

# Équipement de protection individuelle

# NBC



### **Équipe du projet**

2ème édition:

Dr. Christian Gloor, Laboratoire de Spiez

Daniel Schuler, BBS Ingenieure AG

Dr. Gilles Richner, Laboratoire de Spiez

Dr. César Metzger, Laboratoire de Spiez

1ère édition:

Dr. Patrick Wick, Laboratoire de Spiez

Daniel Schuler, BBS Ingenieure AG

Peter Hunziker, Laboratoire de Spiez

### **Suggestion de citation**

Laboratoire de Spiez (2023) Équipement de protection individuelle

NBC

### **Editeur**

LABORATOIRE DE SPIEZ

Institut fédéral pour la protection NBC

CH-3700 Spiez

Téléphone +41 (0)58 468 14 00

laborspiez@babs.admin.ch

www.spiezlab.admin.ch

## Préface

Le Laboratoire de Spiez est l'institut fédéral pour la protection NBC. Il élabore et assure les bases scientifiques et techniques de la protection NBC. Il s'occupe aussi bien des dangers NBC que des mesures de protection NBC techniques et organisationnelles. La section Systèmes de protection RNBCe est responsable des tâches en lien avec la protection des personnes, des bâtiments et des véhicules. Dans le cadre de cette mission, la section teste notamment les matériaux et systèmes de protection. Grâce à ses laboratoires accrédités, le Laboratoire de Spiez dispose des compétences nécessaires pour tester les matières premières, les composants et les systèmes de protection complets.

Les connaissances en matière de protection NBC reposent sur des relations physiques, chimiques et physiologiques complexes. L'expérience pratique montre qu'un large éventail d'utilisateurs ont besoin d'informations claires et pratiques, notamment en ce qui concerne les équipements de protection individuelle NBC. Pour répondre à ce besoin, la première version du manuel "Équipement de protection individuelle NBC" a été publiée en 2012.

Cette deuxième édition du manuel offre aux utilisateurs d'équipements de protection individuelle NBC, en particulier les membres des organisations d'intervention partenaires de la protection de la population, un aperçu complet et systématique de tous les aspects pertinents liés à l'équipement de protection individuelle NBC. Outre les risques spécifiques liés aux substances NBC, il décrit en particulier les différents éléments et variantes de l'équipement de protection individuelle NBC. Le manuel contient également des conseils pratiques sur l'acquisition, l'utilisation et le stockage du matériel de protection. Les développements dans le domaine des équipements de protection individuelle et des modifications des normes ont rendu une mise à jour du manuel nécessaire.

La section Systèmes de protection RNBCe du Laboratoire de Spiez est convaincue que ce manuel peut contribuer à l'amélioration de la protection NBC en Suisse. Le Laboratoire de Spiez se tient à la disposition de tous organes compétents en matière de protection NBC pour les conseiller et les aider.

Dr. César Metzger

LABORATOIRE DE SPIEZ

Chef Section Systèmes de protection RNBCe



# Table des matières

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Structure du manuel</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Dangers des substances NBC</b>                      | <b>7</b>  |
| 2.1      | Aspects des substances NBC                             | 7         |
| 2.2      | Absorption par l'homme de substances NBC               | 9         |
| 2.2.1    | Aperçu   | 9         |
| 2.2.2    | Grandeur des particules et absorption d'aérosols       | 10        |
| 2.1      | Effets sur l'homme et protection                       | 11        |
| 2.1.1    | Substances radioactives                                | 11        |
| 2.1.2    | Substances biologiques                                 | 13        |
| 2.1.3    | Substances chimiques                                   | 15        |
| <b>3</b> | <b>Matériel de protection NBC</b>                      | <b>20</b> |
| 3.1      | Connaissances de base                                  | 20        |
| 3.1.1    | Protection respiratoire et cutanée                     | 20        |
| 3.1.2    | Pénétration des substances NBC à travers les matériaux | 21        |
| 3.1.3    | Étanchéité du matériel de protection NBC               | 23        |
| 3.2      | Matériel de protection respiratoire                    | 24        |
| 3.2.1    | Composants du système de protection respiratoire       | 24        |
| 3.2.2    | Pièce faciale  | 24        |
| 3.2.2.1  | Aperçu   | 24        |
| 3.2.2.2  | Spécifications   | 25        |
| 3.2.2.3  | Masques  | 26        |
| 3.2.2.4  | Cagoules et casques                                    | 29        |
| 3.2.3    | Alimentation en air respirable                         | 29        |
| 3.2.3.1  | Aperçu   | 29        |
| 3.2.3.2  | Qualité de l'air respirable                            | 30        |
| 3.2.3.3  | Appareils filtrants                                    | 30        |
| 3.2.3.4  | Appareils isolants                                     | 35        |
| 3.2.3.5  | Appareils de protection respiratoire pour l'évacuation | 36        |
| 3.3      | Vêtements de protection                                | 37        |
| 3.3.1    | Aperçu   | 37        |
| 3.3.2    | Tenues de protection                                   | 38        |
| 3.3.2.1  | Spécifications   | 38        |
| 3.3.2.2  | Tenues de protection chimique                          | 39        |

## Table des matières

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.3.2.3  | Tenues de protection contre les dangers issus de micro-organismes                    | 43        |
| 3.3.2.4  | Tenues de protection contre les particules radioactives                              | 43        |
| 3.3.2.5  | Tenues de protection perméables  | 45        |
| 3.3.3    | Protection partielle du corps et accessoires   | 47        |
| 3.3.3.1  | Vêtements pour la protection spécifique de parties du corps                          | 47        |
| 3.3.3.2  | Gants de protection  | 48        |
| 3.3.3.3  | Chaussures et bottes   | 49        |
| 3.3.3.4  | Protection oculaire et faciale   | 51        |
| <b>4</b> | <b>Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation</b> | <b>52</b> |
| 4.1      | Évaluation et acquisition  | 52        |
| 4.1.1    | Scénarios d'intervention   | 52        |
| 4.1.1.1  | Choix de la protection respiratoire  | 53        |
| 4.1.1.2  | Choix de la protection cutanée   | 54        |
| 4.1.2    | Autres facteurs d'évaluation   | 54        |
| 4.2      | Précisions concernant la formation   | 55        |
| 4.2.1    | Formation théorique et pratique  | 55        |
| 4.2.2    | Formation dans le domaine de la protection respiratoire                              | 56        |
| 4.2.2.1  | Étanchéité des pièces faciales   | 56        |
| 4.2.2.2  | Adaptation et vérification des masques de protection                                 | 57        |
| 4.2.2.3  | Temps de saturation des filtres  | 58        |
| 4.2.3    | Éléments de formation dans le domaine de la protection cutanée                       | 60        |
| 4.2.3.1  | Étanchéité des vêtements de protection   | 60        |
| 4.2.3.2  | Effet de pompage   | 60        |
| 4.3      | Précisions concernant l'utilisation  | 61        |
| 4.3.1    | Matériel de protection   | 61        |
| 4.3.2    | Vérifier le bon fonctionnement et l'étanchéité                                       | 62        |
| 4.3.3    | Comportement pendant l'utilisation   | 63        |
| 4.3.4    | Procédure après l'utilisation  | 64        |
| 4.3.4.1  | Règles   | 64        |
| 4.3.4.2  | Décontamination de l'ÉPI   | 64        |
| 4.3.4.3  | Ôter l'ÉPI   | 65        |
| 4.3.4.4  | Récolte et entreposage de l'ÉPI  | 66        |
| 4.4      | Précisions concernant la gestion   | 67        |
| 4.4.1    | Aperçu   | 67        |

## Table des matières

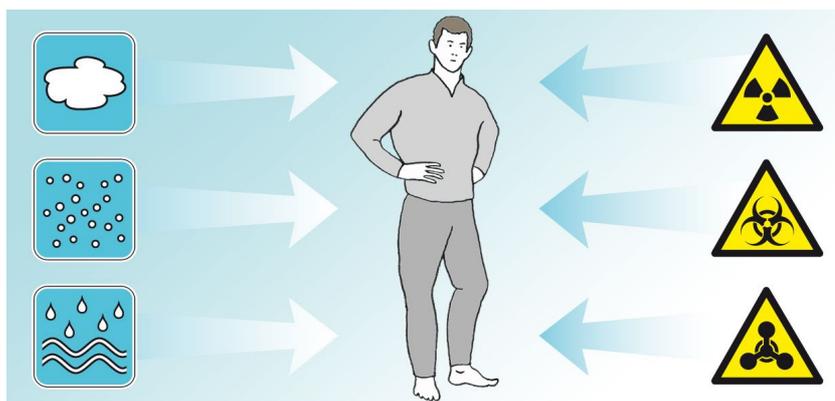
|          |                                      |           |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| 4.4.2    | Remise en état                       | 67        |
| 4.4.3    | Entreposage et maintenance           | 70        |
| 4.4.3.1  | Appareils de protection respiratoire | 70        |
| 4.4.3.2  | Vêtements de protection              | 70        |
| <b>5</b> | <b>Annexes</b>                       | <b>71</b> |
| 5.1      | Définitions                          | 71        |
| 5.2      | Abréviations                         | 73        |
| 5.2.1    | Abréviations en français             | 73        |
| 5.2.2    | Abréviations en anglais              | 73        |
| 5.3      | Normes européennes EN                | 73        |
| 5.3.1    | Protection respiratoire              | 73        |
| 5.3.2    | Vêtements de protection              | 75        |



# 1 Structure du manuel

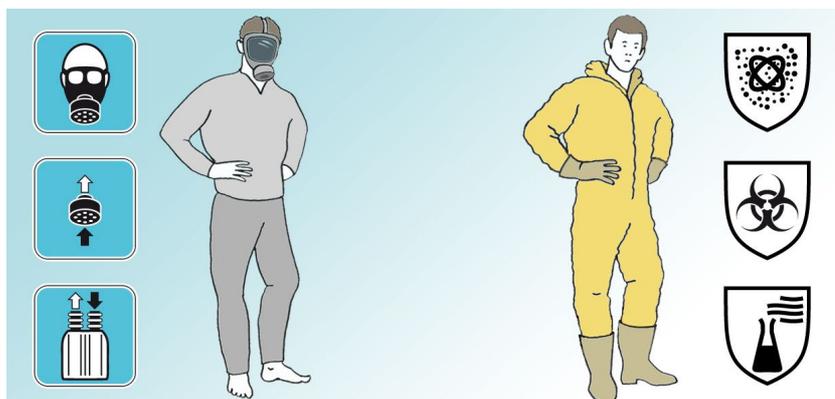
Le chapitre 2, Dangers des substances NBC<sup>1</sup>, traite des **formes** sous lesquelles peuvent se présenter les substances radioactives, biologiques et chimiques. L'**absorption** par l'homme de substances NBC gazeuses (dont les aérosols) ou liquides ainsi que ses **effets** physiologiques constituent des facteurs décisifs dans la protection NBC individuelle. Voici une illustration des mécanismes déterminants.

