Ensembles embouts buccaux
- NF EN 143 et NF EN 143/A1 Filtres à particules
- NF EN 144-1 et NF EN 144-1/A1/A2 Robinets de bouteille à gaz ; raccords de queue filetés
- NF EN 144-2 Robinets de bouteille à gaz ; raccords de sortie
- NF EN 144-3 Robinets de bouteille à gaz ; raccords de sortie pour gaz de plongée Nitrox et oxygène
- NF EN 145 et NF EN 145/A1 Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit fermé, du type à oxygène comprimé ou à oxygène-azote comprimé
- NF EN 148-1 Filetages pour pièces faciales ; raccord à filetage standard
- NF EN 148-2 Filetages pour pièces faciales ; raccord à filetage central
- NF EN 148-3 Filetages pour pièces faciales ; raccord à filetage M 45x3
- NF EN 149 + A1 Demi-masques filtrants contre les particules
- NF EN 250 et NF EN 250/A1 Appareils de plongée autonomes à air comprimé et à circuit ouvert
- NF EN 269 Appareils de protection respiratoire à air libre à ventilation assistée avec cagoule
- NF EN 402 Appareils de protection respiratoire pour l'évacuation ; appareils de protection respiratoire autonomes à circuit ouvert, à air comprimé avec masque complet ou embout buccal
- NF EN 403 Appareils de protection respiratoire pour l'évacuation ; appareils filtrants avec cagoule pour l'évacuation d'un d'incendie
- NF EN 404 Appareils de protection respiratoire pour l'évacuation ; Auto-sauveteur avec ensemble embout buccal à filtre monoxyde carbone

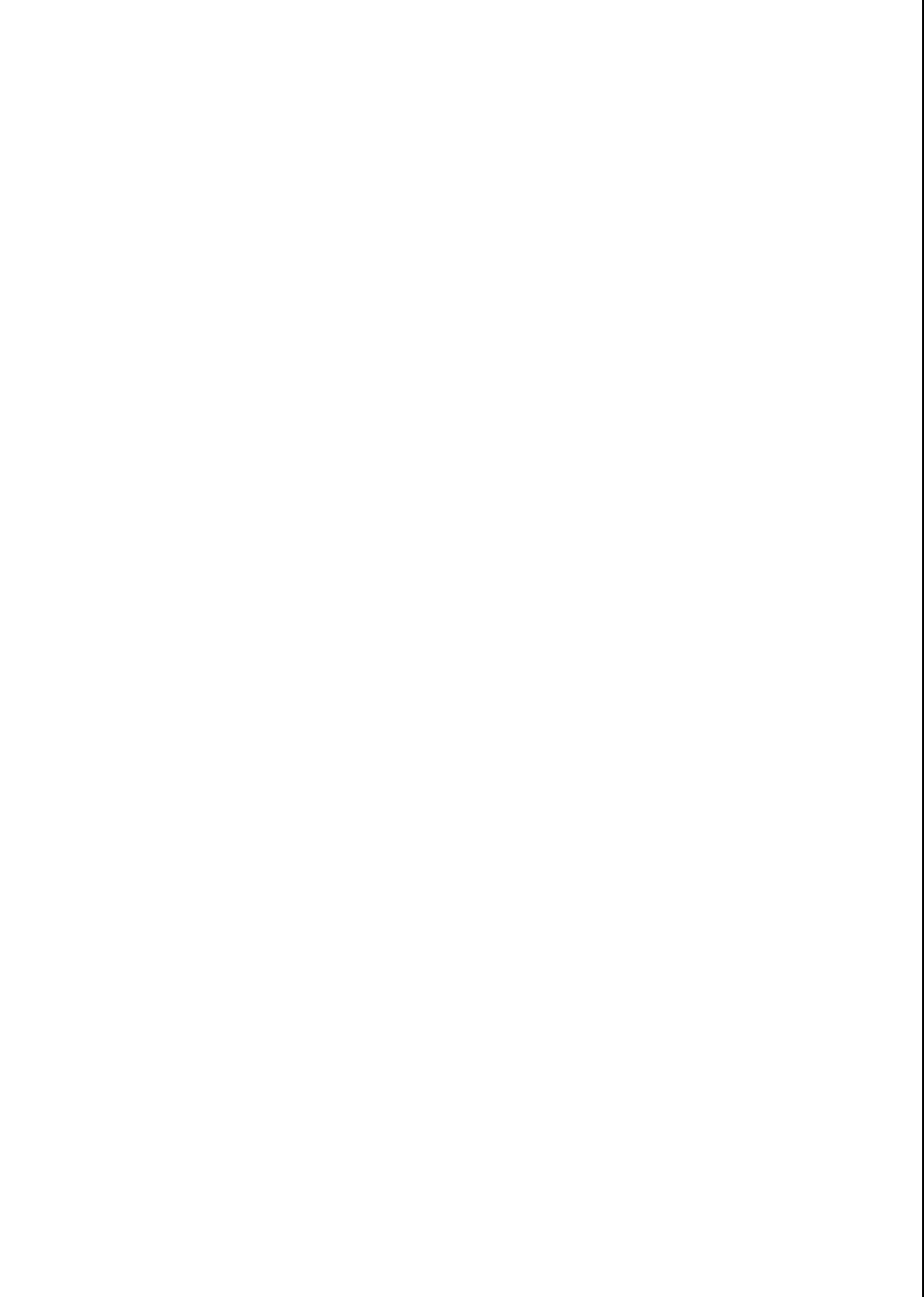
3. AFNOR : Association française de normalisation, 11, avenue Francis-de-Pressensé, 93571 Saint-Denis-La-Plaine Cedex

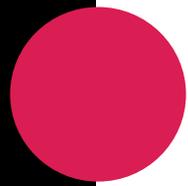


© Gael Kerbaol

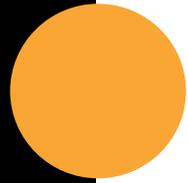
(Appareil de protection respiratoire isolant à adduction d'air comprimé avec cagoule