Dangers des matières NBC



Le chapitre 3, Matériel de protection NBC, passe en revue les exigences et les spécifications des composants des équipements de protection individuelle. Une distinction est faite entre le **matériel destiné à la protection de voies respiratoires** et les **vêtements de protection cutanée**. Concernant les domaines d'utilisation des équipements de protection, les classes de prestations et leurs définitions font l'objet d'explications pratiques.

Matériel de protection NBC



<sup>1</sup> Outre l'abréviation NBC (nucléaire, biologique et chimique), la désignation CBRN (chimique, biologique, radiologique et nucléaire) est également très répandue. La distinction faite entre la menace radiologique et la menace nucléaire (ou atomique) correspond aux différents types d'apparition d'une contamination radioactive : « nucléaire » (ou atomique) désigne le domaine des explosions d'armes atomiques et de leurs conséquences, tandis que « radiologique » désigne les autres types d'apparition, la plupart du temps sous forme d'un dispositif de dispersion radioactive (« bombe sale »).

## Structure du manuel

### Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

Le chapitre 4 est consacré à l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation de l'équipement de protection individuelle. Il s'agit d'indications afférentes au maniement adéquat ou à la vérification du bon fonctionnement de l'équipement de protection. Dans l'optique d'une utilisation optimale de l'équipement de protection, ce chapitre fournit également des informations pratiques sur l'efficacité et les limites du matériel de protection.



### Explications et liste des normes

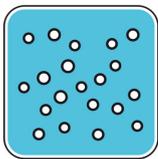
Les termes techniques spécifiques sont expliqués en annexe, au chapitre 5. Les abréviations courantes y sont décrites. Les normes européennes qui sous-tendent le présent manuel figurent également en annexe.

## 2 Dangers des substances NBC

### 2.1 Aspects des substances NBC

Les substances NBC se rencontrent sous des aspects divers. Ceux-ci dépendent des propriétés physico-chimiques de la substance – par exemple de la pression de vapeur – mais aussi du mode par lequel elle a été libérée. Ainsi les explosions produisent-elles souvent des substances sous forme de particules ou d'aérosols.

Les matériaux de protection NBC sont conçus pour protéger contre les substances dangereuses. Les substances dangereuses se présentent sous forme de solides, d'aérosols, de liquides ou de gaz. Pour la protection contre les substances NBC, les **aérosols**, les **liquides** et les **gaz** sont les principalement concernés.



Particules,  
aérosols



Brouillards, gouttelettes,  
projections, liquides



Gaz,  
vapeurs

Par aérosol, on entend un mélange de substances composé d'un agent dispersant gazeux et d'un composant dispersé (substances en suspension), qui est liquide ou solide (colloïde). Les particules en suspension sont des particules solides ou liquides très fines, de l'ordre du micromètre ( $\mu\text{m} = 0,000001 \text{ m}$ ), dispersées dans un gaz, généralement l'air. En principe, les particules liquides s'évaporent rapidement pour se transformer en gaz ou condensent en grosses gouttes, si bien que les aérosols de particules liquides sont comparativement rares. Seules les substances présentant une faible pression de vapeur peuvent former des aérosols stables.

#### Substances N

Les substances radioactives (radionucléides) existent **naturellement** ou ont été créées **artificiellement**. Mis à part le radon, gaz qui s'accumule dans les caves des bâtiments, les substances radioactives naturelles ne sont guère dangereuses pour l'homme.

Les radionucléides artificiels sont le produit de réactions nucléaires provoquées techniquement. Les produits qui résultent de cette fission nucléaire induite sont généralement des métaux et leurs sels ainsi que des gaz radioactifs. La dissolution de ces sels dans l'eau provoque l'émanation de substances radioactives sous forme liquide.

En cas d'incident dans une centrale nucléaire qui entraînerait une surchauffe du cœur du réacteur, il peut s'avérer nécessaire, pour éviter une rupture de l'enceinte de confinement, de procéder à des lâchers de vapeur radioactive (éventage). Dans pareil cas de figure, de grandes quantités d'iode ( $^{131}\text{I}$ ) et un pourcentage important de gaz rares seraient libérées dans l'atmosphère. L'iode ( $^{131}\text{I}$ ) est un solide très volatil qui peut être absorbé dans l'organisme par la thyroïde.

L'aspect des substances dépend de leurs propriétés et de leur émanation.

Les aérosols sont généralement constitués de particules solides.

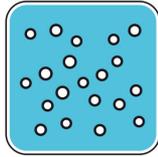


Les tablettes d'iode "bloquent" la glande thyroïde et empêchent ainsi l'absorption d'iode radioactif.

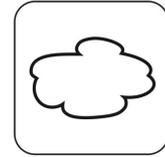
## Danger des substances NBC

Le vent peut disperser les matières solides légères sur de grandes distances, avant qu'elles ne se déposent sur le sol.

Le matériel de protection individuelle contre les substances radioactives prend essentiellement pour cible les substances N qui sont libérées sous forme de **particules** et d'**aérosols**. Légères, ces substances peuvent se disséminer par le vent sur de grandes distances, avant de retomber sur le sol. Une fois déposées, le vent peut les soulever à nouveau et les transporter plus loin, à moins que des personnes, du matériel ou des véhicules en mouvement ne les dispersent à la ronde.



Particules, aérosols

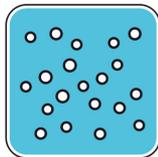


Une particule contient souvent plusieurs virus ou spores de bactéries.

### Substances B

Les agents biologiques dangereux pour les humains, les animaux et les plantes, tels les virus, les bactéries et les toxines sont en principe des **particules solides**. Mais ils se rencontrent aussi en solution aqueuse permettant une nébulisation en aérosol ou une adhésion en surface.

Certains virus sont extrêmement petits et ne mesurent que 0,01  $\mu\text{m}$ . En raison de leur petite taille, une particule contient souvent plusieurs germes. Les spores de bactéries ont également tendance à s'agglutiner pour former de grosses particules.



Particules, aérosols



Brouillards, gouttelettes, projections, liquides



Dangers par inhalation de gaz

### Substances C

Il existe un nombre très important de substances chimiques nocives et nuisibles à la santé. Les produits chimiques toxiques peuvent être classés en trois catégories selon leur indice de dangerosité (élevé, moyen, faible). Ces catégories représentent leur importance relative et aident à évaluer le danger. L'indice de dangerosité renseigne aussi bien sur leur toxicité que sur d'autres risques potentiels (p. ex. quantité produite, pression de vapeur).

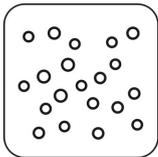
Les produits chimiques se présentent sous tous les états d'agrégation. Du fait de leur propagation et de leur pénétration par les voies respiratoires, ce sont en principe les substances chimiques gazeuses qui sont les plus dangereuses. Par ailleurs, des gaz se forment aussi lorsque des substances chimiques liquides présentent une pression de vapeur élevée. Les locaux fermés et les cavités (concentration de gaz lourds comme le  $\text{CO}_2$  dans les fosses à purin) peuvent s'avérer particulièrement dangereux.

## Danger des substances NBC

Les produits chimiques liquides présentent un danger non seulement lorsqu'ils se trouvent sous forme pure, mais aussi lorsqu'ils sont en solution avec un autre liquide, par exemple dans l'eau de décontamination ou d'extinction. Dans ce cas, la concentration du produit chimique joue un rôle déterminant quant au danger.

Pour s'en protéger, il y a lieu d'éviter surtout que la peau entre en contact avec les substances chimiques liquides et de prévenir leur ingestion. Il ne faut pas non plus oublier que des liquides peuvent provenir de personnes ou matériel issus de zones contaminées. En raison de la pression de vapeur, il faut en outre éviter l'absorption par inhalation via les gaz.

**Danger de contact avec des liquides ou d'ingestion**



Brouillards, gouttelettes,  
projections, liquides

Gaz,  
vapeurs

## 2.2 Absorption par l'homme de substances NBC

### 2.2.1 Aperçu

L'absorption de toxiques par l'homme peut survenir par voie **orale**, **respiratoire** ou **cutanée**. Une hygiène normale rend une ingestion peu probable, ce sont donc les dangers dus à une inhalation (voies respiratoires) ou à une pénétration cutanée (peau) dont il faut se méfier. Les muqueuses (y c. les tissus conjonctifs de l'œil) constituent un type de peau particulier et méritent une protection spécifique. En principe, l'absorption par les voies respiratoires est plus dangereuse que par la peau en raison de la surface et des tissus. C'est pourquoi, parmi les mesures de protection, la protection respiratoire prime sur la protection de la peau.

**Absorption de toxiques par les poumons et la peau**

**Les gaz et les vapeurs** peuvent être inhalés et donc absorbés par les voies respiratoires. Les aérosols peuvent en outre mettre en danger les muqueuses et tout spécialement les yeux.

**Mise en danger des voies respiratoires par les gaz et les aérosols**

**Les toxiques liquides** constituent en premier lieu un danger pour la peau. Les projections de liquides sont aussi dangereuses pour les yeux.

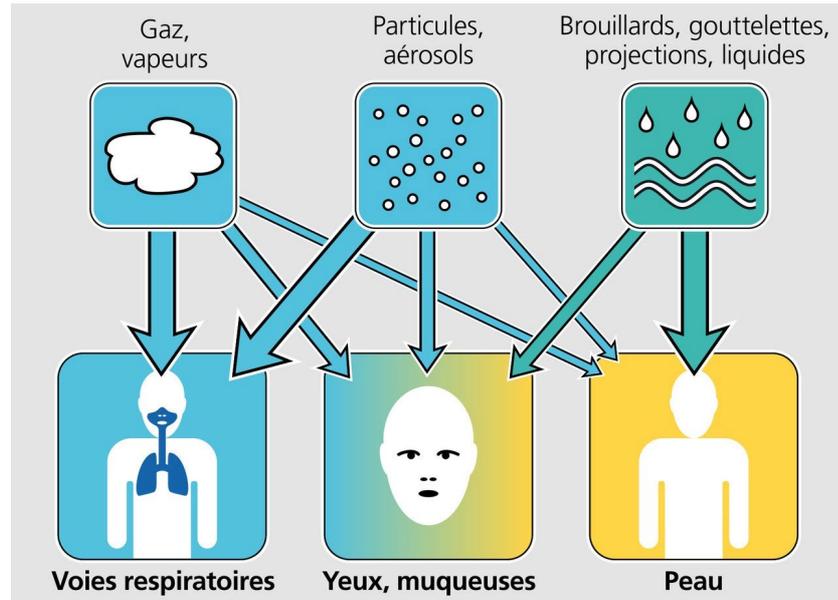
**Les liquides menacent la peau.**

**Les aérosols** constituent un danger pour les voies respiratoires et les muqueuses. Les substances chimiques utilisées sous forme d'aérosols constituent en outre un danger pour la peau.

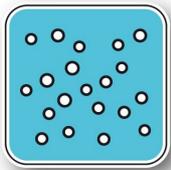
Une peau saine offre en principe une bonne protection contre les **virus** et les **bactéries**. Toutefois, en présence d'organismes hautement infectieux (comme le virus Ébola au contact sanguin), il existe un risque d'infection par contact ou souillure via des microlésions invisibles à l'œil nu.

**Danger d'infection cutanée en présence de lésions minuscules indétectables**

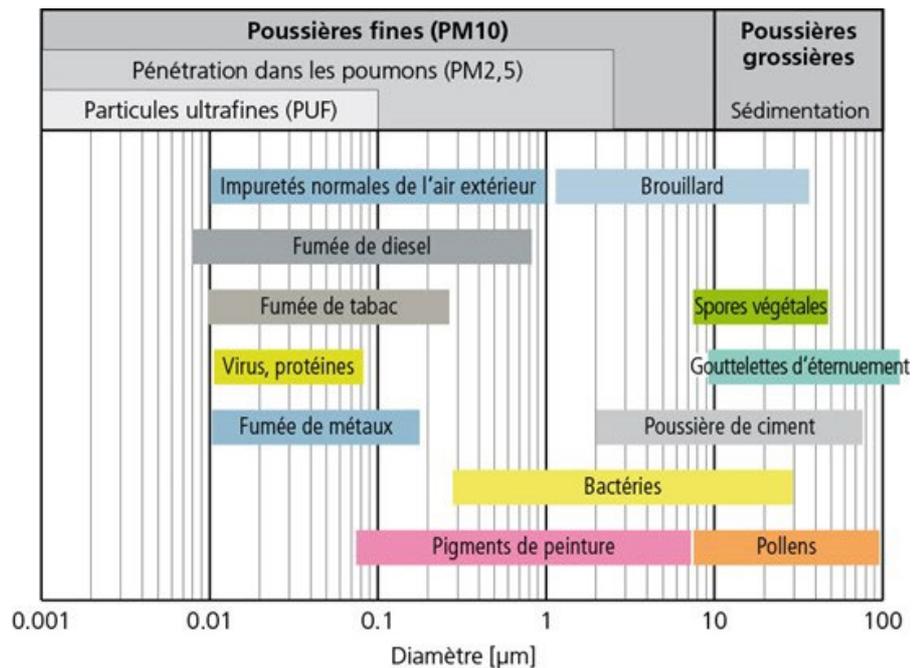
Voies principales d'absorption de toxiques



2.2.2 Grandeur des particules et absorption d'aérosols



Un aérosol est non seulement dangereux en raison de la substance qui le constitue mais aussi du diamètre de ses particules transportées par l'air. Les **poussières grossières** ( $\phi > 10 \mu\text{m}$ ) se déposent rapidement (sédimentation) et ne sont donc pas inhalées. Les **poussières fines** (PM10,  $\phi < 10 \mu\text{m}$ ) peuvent par contre être inhalées et pénétrer dans l'appareil respiratoire humain. Alors que les particules d'un diamètre de plus de  $2,5 \mu\text{m}$  ne franchissent pas la barrière formée par le pharynx et la trachée, les poussières fines (PM2.5,  $\phi < 2.5 \mu\text{m}$ ) s'engouffrent profondément jusque dans les poumons (PM = particulate matter).



## 2.1 Effets sur l'homme et protection

### 2.1.1 Substances radioactives

Les noyaux atomiques des substances radioactives (radionucléides) sont instables. Ils se désintègrent en émettant un rayonnement (ionisant) jusqu'à atteindre un état stable. Le rayonnement émis lors de la désintégration nucléaire peut endommager les tissus vivants. Ce rayonnement peut nuire à la santé lorsque la fonction des cellules, leur répllication et par conséquent la fonction des organes s'en trouvent altérées. A long terme, il peut en résulter un cancer.

Les effets physiologiques d'une irradiation dépendent de la dose reçue et de la partie de l'organisme affectée. La sensibilité à l'irradiation varie fortement d'un tissu corporel à l'autre. Les tissus produisant constamment de nouvelles cellules par division cellulaire présentent la plus grande radiosensibilité. En font partie les tissus lymphatiques tels que la moelle osseuse et les gonades. Les cellules cutanées, osseuses et vasculaires sont moyennement radiosensibles. Des cellules radorésistantes se trouvent dans certains organes (poumons et foie), dans le système nerveux central et la musculature.

#### *Types de désintégration*

La désintégration des radionucléides est principalement de type alpha et bêta. Mais les noyaux atomiques issus de ces types de désintégration sont fréquemment excités et émettent un rayonnement gamma avant d'atteindre un état plus stable ou leur état fondamental.

L'atome subissant une **désintégration alpha** émet une particule alpha (noyau d'hélium). Le rayonnement alpha a une portée de quelques centimètres seulement dans l'air et d'une fraction de millimètre dans le corps humain, raison pour laquelle il traverse difficilement la peau.

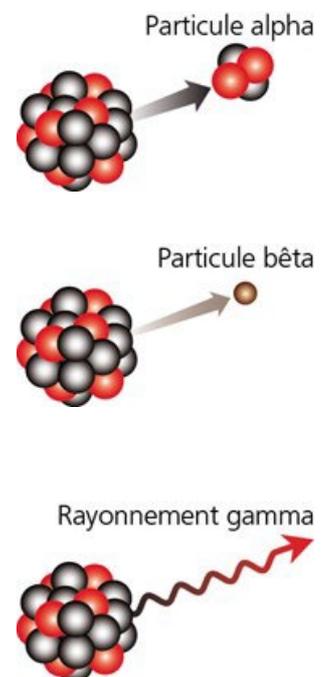
La **désintégration bêta** provient d'une transformation dans le noyau atomique. Ce dernier perd une particule (dite bêta) plus petite que lors de la désintégration alpha. Le rayonnement bêta possède une plus grande force de pénétration que le rayonnement alpha. Sa portée dans l'air est de plusieurs mètres, dans le corps humain de plusieurs millimètres.

Une désintégration alpha ou bêta s'accompagne aussi souvent d'un **rayonnement gamma**. L'énergie émise ne se présente pas sous forme de particules mais de rayonnement électromagnétique. Les rayons gamma sont plus pénétrants que les rayons alpha ou bêta et ne s'affaiblissent que lentement à travers la matière. Leur portée est de plusieurs centaines de mètres dans l'air et peut atteindre jusqu'à un mètre dans le tissu humain.



Le rayonnement de matières radioactives peut entraîner des modifications biologiques des tissus.

La moelle osseuse et les gonades ont une grande radiosensibilité.



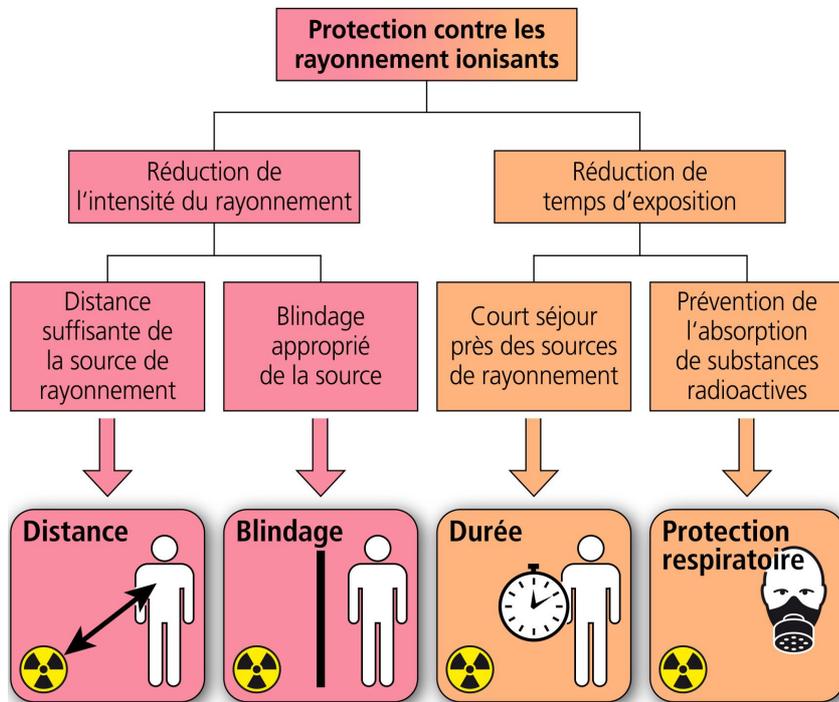
## Danger des substances NBC

### Protection contre les rayonnements ionisants

Diminution de l'intensité du rayonnement et du temps d'exposition

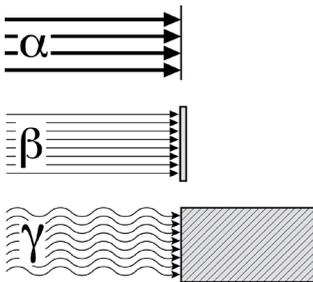
La protection contre les rayonnements ionisants passe par une réduction de la dose de rayonnements reçue. Il faut pour cela réduire l'intensité du rayonnement et/ou le temps d'exposition.