- NF EN 405 + A1 Demi-masques filtrants à soupapes contre les gaz ou contre les gaz et les particules
- NF EN 529 Recommandations pour le choix, l'entretien et la maintenance. Guide
- NF EN 1146 Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit ouvert à air comprimé avec cagoule pour l'évacuation
- NF EN 1827 + A1 Demi-masques sans soupape inspiratoire et avec filtres démontables, contre les gaz, contre les gaz et les particules, ou contre les particules uniquement
- NF EN 12021 Air comprimé pour appareil de protection respiratoire isolant
- NF EN 12083 Filtres avec tuyaux respiratoires (filtres non montés sur un masque) ; filtres à particules, filtres antigaz et filtres combinés
- NF EN 12941, NF EN 12941/A1 et NF EN 12941/A2 Appareils filtrants à ventilation assistée avec casques ou cagoules
- NF EN 12942, NF EN 12942/A1 et NF EN 12942/A2 Appareils filtrants à ventilation assistée avec masques complets, demi-masques ou quarts de masque
- NF EN 13274-1 Méthodes d'essai ; détermination de la fuite vers l'intérieur et de la fuite totale vers l'intérieur
- NF EN 13274-2 Méthodes d'essai ; essais pratiques de performance
- NF EN 13274-3 Méthodes d'essai ; détermination de la résistance respiratoire
- NF EN 13274-4 Méthodes d'essai ; essais à la flamme
- NF EN 13274-5 Méthodes d'essai ; conditions climatiques
- NF EN 13274-6 Méthodes d'essai ; détermination de la teneur en dioxyde de carbone de l'air inhalé
- NF EN 13274-7 Méthodes d'essai ; détermination de la pénétration des filtres à particules
- NF EN 13274-8 Méthodes d'essai ; détermination du colmatage par la poussière de dolomie
- NF EN 13794 Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit fermé pour l'évacuation
- NF EN 13949 Appareils de plongée autonomes à circuit ouvert utilisant du nitrox et de l'oxygène comprimé
- NF EN 14143 Appareils de plongée autonomes à circuit fermé
- NF EN 14387+A1 Filtres anti-gaz et filtres combinés
- NF EN 14435 Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit ouvert, à air comprimé avec un demi-masque conçus exclusivement pour une utilisation à pression positive
- NF EN 14529 Appareils de protection respiratoire autonomes à circuit ouvert, à air comprimé avec un demi-masque et soupape à la demande à commande à la première inspiration à pression positive, pour l'évacuation uniquement
- NF EN 14593-1 Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé avec soupape à la demande ; Appareil avec masque complet
- NF EN 14593-2 Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé avec soupape à la demande ; Appareil avec demi-masque à pression positive
- NF EN 14594 Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé à débit continu