Règles de radioprotection  
PPPP



### Distance et protection

La réduction de l'intensité des rayonnements, à titre de protection, dépend fondamentalement de la portée et du pouvoir de pénétration des rayons alpha, bêta et gamma. Du fait de la portée comparativement faible dans l'air des rayonnements alpha et bêta, il suffit souvent de se tenir à une certaine distance des sources irradiantes pour s'en protéger.



Protection respiratoire  
contre les inhalations de  
matières radioactives

Des couches de matériaux relativement minces suffisent à faire écran aux rayons alpha et bêta. Le rayonnement alpha peut être absorbé par une feuille de papier et n'est guère capable de traverser la peau. Une vitre suffit pour se protéger du rayonnement bêta. Mais seul un matériau lourd comme la terre, le béton ou le plomb constitue un blindage suffisant contre le rayonnement gamma. Du point de vue de la protection individuelle, cela rend une protection supplémentaire superflue contre les rayons alpha et quasiment inefficace contre les rayons gamma.

Les substances radioactives sont particulièrement dangereuses lorsqu'elles pénètrent dans l'organisme. Les substances inhalées se déposent dans le corps d'où elles ne peuvent que difficilement être éliminées, ce qui provoque un très long temps d'exposition. Il importe donc, au niveau individuel, d'éviter toute incorporation de substances radioactives par le port d'une protection respiratoire.

## Danger des substances NBC

### Valeurs limites de l'exposition aux radiations

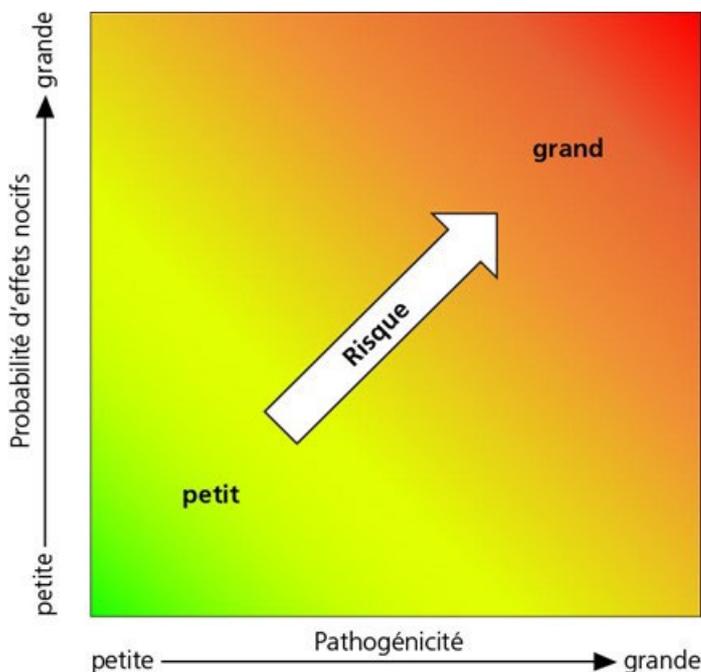
La loi sur la radioprotection (LRaP) vise à protéger l'homme et l'environnement contre les dangers dus aux rayonnements ionisants [art. 1 LRaP, But]. L'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) définit les substances qui tombent sous le coup de la loi de même que les valeurs limites de doses auxquelles peut être exposée une personne.

### 2.1.2 Substances biologiques

Au niveau des substances biologiques, on fait la distinction entre les **bactéries**, les **virus** et les **toxines**. Les risques émanant de la libération de substances biologiques proviennent aussi bien des propriétés nocives de la substance elle-même, soit de sa **pathogénicité** pour les humains, les animaux et les plantes, que de la probabilité que ces propriétés se manifestent. La **probabilité d'effets** nocifs dépend en premier lieu des différences en termes de prophylaxie (vaccination), du traitement après infection et de la propagation potentielle au sein de la population.



Risques émanant de substances biologiques



### Groupes de risque

En prolongement de la loi sur la lutte contre les maladies transmissibles de l'homme (loi sur les épidémies), l'ordonnance sur l'utilisation confinée (OUC) attribue les organismes (virus, bactéries) à quatre groupes de risque. L'ampleur des risques déterminants pour cette classification résulte de la virulence de l'organisme, de l'efficacité de prophylaxie et de traitement disponibles ainsi que du pouvoir de dissémination de l'organisme. L'attribution aux groupes de risques s'établit selon les critères du tableau suivant.

Attribution des organismes aux groupes de risque

## Danger des substances NBC

|                           | Conséquences d'une infection | Prophylaxie et thérapie  |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------|
| <b>Groupe de risque 1</b> | Maladie peu probable         |                          |
| <b>Groupe de risque 2</b> | Maladie possible             | Normalement possible     |
| <b>Groupe de risque 3</b> | Maladie grave possible       | Normalement possible     |
| <b>Groupe de risque 4</b> | Maladie grave                | Pas possible normalement |

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) publie des listes détaillées des organismes et de leur attribution aux groupes de risque.

### *Dangerosité*

À l'exception des toxines, les substances biologiques sont des organismes qui ont la faculté de se reproduire. Selon l'agent pathogène, un seul germe peut donc provoquer une infection et l'apparition d'une maladie. La dangerosité des substances biologiques dépend essentiellement des facteurs suivants :

- Dose infectieuse (virulence)
- Temps d'incubation
- Létalité
- Capacité de survie (ténacité)

#### **Dose infectieuse**

1 à 10 germes suffisent déjà à déclencher une infection, lorsque l'organisme s'avère hautement virulent. Une peau saine protège généralement des infections puisqu'elle empêche les germes de pénétrer dans le corps. Une particule d'aérosol (une gouttelette par exemple) contient d'ordinaire plusieurs germes car ils tendent à s'agréger. Une infection peut ainsi naître d'une seule particule.

#### **Temps d'incubation**

Une infection ne s'accompagne pas forcément des symptômes d'une pathologie. Le temps d'incubation se situe entre l'infection et l'apparition de la maladie. Il peut varier de quelques heures à plusieurs années, mais dans la plupart des cas, il est de quelques jours à quelques semaines.

#### **Létalité**

La létalité désigne la mortalité pour une maladie particulière. Elle correspond au rapport entre le nombre de décès et le nombre de malades atteints d'une affection aiguë. Le stade auquel la maladie est diagnostiquée s'avère donc déterminant pour établir la létalité. En l'absence de traitement, certaines substances biologiques très toxiques (la ricine, p. ex.) ont une létalité pouvant atteindre 100%. Mais des affections bactériennes (comme la peste) ou virales (telle la fièvre hémorragique) peuvent aussi présenter un taux de létalité supérieur à 90%.

## Danger des substances NBC

La faculté de survie ou ténacité d'un organisme hors de toute cellule hôte influence de manière décisive la propagation d'une maladie. Certains virus meurent hors d'un hôte après quelques minutes déjà (VIH), alors que d'autres demeurent infectieux durant plusieurs jours (norovirus). Les bactéries peuvent même former des spores (p. ex. : bacille du charbon) capables de survivre des années durant.

### Capacité de survie des organismes

### 2.1.3 Substances chimiques

Toutes les classes de substances chimiques connues contiennent des substances nocives (toxiques). Finalement, c'est la dose qui détermine leur toxicité. Différents critères peuvent servir à la catégorisation de ces substances :

- Critères médicaux
- Comportement chimique
- Provenance et usage
- Toxicité (aiguë ou chronique)



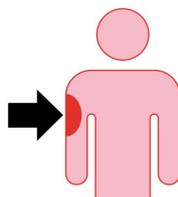
#### Critères médicaux

Les effets physiologiques des substances nocives sont extrêmement variés et apparaissent plus ou moins rapidement. Une intoxication aux nervins peut occasionner des symptômes en l'espace de quelques secondes, alors que, selon les circonstances, il est possible que les effets sur la santé d'une intoxication au dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), par exemple, n'apparaissent qu'au bout de 24 heures.

L'effet local et la résorption des toxiques sont déterminants.

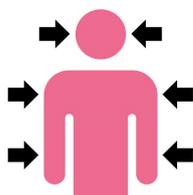
Une substance peut avoir un effet local ou résorptif sur l'homme. Les toxiques à l'**action locale** agissent directement sur les parties du corps entrant en contact avec eux. Les substances exerçant un effet local sont par exemple les acides, les bases, les phénols, les substances lacrymogènes ou les toxiques cutanés.

Effet local



La localisation de l'intoxication n'influe pas sur l'**effet résorptif**. C'est la quantité totale de substances nocives accumulées dans un organe qui détermine l'intoxication.