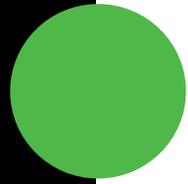




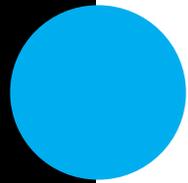
Classification



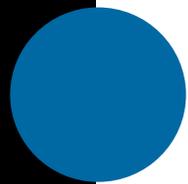
Choix



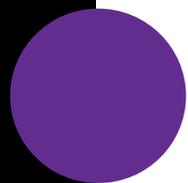
Utilisation



Stockage et entretien



Réglementation, normalisation

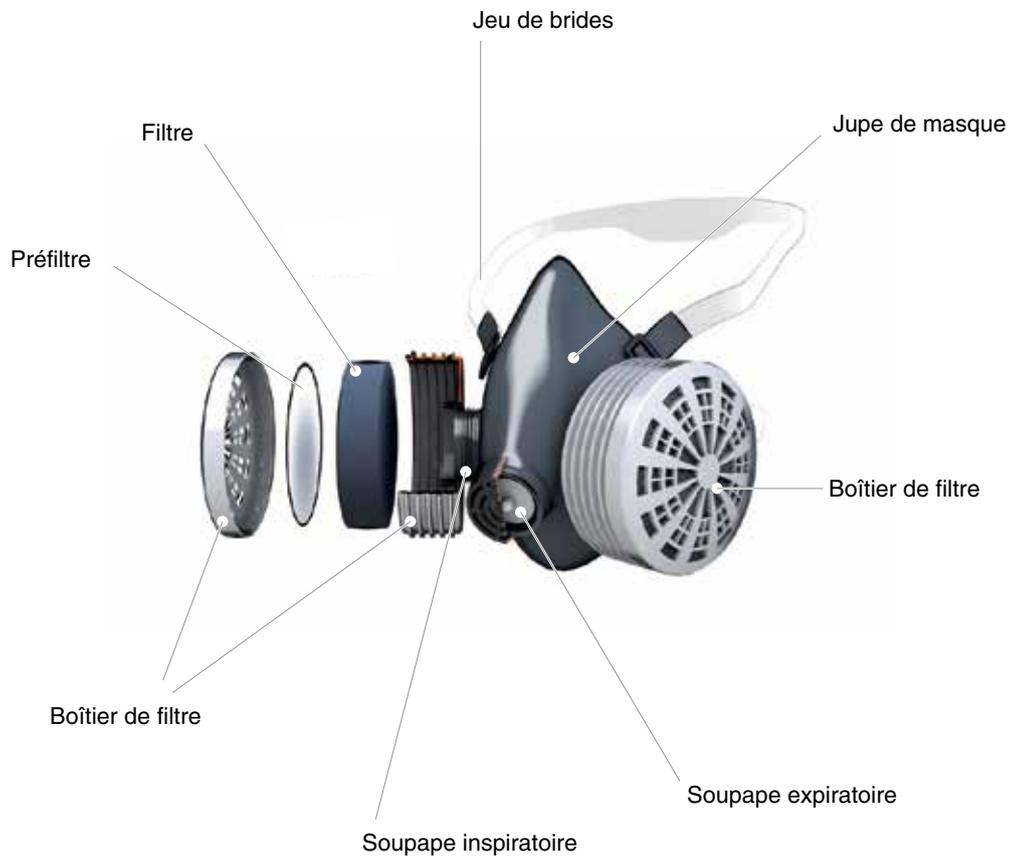


# Annexes

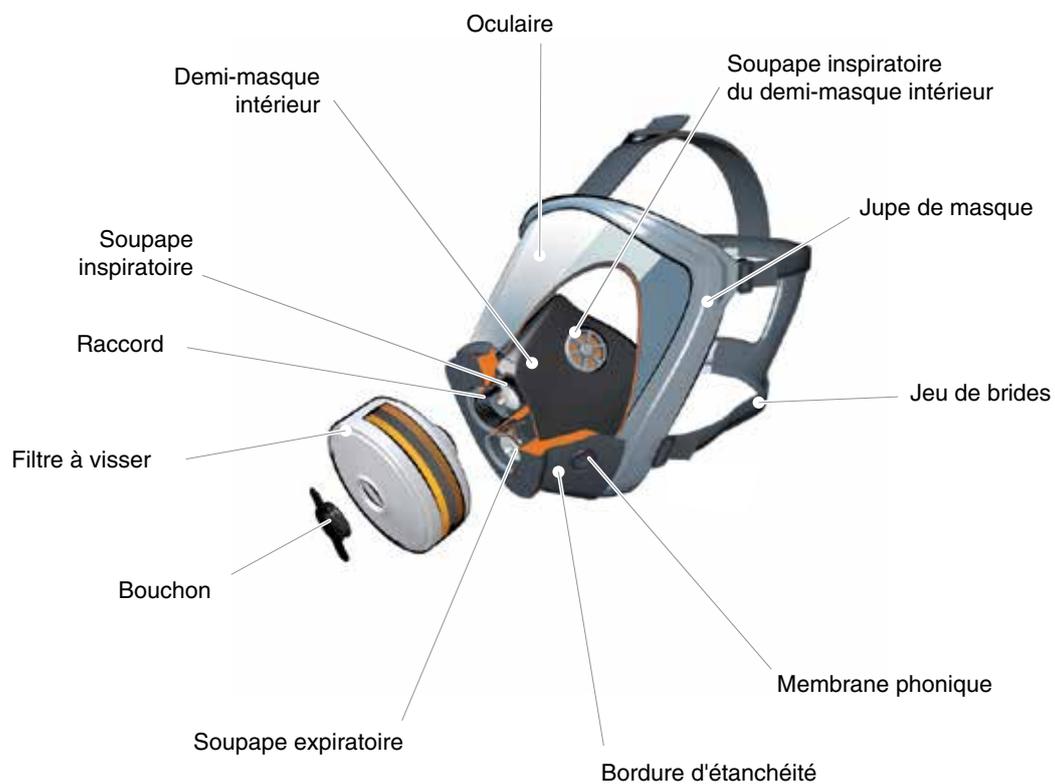


## ANNEXE 1 - Nomenclature

### Demi-masque avec filtre

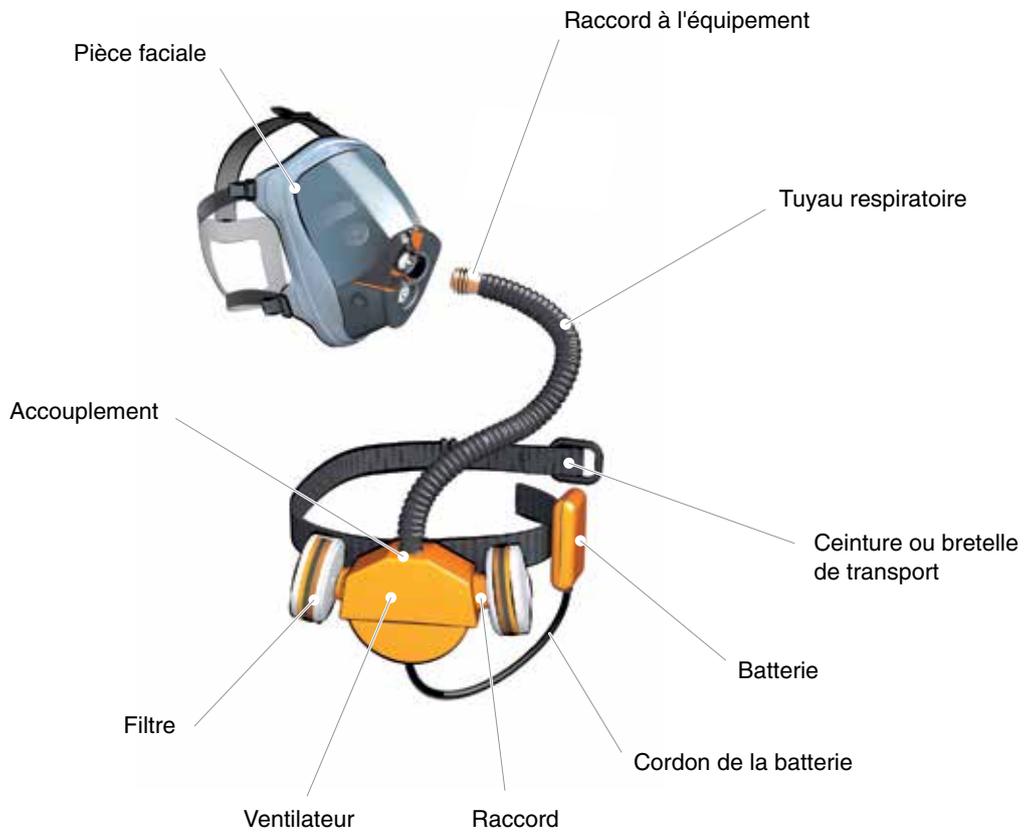


## Masque complet avec filtre





## Appareil filtrant à ventilation assistée avec masque complet



© Gael Kerbaol



© D.R.

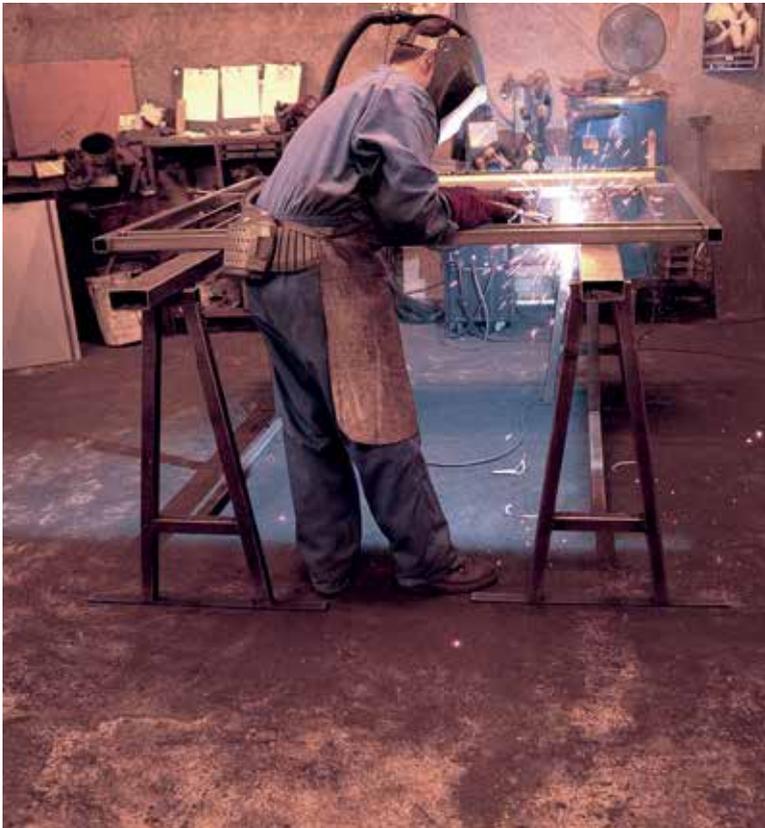
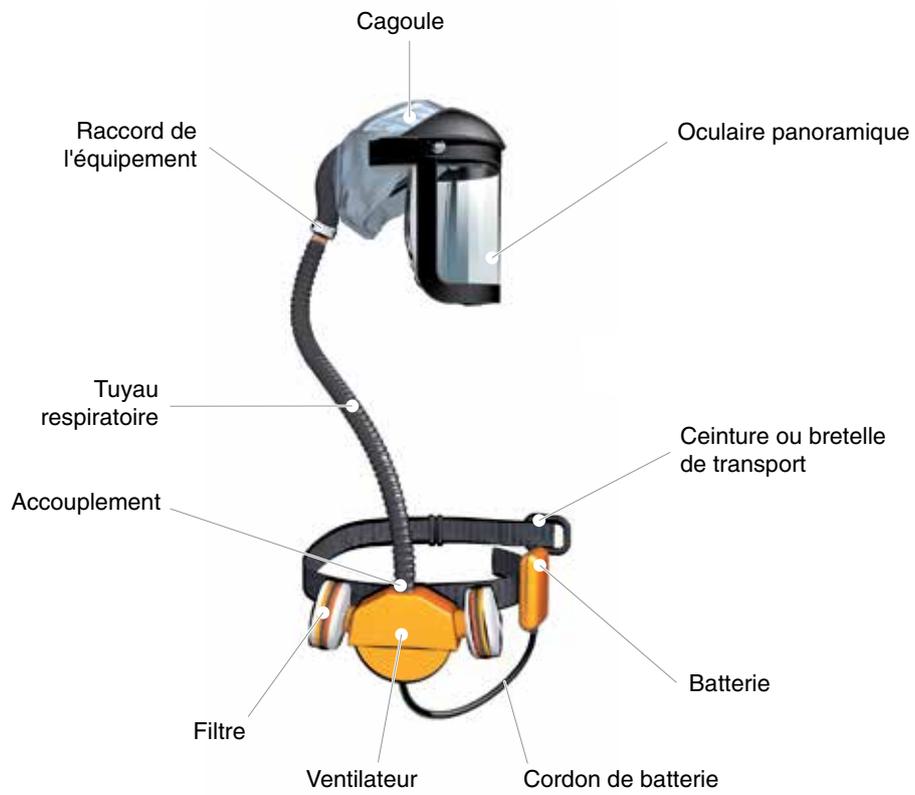


© D.R.

**Appareil filtrant à ventilation assistée avec casque**



## Appareil filtrant à ventilation assistée avec cagoule



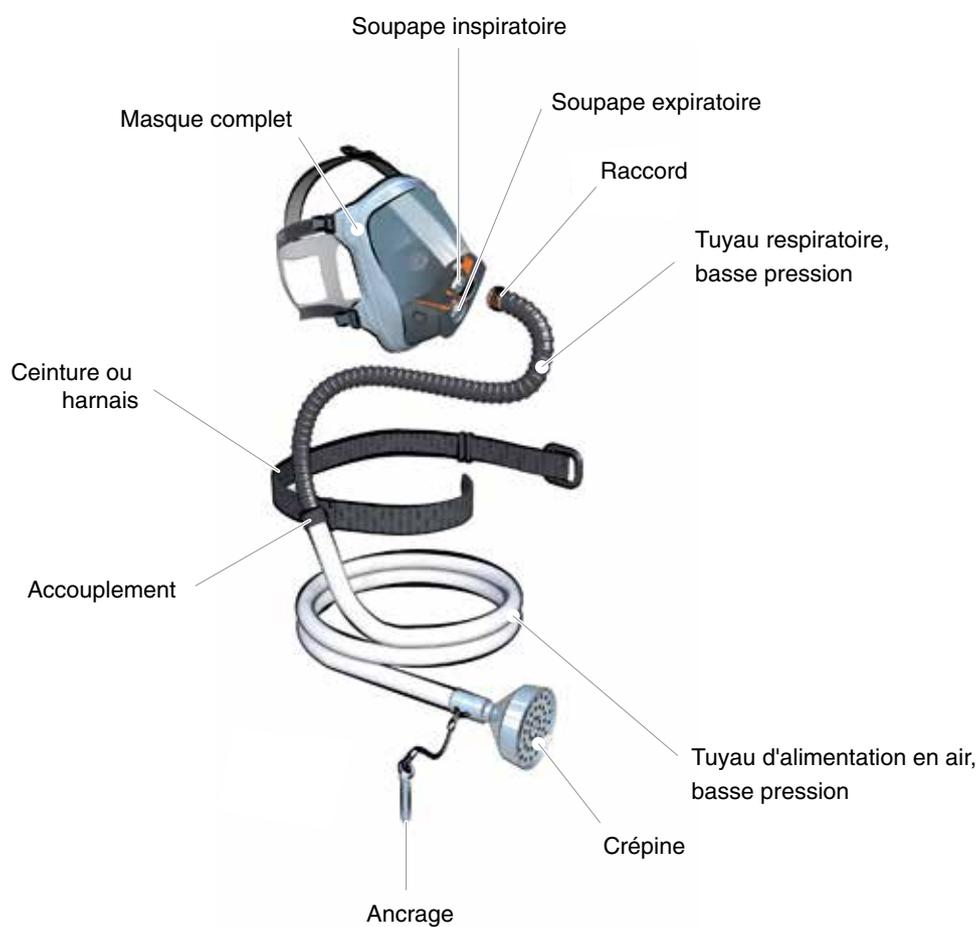
© Gael Kerbaol



© D.R.