Effet de résorption



## Danger des substances NBC

| Action physiologique              | Lieu      | Toxiques de combat / produits chimiques                        |
|-----------------------------------|-----------|--|
| Neurotoxiques                     | résorptif | tabun, sarin, soman, VX, pesticides, hydrocarbures aromatiques |
| Toxiques cutanés                  | local     | ypérite, lewisite  |
| Toxiques sanguins et des cellules | résorptif | acide cyanhydrique, monoxyde de carbone                        |
| Toxiques pulmonaires              | résorptif | phosgène, chlore, oxydes d'azote                               |
| Irritants                         | local     | gaz lacrymogène tel que CS, CN                                 |
| Agents incapacitants              | résorptif | LSD, BZ  |

### Subdivision par substances au comportement semblable

#### *Comportement chimique*

Les substances chimiques sont souvent classées en groupes présentant un comportement chimique semblable. Des regroupements classiques mettent ensemble les **substances organiques** d'une part et les **substances anorganiques** de l'autre ou les **substances acides** par rapport aux **substances basiques**. Une autre classification des produits chimiques peut être effectuée par le biais de leur volatilité, qui dépend de la pression de vapeur. On distingue ici les substances **très volatiles** et les substances **peu volatiles**.

Le **SGH** (*Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques*) des Nations Unies (ONU) permet de représenter le danger que constituent les différents produits chimiques. Il s'agit d'un système uniforme de classification et d'étiquetage des dangers émanant des produits chimiques (substances/mélanges). Il remplace l'ancien système européen valable jusqu'en 2010 et est également utilisé en Suisse.

| Pictogrammes SGH<br>(Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques)                          |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>SGH01</b></p>  <p>Explosif</p>             | <p><b>SGH02</b></p>  <p>Inflammable</p>              | <p><b>SGH03</b></p>  <p>Comburant</p>                        |
| <p><b>SGH04</b></p>  <p>Gaz sous pression</p>    | <p><b>SGH05</b></p>  <p>Corrosif</p>                 | <p><b>SGH06</b></p>  <p>Toxique / très toxique</p>           |
| <p><b>SGH07</b></p>  <p>Nocif / Irritant *</p> | <p><b>SGH08</b></p>  <p>Danger pour la santé *</p> | <p><b>SGH09</b></p>  <p>Dangereux pour l'environnement</p> |

\*sensibilisant CMR (cancérogène, mutagène, reprotoxique)

Les dangers visés par la protection individuelle NBC proviennent essentiellement de substances corrosives (SGH05), toxiques voire très toxiques (GH06), nocives (SGH07) et dangereuses pour la santé (SGH08).

#### Provenance et usage

En principe, l'origine et l'utilisation prévue des produits chimiques toxiques n'ont guère d'influence sur le choix de l'équipement de protection individuelle. Les **produits chimiques industriels toxiques** (TIC) sont des produits qui sont fabriqués, stockés, transportés et utilisés dans le monde entier. Les TIC sont définis comme<sup>2</sup> "un produit chimique industriel qui a une valeur  $LCT_{50}$  inférieure à 100'000 mg-min/m<sup>3</sup> chez une espèce de mammifère et qui est produit en quantités supérieures à 30 tonnes par an dans une installation de production".



<sup>2</sup> Guide 102-06, Guide for the Selection of Personal Protective Equipment for Emergency First Responders, 2nd Edition, janvier 2007, US Department Homeland Security

Les TIC peuvent se présenter à l'état gazeux, liquide ou solide. L'éventail des dangers liés aux TIC est très large. Ils peuvent présenter des dangers chimiques (p. ex. cancérigènes, toxiques pour la reproduction, corrosifs ou nocifs pour les poumons et le sang) ou physiques (p. ex. inflammables, combustibles, explosifs ou réactifs). Mais ils sont en général moins toxiques que les **agents de combat chimiques (CWA)**. Certains TIC sont néanmoins également classés comme agents de combat chimique par l'OIAC.

### Valeurs limites très variées

#### *Échelles de grandeur et valeurs limites de la toxicité*

Pour déterminer la toxicité des produits chimiques et les comparer, il existe des valeurs obtenues principalement à partir d'expériences sur les animaux. Ces valeurs dépendent à chaque fois du type d'application et de l'animal de laboratoire et ne sont pas des constantes de la substance, mais ont des marges de fluctuation d'origine biologique.

### La dose DL<sub>50</sub> cause le décès de la moitié des individus

- **DL<sub>50</sub>** (dose létale moyenne)  
La dose létale moyenne DL<sub>50</sub> est une échelle de grandeur importante pour décrire la toxicité d'une substance. Il s'agit de la dose d'un produit chimique entraînant la mort de **50% des animaux de laboratoire** lorsqu'ils y sont exposés. La valeur DL<sub>50</sub> est normalement exprimée en mg par kg de poids corporel et dépend dans une large mesure de la manière dont le produit chimique a été absorbé : par voie orale, cutanée (dermique), sous-cutanée ou intraveineuse.
- **LCT<sub>50</sub>** (concentration létale moyenne)  
La concentration létale moyenne LCT<sub>50</sub> décrit la dose de substance inhalée sur une durée définie, à laquelle la moitié des animaux de laboratoire ou des personnes exposés meurent dans des conditions expérimentales standardisées.

### Médecine du travail et protection au poste de travail

La médecine du travail applique aux substances dangereuses pour la santé des valeurs limites au poste de travail. En Suisse, la SUVA est responsable de fixer ces valeurs limites. Elle élabore ces valeurs limites sur la base d'études expérimentales, de comparaisons épidémiologiques entre les concentrations existantes sur le lieu de travail et la fréquence des atteintes à la santé correspondantes, ainsi que de raisonnements par analogie et de considérations théoriques.

### Au poste de travail, la concentration VME est admissible durant une longue période.

- **VME** (concentration maximale sur le lieu de travail)<sup>3</sup>  
La valeur de concentration maximale sur le lieu de travail (VME) est la concentration moyenne maximale admissible d'un agent sous forme de gaz, de vapeur ou de poussière dans l'air qui, selon les connaissances actuelles, ne met pas en danger la santé de la très grande majorité des personnes en bonne santé travaillant sur le lieu de travail, lorsqu'elles sont exposées à cet agent pendant une durée de travail de 8 heures par jour et jusqu'à 42 heures par semaine, même sur de longues périodes.

---

<sup>3</sup> Définition selon la SUVA

## Danger des substances NBC

Des valeurs limites spéciales ont été établies pour évaluer les effets des panes et accidents impliquant des substances chimiques dangereuses et pour planifier les mesures de sécurité. Elles tiennent compte des éléments accessoires déterminants en cas d'incident que sont les sorties de secours, l'évacuation et l'intervention :

- **DIVS** (*Immediately Dangerous to Life and Health*)

La valeur DIVS est une référence pour les incidents mise au point dans les années 70. Il s'agit de la concentration maximale d'une substance qui, lors d'une exposition allant jusqu'à **30 minutes**, ne se solde par aucun danger de mort ou autres atteintes graves à la santé. Prendre la fuite doit encore être possible, même sans équipement de protection (appareil de protection respiratoire). Cette définition étant peu précise, la valeur DIVS est aujourd'hui remplacée par la valeur AEGL.

- **AEGL** (*Acute Exposure Guideline Level*)

Les valeurs AEGL décrivent la mise en danger de personnes exposées une seule fois – voire très rarement – à des émanations de substances chimiques gazeuses lors d'un incident. Il s'agit de valeurs de concentration de pointe justifiées sur le plan toxicologique pour **différentes durées d'exposition** (10 minutes, 30 minutes, 1 heure, 4 heures, 8 heures) et pour 3 **différents niveaux de gravité** :

- AEGL-1: malaise notable
- AEGL-2: effets sévères, d'une longue durée ou empêchant la fuite
- AEGL-3: effet mortel

Outre les valeurs applicables aux produits chimiques industriels toxiques (TIC), le catalogue AEGL indique aussi les valeurs concernant les toxiques de combat (CWA).

| Temps d'exposition | AEGL-1 | AEGL-2 | AEGL-3 |
|--------------------|--------|--------|--------|
| <b>10 minutes</b>  | 1.5    | 8.1    | 145    |
| <b>30 minutes</b>  | 1.5    | 8.1    | 81     |
| <b>60 minutes</b>  | 1.5    | 5.8    | 58     |
| <b>4 heures</b>    | 1.5    | 2.9    | 29     |
| <b>8 heures</b>    | 1.5    | 2.0    | 21     |

| Temps d'exposition | AEGL-1 | AEGL-2 | AEGL-3 |
|--------------------|--------|--------|--------|
| <b>10 minutes</b>  | 0.0069 | 0.087  | 0.38   |
| <b>30 minutes</b>  | 0.0040 | 0.050  | 0.19   |
| <b>60 minutes</b>  | 0.0028 | 0.035  | 0.13   |
| <b>4 heures</b>    | 0.0014 | 0.017  | 0.07   |
| <b>8 heures</b>    | 0.0010 | 0.013  | 0.05   |

Valeurs AEGL selon l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis EPA [www.epa.gov], janvier 2022

Les valeurs AEGL remplacent les valeurs DIVS.