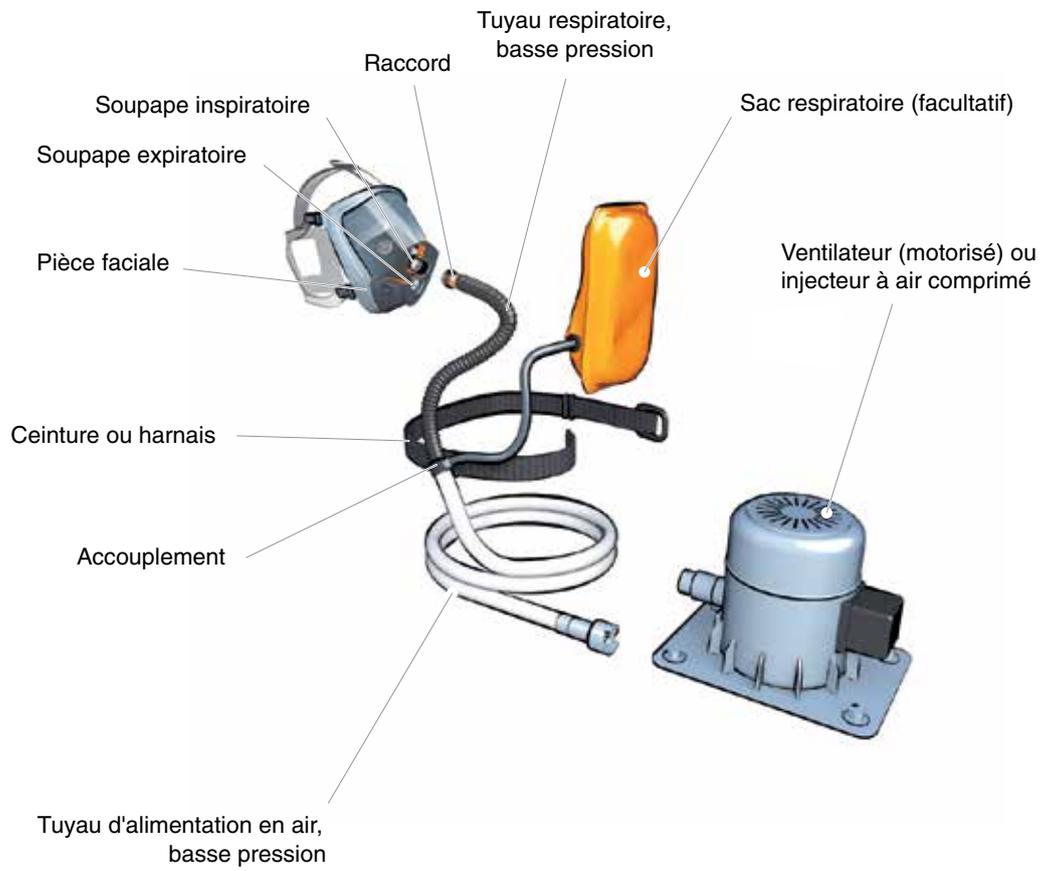


© Gael Kerbaol

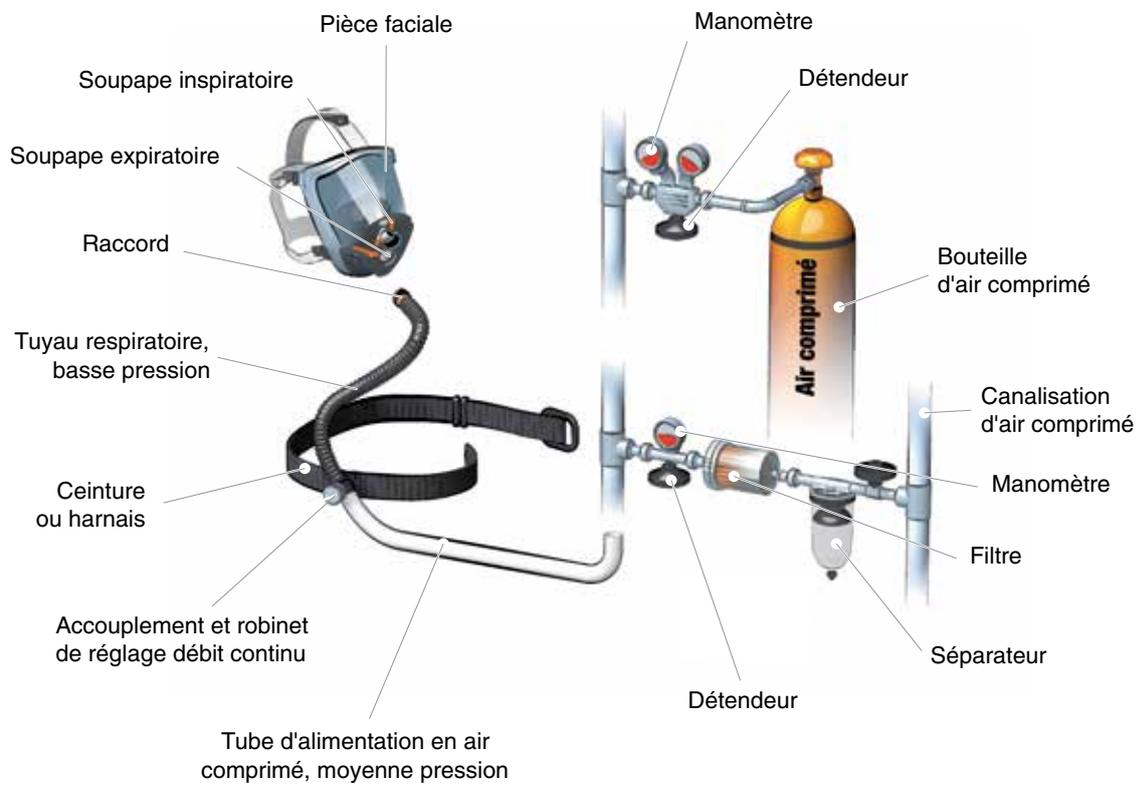
**Appareil à air libre non assisté**



## Appareil à air libre, type à assistance motorisée



**Appareil isolant à adduction d'air comprimé, type à débit continu**



© Yves Cousson

... avec masque complet



© Xavier Renauld



© D.R.

... avec casque

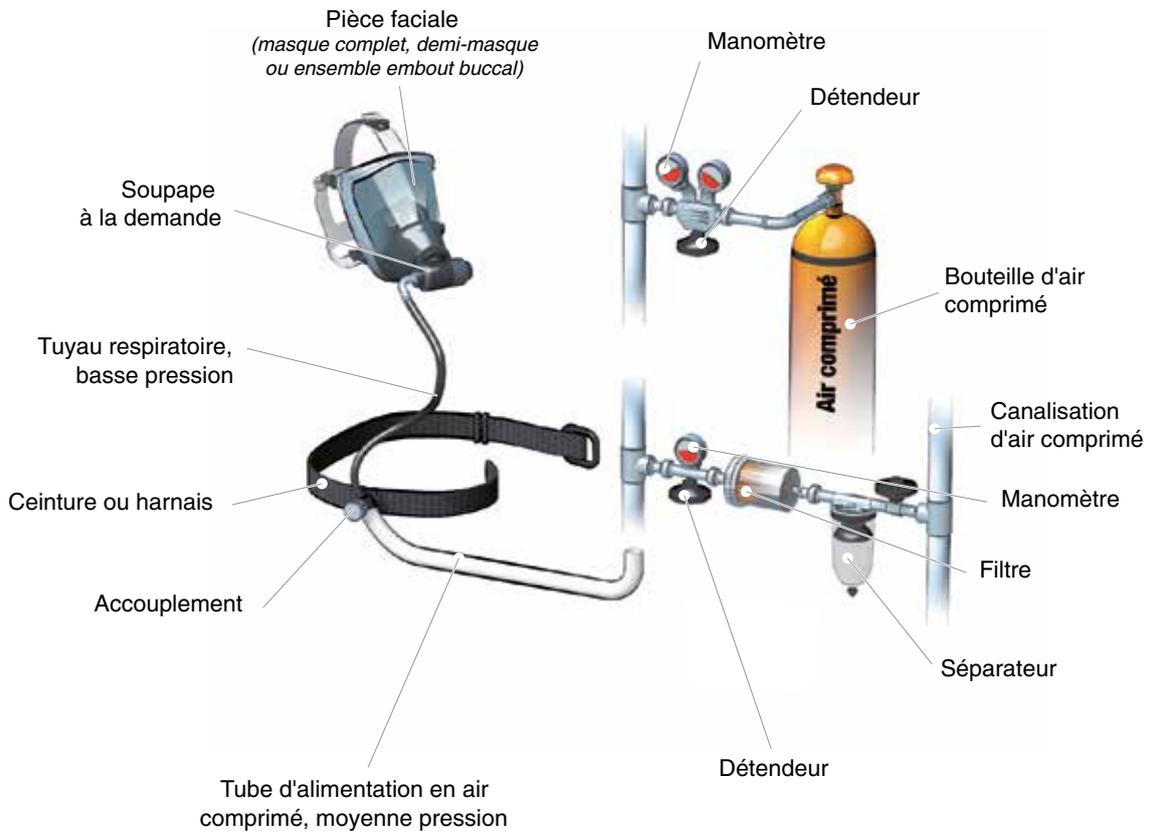


© Patrick Delapierre

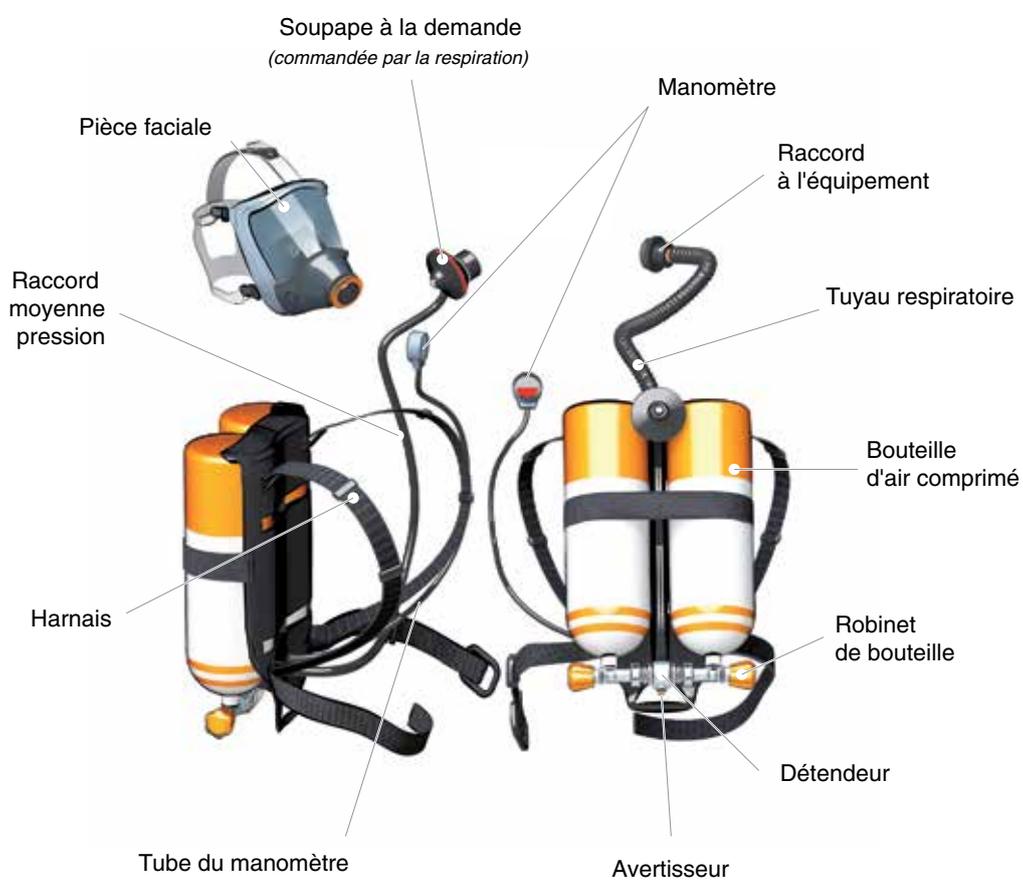
... avec cagoule



## Appareil isolant à adduction d'air comprimé, type à la demande



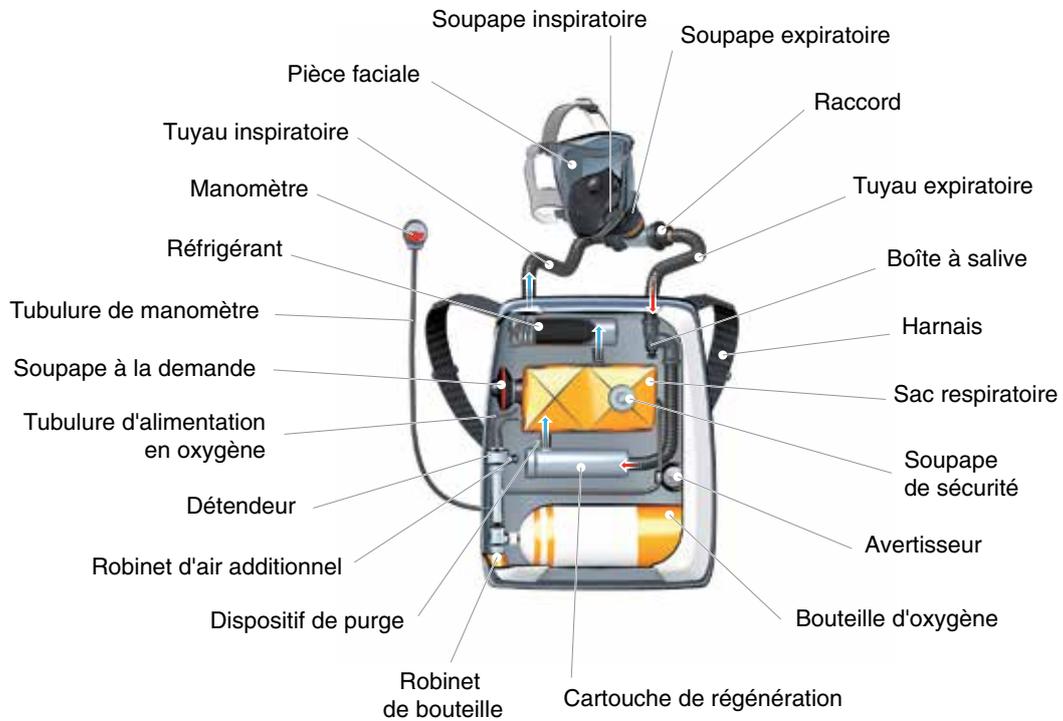
## Appareil isolant autonome à circuit ouvert, à air comprimé