Valeur limite d'une mise en danger unique et limitée dans le temps par des produits chimiques à l'état gazeux

Exemple:  
Valeurs AEGL pour le chlore [mg/m<sup>3</sup>]

Exemple:  
Valeurs AEGL pour le sarin [mg/m<sup>3</sup>]

## 3 Matériel de protection NBC

### 3.1 Connaissances de base

#### 3.1.1 Protection respiratoire et cutanée

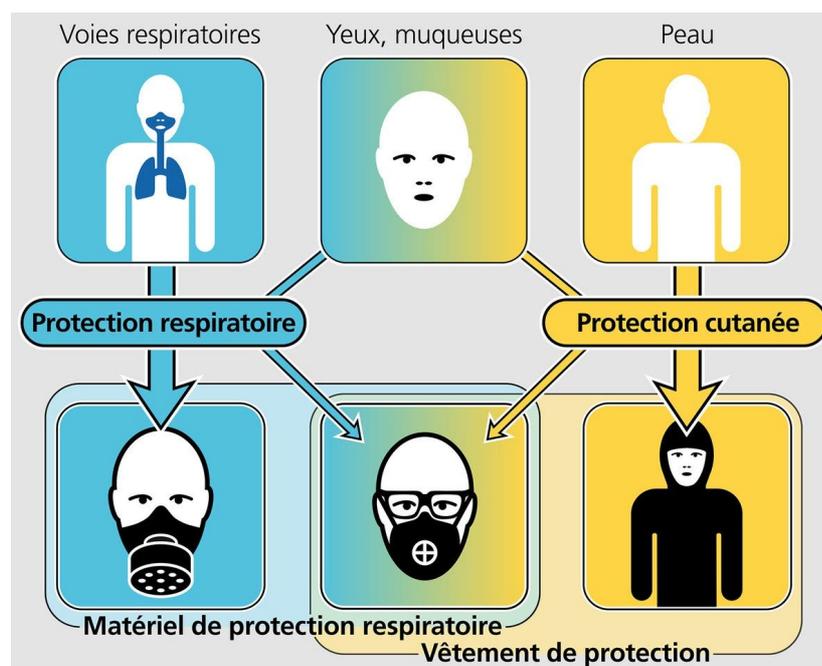
Protection individuelle NBC avec matériel de protection respiratoire et vêtements de protection

Si l'on considère que les substances NBC se présentent sous forme de gaz, d'aérosols ou de liquides, l'équipement de protection NBC devra protéger les voies respiratoires et la peau:

- Protection des voies respiratoires = **protection respiratoire**  
⇒ matériel de protection respiratoire
- Protection de la peau = **protection cutanée**  
⇒ vêtements de protection

Protection des yeux et des muqueuses par du matériel de protection respiratoire et/ou des vêtements de protection

Fréquemment, le matériel de protection respiratoire protège aussi les yeux et les muqueuses. Les masques protègent le nez et la bouche – les masques complets, les cagoules ou les casques protègent aussi les yeux et la peau du visage. En cas de port du demi-masque ou du quart de masque, il est possible de protéger les yeux (conjonctive) et le visage avec des lunettes ou une visière (protection de la peau).



Toxicité plus élevée en cas d'absorption par les voies respiratoires que par contact

La toxicité des substances NBC chimiques étant généralement beaucoup plus élevée en cas d'absorption par les voies respiratoires que par contact, la protection respiratoire est toujours prioritaire par rapport à la protection cutanée. Physiologiquement, cela est dû à la superficie presque 50 fois plus élevée des poumons comparativement à la peau ainsi qu'à la plus grande sensibilité et perméabilité du tissu pulmonaire. La dose létale (LC<sub>50</sub>) d'exposition au sarin, par exemple, est de 100 (mg/m<sup>3</sup>)min en cas d'absorption par inhalation. En cas d'absorption par voie cutanée (cutanée), une dose beaucoup plus élevée (15'000 (mg/m<sup>3</sup>)min) est nécessaire pour induire un effet létal.

La protection respiratoire prime sur la protection cutanée

### 3.1.2 Pénétration des substances NBC à travers les matériaux

Le matériel de protection individuelle est capable d'empêcher les substances NBC de pénétrer par le biais de deux processus différents. Il s'agit de la **filtration** et de la **sorption**.

#### *Filtration*

La filtration est un procédé mécanique de séparation des substances. Il s'agit le plus souvent de filtrer des solides ou des aérosols contenus dans des gaz ou des suspensions.

#### *Sorption*

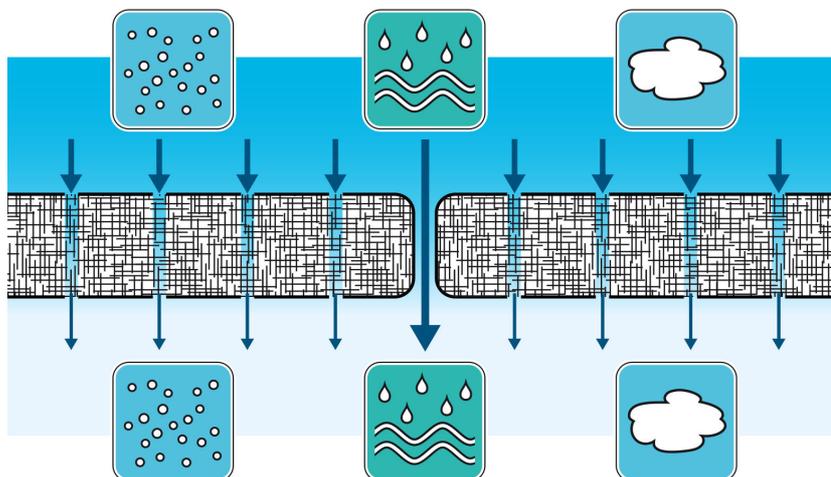
La sorption correspond la fixation d'une substance à la surface ou à l'intérieur d'une autre. Cela peut se faire par le biais d'interactions physiques (physisorption) ou d'interactions chimiques (chimisorption). Il s'agit à chaque fois d'un processus d'équilibrage. Cela signifie que la substance est absorbée, mais qu'elle est également rejetée (désorption).

La **pénétration** ou la **perméation** s'opposent à ces processus. Il s'agit de deux processus fondamentalement différents par lesquels les substances NBC peuvent traverser les matériaux (corps solides):

#### *Pénétration*

Les gaz et les liquides, mais aussi les particules et les substances en forme d'aérosol tels les micro-organismes, ont la faculté de traverser les matériaux poreux et respirants (perméables). Lors de la pénétration, la substance NBC traverse pores et micro-orifices à l'échelle non moléculaire. La pénétration est également possible en présence de matériaux imperméables, à travers les trous d'aiguille ou les coutures.

Pénétration à travers un matériau perméable



Pénétration par les pores, les micro-orifices et les coutures

#### *Perméation*

La perméation est le passage à travers un corps solide d'une substance liquide ou gazeuse (perméat) à l'échelle moléculaire. La perméation connaît trois étapes :

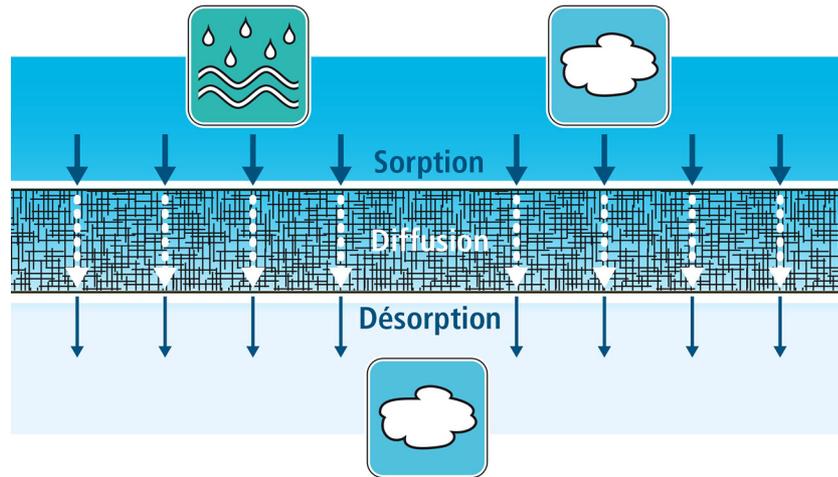
Perméation à travers un matériau imperméable

**Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation**

- **Sorption** : les gaz, vapeurs ou liquides se déposent à la surface du matériau.
- **Diffusion** : la substance traverse le matériau via les interstices moléculaires.
- **Désorption** : la substance ressort de l'autre côté du matériau sous forme de gaz.

Par le biais de la perméation, les gaz et les liquides sont en mesure de traverser même des matériaux imperméables. Les corps solides en revanche (poussières radioactives ou micro-organismes) n'y parviennent pas.

Perméation consécutive à la sorption, diffusion et désorption



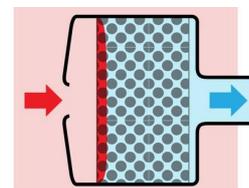
Adsorption des substances nocives sur le moyen filtrant

On observe un processus similaire pour les filtres de protection respiratoire. Les substances nocives sont adsorbées par le moyen filtrant dans la direction du flux d'air, ce qui sature graduellement le filtre. Le front de sorption progresse jusqu'au bout du filtre. À ce moment, la concentration de substances nocives à la sortie du filtre augmente fortement : le filtre est saturé. Le temps d'utilisation est égal à la durée du filtre avant sa saturation, on parle aussi de temps de claquage.

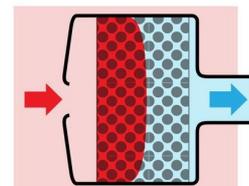
Dans ce cas, la substance dangereuse traverse le filtre en chargeant le matériau filtrant (par exemple le charbon actif) de telle sorte qu'aucune sorption ne peut plus avoir lieu.

Obturation progressive du filtre dans le sens du flux d'air

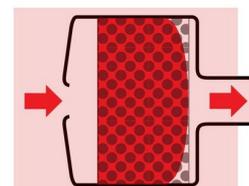
Accumulation des substances nocives sur le milieu filtrant (obturation du filtre) après **10e du temps de saturation**



Accumulation des substances nocives sur le milieu filtrant (obturation du filtre) après **la moitié du temps de saturation**



Accumulation des substances nocives sur le milieu filtrant (obturation du filtre) au moment du **claquage**



### 3.1.3 Étanchéité du matériel de protection NBC

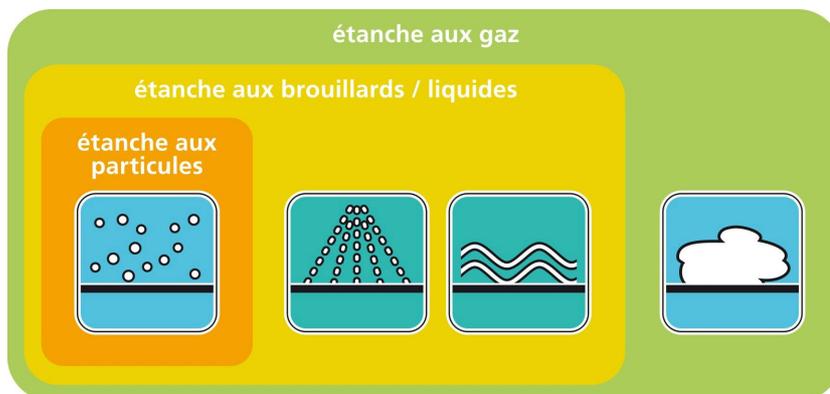
Pour mesurer les prestations du matériel de protection NBC, il est fréquemment recouru aux notions d'étanchéité ou de taux de fuite, étant entendu qu'une étanchéité absolue n'est pas envisageable en raison de la perméation.