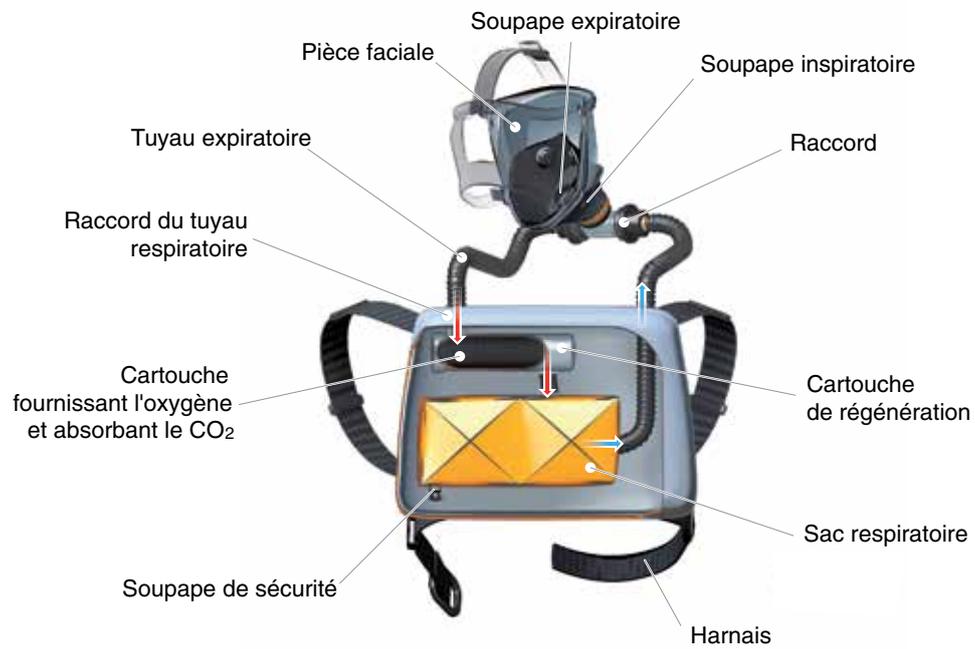


© Serge Morillon



## Appareil isolant autonome à circuit fermé, à oxygène comprimé



**Appareil isolant autonome à circuit fermé, à génération d'oxygène (KO<sub>2</sub>)**



## ANNEXE 2 - Facteurs de protection nominaux et facteurs de protection assignés utilisés dans divers pays européens (annexe C de la norme NF EN 529)

NORME	DESCRIPTION	CLASSE	FPN	FACTEURS DE PROTECTION ASSIGNÉS UTILISÉS DANS CERTAINS PAYS				
				FIN	D	I	S	UK
EN 149	Demi-masque filtrant	FFP1	4	4	4	4	4	4
		FFP2	12	10	10	10	10	
		FFP3	50	20	30	30	20	
EN 405	Demi-masque filtrant à soupape	FFGazX P1	4		4			4
		FFGazX	50		30			10
		FFGazX P2	12		10			10
		FFGazX P3	33		30			10
EN 140 (Masque) Filtres EN 141 EN 143 EN 371 EN 372 EN 14387 EN 12083	Demi-masque et quart de masque avec filtre	P1	4	4	4	4	4	4
		P2	12	10	10	10	10	
		P3	48		30	30	20	
		GaxX	50	20	30	30	20	
		GazX P1	4					
		GazX P2	12					
		GazX P3	48		30		10	
EN 1827	Demi-masque filtrant sans soupapes inspiratoires	FM P1	4		4			4
		FM P2	12		10			10
		FM P3	48		30			20
		FM GaxX	50		30			10
		FM GazX P1	4					
		FM GazX P2	12					
		FM GazX P3	48					
EN 136 (Masque) Filtres EN 141 EN 143 EN 371 EN 372 EN 14387 EN 12083	Masque complet (toutes classes)	P1	5	4	4	4	4	4
		P2	16	15	15	15	15	10
		P3	1000	500	400	400	500	40
		GaxX	2000	500	400	400	500	20
		GazX P1	5					
		GazX P2	16					
		GazX P3	1000		400			20
EN 12941	Appareils filtrants à ventilation assistée avec cagoule ou casque	TH1	10	5	5	5	5	10
		TH2	50	20	20	20	20	20
		TH3	500	200	100	200	200	40
EN 12942	Appareils filtrants à ventilation assistée avec masque complet, demi-masque ou quart de masque	TM1	20	10	10	10	10	10
		TM2	200	100	100	100	100	20
		TM3	2000	1000	500	400	1000	40

NORME	DESCRIPTION	CLASSE	FPN	FACTEURS DE PROTECTION ASSIGNÉS UTILISÉS DANS CERTAINS PAYS				
				FIN	D	I	S	UK
EN 14593-1	Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé avec soupape à la demande – Partie 1 : Appareils avec masque complet		2000	1000	1000	400	1000	40
EN 14593-2	Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé avec soupape à la demande – Partie 2 : Appareils avec demi-masque à pression positive		200					
EN 14594	Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé à débit continu	1A / 1B 2A / 2B 3A / 3B 4A / 4B	10 50 200 2000					
EN 138	Tuyau d'alimentation en air	Demi-masque	50		100	-		10
	Appareils de protection respiratoire isolants	Masque complet	2000	500	1000	400	500	40
EN 269	Appareils de protection respiratoire isolants à air libre avec cagoule	Cagoule	200		100			
EN 137	Appareils de protection respiratoire autonomes à circuit ouvert à air comprimé	À la demande à pression négative	2000		> 1000	400		40
		À la demande à pression positive	2000		> 1000	1000		2000
EN 145	Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit fermé, du type à oxygène ou à oxygène-azote comprimé		2000	500	> 1000	400	500	
EN 402	Appareils de protection respiratoire autonomes à circuit ouvert, à air comprimé avec masque complet ou ensemble embout buccal pour l'évacuation		2000		> 1000	-		



### ANNEXE 3 - Facteurs de protection assignés conseillés par l'INRS

NORME	DESCRIPTION	CLASSE	FPN	FPA CONSEILLÉ	RÉFÉRENCE
NF EN 149	Demi-masque filtrant	FFP3	50	10	
NF EN 140 NF EN 143	Demi-masque équipé de filtre	P3	48	10	[1]
NF EN 136 NF EN 143	Masque complet équipé de filtre	P3	1000	30	
NF EN 12941	Appareils filtrants à ventilation assistée avec cagoule ou casque	TH3 P	500	40	
NF EN 12942	Appareils filtrants à ventilation assistée avec masque complet	TM3 P	2000	60	[2]
NF EN 14594	Appareils de protection respiratoire isolants à adduction d'air comprimé à débit continu	4A / 4B	2000	250	[2]

Fond vert = facteur mesuré  
Fond blanc = facteur adopté

#### Références

[1] Héry M., Meyer J.P., Villa M., Hubert G., Wrobel R., Gerber J.M., Hecht G., Herrault J., François D. – Efficacité de demi-masques anti-poussières non ventilés en situation industrielle. Cahiers de notes documentaires, *Hygiène et Sécurité du Travail*, ND 2949, 1994, **154**, pp.21-33.