Au moment de l'appréciation, il convient de bien distinguer les propriétés du matériau de celles du système complet. Le matériau d'une tenue de protection peut être respirant (perméable à l'air) ou étanche (imperméable aux gaz). Une tenue de protection confectionnée à partir d'un matériau imperméable peut, en dépit des propriétés de ce dernier, ne pas être étanche aux gaz, lorsque les substances NBC ont par exemple la possibilité de pénétrer par les trous d'aiguille ou les coutures.

Conformément aux normes techniques, le matériel de protection NBC peut être étanche aux particules, aux brouillards/liquides ou aux gaz suivant leur classification. Une tenue étanche aux pulvérisations offre une protection contre l'exposition à de légères vaporisations de produits chimiques, à des aérosols liquides ou à des éclaboussures à basse pression. Dans ce cas, il n'y a pas de barrière complète contre la perméation des liquides. Une tenue étanche aux liquides (barrière contre la perméation des liquides) est toujours étanche aux particules. Et une tenue étanche aux gaz l'est aussi aux liquides et aux particules.

Pas d'étanchéité absolue à cause de la perméation

L'étanchéité de l'ensemble du système est primordiale.



Étanchéité du matériel de protection NBC

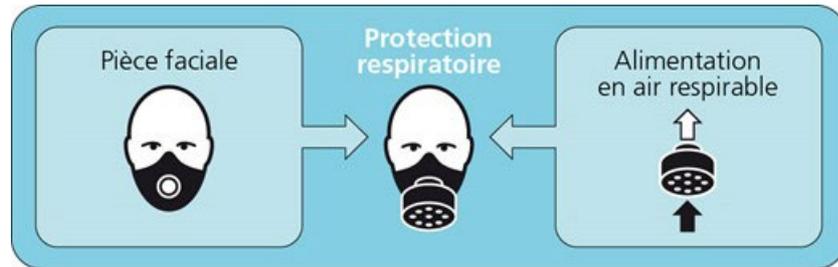
### 3.2 Matériel de protection respiratoire

#### 3.2.1 Composants du système de protection respiratoire

#### Protection des voies respiratoires

La protection respiratoire prévient l'introduction dans les voies respiratoires, par inhalation, de substances dangereuses pour la santé. Un bon appareil de protection respiratoire (APR) doit en outre assurer un apport d'air respirable suffisant en termes de quantité et de qualité. Il est constitué d'une pièce faciale et d'une alimentation en air respirable.

L'appareil de protection respiratoire (APR) est constitué d'une pièce faciale



Les principales spécifications d'un appareil de protection respiratoire concernent l'étanchéité ou le taux de fuite admissible de la pièce faciale ainsi que la quantité et la qualité de l'apport d'air respirable :

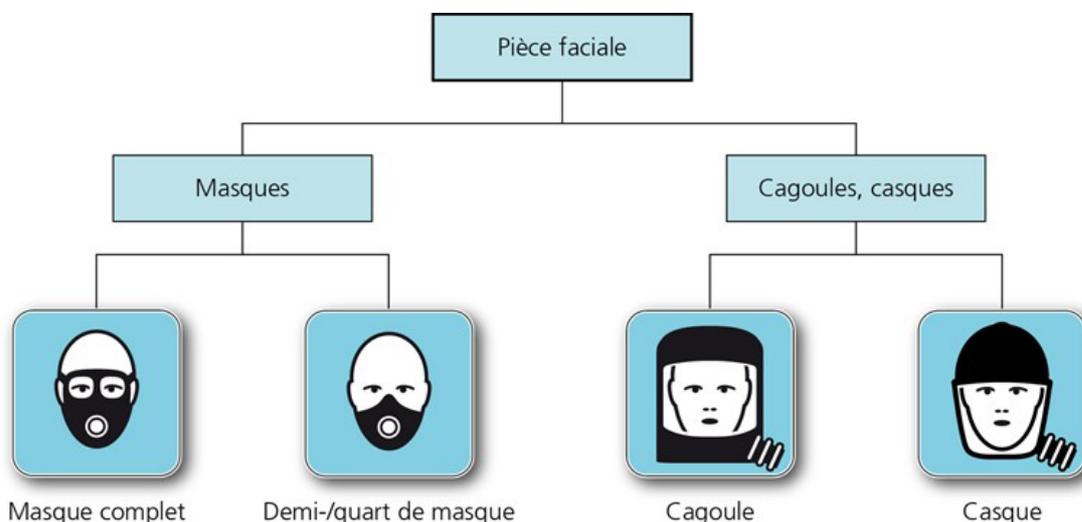
Pièce faciale ⇒ Taux de fuite (facteur d'ajustement)

Apport en air respirable ⇒ Quantité et qualité de l'air respirable

#### 3.2.2 Pièce faciale

##### 3.2.2.1 Aperçu

La pièce faciale (raccord respiratoire) fait partie d'un appareil de protection respiratoire isolant (APR). Elle relie les voies respiratoires du porteur de l'APR avec les autres parties de l'appareil tout en les isolant de l'air ambiant. Les pièces faciales sont essentiellement des masques (masque de protection) ainsi que des cagoules et casques. Les embouts buccaux tels qu'ils sont utilisés dans la plongée notamment jouent un rôle négligeable dans le domaine NBC et ne sont par conséquent pas traités ici. La pièce faciale peut aussi faire partie d'une tenue de protection.



### 3.2.2.2 Spécifications

#### *Étanchéité*

L'étanchéité des pièces faciales et, en particulier, des masques de protection s'exprime en **taux de fuite vers l'intérieur**. Elle correspond au rapport entre la concentration d'une substance à l'intérieur du masque et celle à l'extérieur. Selon la norme EN 136 par exemple, le taux de fuite d'un masque complet ne doit pas être supérieure à la valeur relative de 0,0005 (= 0,5 %).

$$\text{Taux de fuite} = \frac{\text{conc. intérieur}}{\text{conc. extérieur}}$$

Mais l'étanchéité d'une pièce faciale est aussi souvent définie en tant que **facteur d'ajustement** ou **facteur de protection**. En l'occurrence, le facteur d'ajustement est la valeur inverse du taux de fuite vers l'intérieur, soit du rapport entre la concentration extérieure et la concentration intérieure. Pour ce qui est du facteur de protection, il s'agit d'une valeur qui décrit l'étanchéité attendue d'un appareil respiratoire dans 95% des cas. Par conséquent, les valeurs du facteur d'ajustement et du facteur de protection ne sont pas identiques. Pour reprendre les spécifications d'un masque complet selon l'EN 136 (fuite < 0,5%), cela signifie que le facteur d'ajustement doit être supérieur à 2'000.

$$\text{Fit facteur} = \frac{1}{\text{Taux de fuite}}$$

#### *Volume mort*

Les pièces faciales présentent un certain volume dans lequel s'accumule l'air exhalé ayant une teneur en gaz carbonique élevée (4% CO<sub>2</sub>). Si l'air de ce **volume dit mort** (espace mort) est partiellement réinhalé, l'air inspiré contient une teneur accrue en CO<sub>2</sub>. On peut tolérer un taux de CO<sub>2</sub> de 3% pendant une période prolongée. Une concentration supérieure cause une intoxication. Suivant la pièce faciale, la valeur limite prescrite pour la teneur en CO<sub>2</sub> est de 1 à 3 %.

**Teneur accrue en CO<sub>2</sub>  
dans le volume mort**

#### *Champ de vision*

Le champ de vision des masques complets, des cagoules et des casques est aussi assujéti à des spécifications. Pour les masques complets plus anciens, cela ne peut représenter qu'un peu plus de 50%. En revanche, le masque de protection 90 de l'armée suisse offre un champ de vision de 72%. De nos jours, les masques modernes présentent un champ de vision de plus de 90%.

**Les masques modernes  
offrent un grand champ  
visuel.**

#### *Communication vocale*

La pièce faciale réduit fortement la capacité d'élocution et donc la compréhension. Lorsque la communication orale directe s'avère importante durant l'intervention, les pièces faciales munies d'une membrane phonique sont alors pratiques. Comme alternative à la membrane vocale, il existe également des amplificateurs de parole au moyen d'un microphone et d'un haut-parleur intégrés.

**Les masques équipés  
d'une membrane  
phonique présentent des  
avantages.**

### 3.2.2.3 Masques



Les masques hygiéniques n'offrent pas de protection respiratoire.

*Masques hygiéniques / Masques chirurgicaux [EN 14683].*

Les masques hygiéniques (masques chirurgicaux ou d'opérateurs) n'offrent pas de protection respiratoire au sens de la définition ci-dessus. Ils empêchent la dispersion de particules exhalées (gouttelettes) et protègent par exemple les patients d'une infection lors d'une opération. En cas de pandémie, le port de masques hygiéniques peut réduire la dissémination de germes pathogènes et les infections par gouttelettes.



Aucune protection contre les gaz et les vapeurs

*Demi-masques filtrants [EN 149 et EN 405]*

Le demi-masque filtrant recouvre la bouche, le nez et le menton. Le moyen filtrant constitue l'intégralité de la pièce faciale (demi-masque), formant ainsi un APR. Lorsque le filtre est saturé, le demi-masque ne peut pas être réutilisé (masque à usage unique). Les exigences, les essais correspondants et le marquage sont établis dans les normes européennes EN 149 (Demi-masques filtrants contre les particules) et EN 405 (Demi-masques filtrants contre les gaz).