[2] Héry M. – Protection respiratoire : les travaux de l'INRS, pp. 68-70 de l'article Roos F. – Les chantiers de retrait d'amiante friable : le rôle et la place du médecin du travail. *Documents pour le médecin du travail*, notes de congrès. TD 110, 2001, **85**.

Pour obtenir en prêt les audiovisuels et multimédias et pour commander les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service Prévention de votre Carsat, Cram ou CGSS.

## Services Prévention des Carsat et des Cram

### Carsat ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)  
14 rue Adolphe-Seyboth  
CS 10392  
67010 Strasbourg cedex  
tél. 03 88 14 33 00  
fax 03 88 23 54 13  
prevention.documentation@carsat-am.fr  
www.carsat-alsacemoselle.fr

(57 Moselle)  
3 place du Roi-George  
BP 31062  
57036 Metz cedex 1  
tél. 03 87 66 86 22  
fax 03 87 55 98 65  
www.carsat-alsacemoselle.fr

(68 Haut-Rhin)  
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny  
BP 70488  
68018 Colmar cedex  
tél. 03 69 45 10 12  
www.carsat-alsacemoselle.fr

### Carsat AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,  
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,  
64 Pyrénées-Atlantiques)  
80 avenue de la Jallère  
33053 Bordeaux cedex  
tél. 05 56 11 64 36  
fax 05 57 57 70 04  
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr  
www.carsat.aquitaine.fr

### Carsat AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal,  
43 Haute-Loire,  
63 Puy-de-Dôme)  
Espace Entreprises  
Clermont République  
63036 Clermont-Ferrand cedex 9  
tél. 04 73 42 70 76  
offredoc@carsat-auvergne.fr  
www.carsat-auvergne.fr

### Carsat BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs,  
39 Jura, 58 Nièvre,  
70 Haute-Saône,  
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,  
90 Territoire de Belfort)  
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie  
21044 Dijon cedex  
tél. 08 21 10 21 21  
fax 03 80 70 52 89  
prevention@carsat-bfc.fr  
www.carsat-bfc.fr

### Carsat BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,  
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)  
236 rue de Châteaugiron  
35030 Rennes cedex  
tél. 02 99 26 74 63  
fax 02 99 26 70 48  
drpcdi@carsat-bretagne.fr  
www.carsat-bretagne.fr

### Carsat CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,  
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)  
36 rue Xaintrailles  
45033 Orléans cedex 1  
tél. 02 38 81 50 00  
fax 02 38 79 70 29  
prev@carsat-centre.fr  
www.carsat-centre.fr

### Carsat CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,  
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,  
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)  
37 avenue du président René-Coty  
87048 Limoges cedex  
tél. 05 55 45 39 04  
fax 05 55 45 71 45  
cirp@carsat-centreouest.fr  
www.carsat-centreouest.fr

### Cram ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,  
78 Yvelines, 91 Essonne,  
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,  
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)  
17-19 place de l'Argonne  
75019 Paris  
tél. 01 40 05 32 64  
fax 01 40 05 38 84  
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr  
www.cramif.fr

### Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,  
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)  
29 cours Gambetta  
34068 Montpellier cedex 2  
tél. 04 67 12 95 55  
fax 04 67 12 95 56  
prevdoc@carsat-lr.fr  
www.carsat-lr.fr

### Carsat MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,  
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,  
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)  
2 rue Georges-Vivent  
31065 Toulouse cedex 9  
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)  
fax 05 62 14 88 24  
doc.prev@carsat-mp.fr  
www.carsat-mp.fr

### Carsat NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,  
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,  
55 Meuse, 88 Vosges)  
81 à 85 rue de Metz  
54073 Nancy cedex  
tél. 03 83 34 49 02  
fax 03 83 34 48 70  
documentation.prevention@carsat-nordest.fr  
www.carsat-nordest.fr

### Carsat NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,  
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)  
11 allée Vauban  
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex  
tél. 03 20 05 60 28  
fax 03 20 05 79 30  
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr  
www.carsat-nordpicardie.fr

### Carsat NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,  
61 Orne, 76 Seine-Maritime)  
Avenue du Grand-Cours, 2022 X  
76028 Rouen cedex  
tél. 02 35 03 58 22  
fax 02 35 03 60 76  
prevention@carsat-normandie.fr  
www.carsat-normandie.fr

### Carsat PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,  
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)  
2 place de Bretagne  
44932 Nantes cedex 9  
tél. 02 51 72 84 08  
fax 02 51 82 31 62  
documentation.rp@carsat-pl.fr  
www.carsat-pl.fr

### Carsat RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,  
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,  
74 Haute-Savoie)  
26 rue d'Aubigny  
69436 Lyon cedex 3  
tél. 04 72 91 96 96  
fax 04 72 91 97 09  
preventionrp@carsat-ra.fr  
www.carsat-ra.fr

### Carsat SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,  
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,  
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse-du-Sud,  
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)  
35 rue George  
13386 Marseille cedex 5  
tél. 04 91 85 85 36  
fax 04 91 85 75 66  
documentation.prevention@carsat-sudest.fr  
www.carsat-sudest.fr

## Services Prévention des CGSS

### CGSS GUADELOUPE

Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre  
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13  
lina.palmont@cgss-guadeloupe.fr

### CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, route de Raban,  
BP 7015, 97307 Cayenne cedex  
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01

### CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9  
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01  
prevention@cgss-reunion.fr

### CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2  
tél. 05 96 66 51 31 et 05 96 66 51 32 – fax 05 96 51 81 54  
prevention972@cgss-martinique.fr  
www.cgss-martinique.fr

Ce guide, élaboré avec le concours des constructeurs d'appareils et du Syndicat national des matériels et articles de protection (SYNAMAP), s'adresse à toute personne qui, en situation de travail, doit procéder au choix d'un appareil de protection respiratoire. Après un rappel des spécifications normatives et des exigences réglementaires en matière de conception, de marquage et d'utilisation des appareils de protection respiratoire, ce guide propose une description détaillée des différents types de matériels puis une méthode d'aide au choix de l'appareil le plus adapté à une situation de travail donnée. Il fournit également des critères d'utilisation, de stockage et d'entretien de chaque type d'équipement.



Institut national de recherche et de sécurité  
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles  
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00  
www.inrs.fr • e-mail: info@inrs.fr

**Édition INRS ED 6106**

1<sup>re</sup> édition (2011) • réimpression mars 2014 • 2 000 ex. • ISBN 978-2-7389-1936-6