Les demi-masques filtrants portent généralement la désignation **FF** (*filtering facepiece*). Ils sont à la fois la pièce faciale et le dispositif d'alimentation en air respirable (appareils filtrants avec filtres non amovibles, v. aussi 3.2.3)

**Les demi-masques filtrants contre les particules EN 149** portent la désignation **FFP** (*filtering facepiece for particles*). Ils sont presque exclusivement constitués d'un matériau non-tissé en guise de filtre. Selon leur exécution, ils protègent des poussières pénétrant les poumons et des brouillards constitués d'aérosols et de particules aqueux ou huileux. Les masques FFP dotés d'une couche supplémentaire de charbon actif ne protègent pas non plus des gaz et vapeurs, mais éliminent uniquement les mauvaises odeurs. Certains masques possèdent des soupapes expiratoires pour améliorer le confort de leurs utilisateurs. Certains types de masques disposent de soupapes inspiratoires pour faciliter la respiration.

## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

Les masques se répartissent en trois classes d'efficacité dénommées P1, P2 et P3 (par ex. FFP3). Cette classification s'effectue sur la base du taux de fuite global vers l'intérieur, qui est la somme des fuites au visage, à la soupape expiratoire (cas échéant) et de la perméabilité du médium filtrant en soi.

### Classe de filtres à particules

| Classe | Fuite totale (valeur moyenne) | Domaines d'utilisation   | Concentration maximale |
|--------|-------------------------------|--|------------------------|
| FFP1   | 22%                           | Poussières non toxiques et non fibrogènes  | 4 fois la VME          |
| FFP2   | 8%                            | Poussières, brouillards et fumées nocifs pour la santé   | 10 fois la VME         |
| FFP3   | 2%                            | Substances toxiques, gouttelettes d'aérosols, substances radioactives et cancérigènes, enzymes, micro-organismes (virus, bactéries, champignons et leurs spores) | 30 fois la VME         |

Les demi-masques filtrants selon EN 405 protègent contre les gaz (par ex.: FFA1) ou les gaz et les particules (par ex.: FFA1- P3). La pièce faciale est entièrement ou essentiellement constituée du matériel filtrant. Comme pour les filtres antigaz (cf. 3.2.3.3), il existe les types A, B, E, K ainsi qu'AX et SX et les classes 1 et 2. Il n'y a pas de demi-masque filtrant antigaz de la classe 3 (grande capacité d'absorption des gaz). Une désignation des types (domaines d'utilisation) au moyen de codes de couleur n'étant pas prescrite pour les masques, contrairement aux filtres antigaz, leur couleur est sans rapport avec leur domaine d'utilisation.

Les demi-masques filtrants sont constitués de matériel filtrant.

En ce qui concerne les demi-masques filtrants antigaz selon EN 405, le seul taux de fuite vers l'intérieur ne doit pas dépasser 2 %:

- fuite vers l'intérieur  $\leq 0,02$  (2 %) (facteur d'ajustement  $> 50$ )

Même classification que pour les filtres à gaz, mais pas de code de couleur

Les demi-masques filtrants selon EN 405 doivent disposer de soupapes inspiratoires et expiratoires.



### *Demi-masques et quarts de masques [EN 140 et EN 1827]*

Le demi-masque recouvre la bouche, le nez et le menton de la personne qui le porte. Le quart de masque laisse le menton à découvert. Les exigences, les essais correspondants et le marquage sont établis dans les normes européennes EN 140 (Demi-masques / quarts de masques) et EN 1827 (Demi-masques sans valve d'inspiration).

Leurs principales spécifications sont les suivantes :

- Fuite vers l'intérieur  $\leq 2\%$   
(facteur d'ajustement  $> 50$ )
- Teneur en CO<sub>2</sub> (volume mort)  $\leq 1\%$
- Le champ de vision évalué subjectivement doit être suffisant (les yeux n'étant pas protégés par le masque, des lunettes de protection peuvent s'avérer nécessaires).

Raccord de filtre universel et soupape expiratoire séparée

Les demi-masques/quarts de masques selon EN 140 disposent d'une soupape inspiratoire et d'un raccord de filtre qui permet l'utilisation de filtres de protection divers (p. ex. : SF90 à pas de vis). L'expiration s'effectue via une soupape séparée, préservant ainsi le filtre de l'air humide expulsé.

Masque et filtre forment un système solidaire.

Dans le cas des demi-masques sans soupape inspiratoire selon EN 1827, le masque et le filtre forment un système solidaire. Il est certes possible de changer le filtre, mais le raccord entre la pièce faciale et le filtre est conçu de telle manière que seul peut être inséré le filtre adapté au masque. Une soupape expiratoire est uniquement disponible en option. L'humidité de l'air expulsé peut sensiblement réduire la capacité de filtrage des demi-masques sans soupape expiratoire.



### *Masque complet [EN 136]*

Un masque complet recouvre la bouche, le nez, les yeux et le menton de la personne qui le porte. Les exigences, les essais correspondants et le marquage sont établis dans la norme européenne EN 136.

Les principales spécifications sont les suivantes :

- Taux de fuite vers l'intérieur  $\leq 0,05\%$   
(facteur d'ajustement  $> 2'000$ )
- Teneur en CO<sub>2</sub> (volume mort)  $\leq 1\%$
- Champ de vision  $\geq 70\%$  (panoramique ou binoculaire)

Selon la norme EN 136, les masques complets sont répartis en trois classes, en fonction de leur domaine d'utilisation ou de leur solidité mécanique et de leur résistance au feu et aux rayonnements thermiques :

- Classe 1 : utilisation peu intensive
- Classe 2 : utilisation normale
- Classe 3 : interventions spéciales

## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

Il faut recourir aux masques complets des classes 2 et 3 pour un usage professionnel. Ceux-ci se distinguent les uns des autres par leur différente résistance thermique. La visière des masques complets de la classe 2 en particulier résistent moins bien à la chaleur, raison pour laquelle la classe 3 est requise en cas d'interventions des sapeurs-pompiers.

Masques complets de classe 2 ou 3 à usage professionnel

### 3.2.2.4 Cagoules et casques

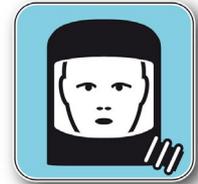
Une cagoule est une pièce faciale lâche couvrant au moins le visage, et parfois même le corps entier. Les casques offrent en plus une protection mécanique de la tête.

On distingue trois types de cagoules en fonction de l'alimentation en air respirable (voir 3.2.3) ainsi que des différentes exigences requises.

- Appareil filtrant avec cagoule pour l'évacuation d'un incendie [EN 403]
- Appareil filtrant à ventilation assistée avec casque ou cagoule [EN 12941]
- Appareil de protection respiratoire isolant autonome à circuit ouvert à air comprimé avec cagoule pour l'évacuation [EN 1146]

Les cagoules pour l'évacuation (voir aussi 3.2.3.5) sont exclusivement destinées à la fuite d'une atmosphère dangereuse (p. ex.: en présence de gaz dégagés par un incendie). Ils ne sont pas adaptés au travail dans une atmosphère dangereuse.

Les cagoules ont le grand avantage d'être confortables à porter et faciles à enfiler. Une bonne étanchéité peut être assurée indépendamment de la forme, de la grandeur ou de la pilosité du visage. Les cagoules d'évacuation sont notamment bien tolérées chez les enfants.

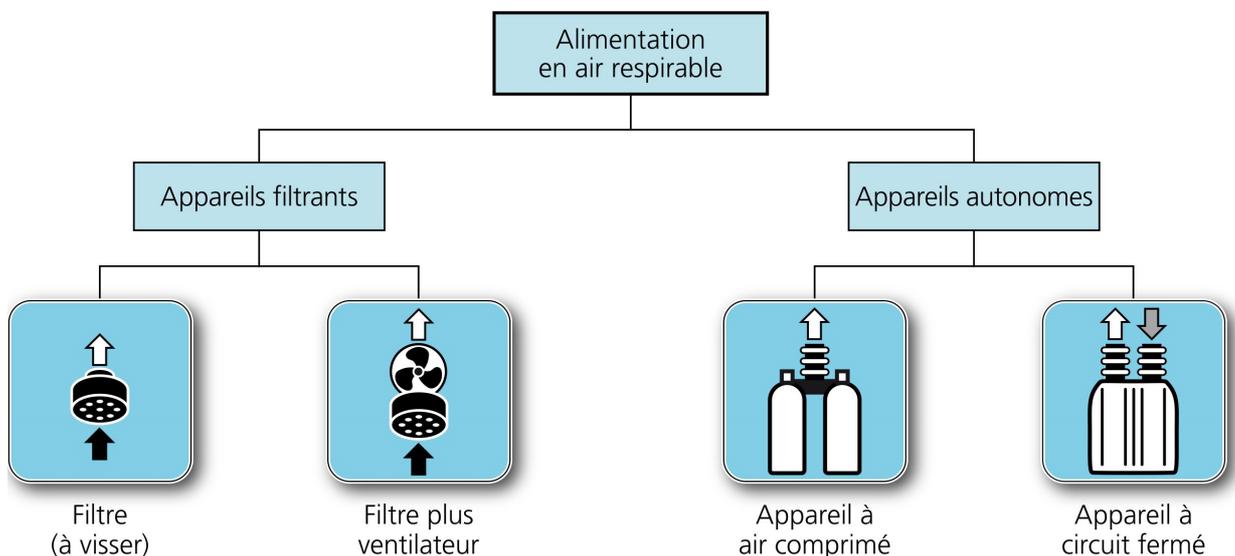


Les cagoules sont confortables et faciles à utiliser

## 3.2.3 Alimentation en air respirable

### 3.2.3.1 Aperçu

Il existe en principe deux catégories d'appareils à alimentation d'air respirable, les filtrants et les isolants :



Utilisation des appareils à filtre en présence de substances nocives connues et d'oxygène suffisant

Le porteur d'un **appareil filtrant** respire l'air ambiant qui a été épuré de ses substances nocives au moyen d'un filtre antigaz ou à particules ou alors d'un filtre combiné. Étant donné que les filtres ne peuvent retenir, en fonction de leur type et de leur classe, que des substances nocives spécifiques et que leur capacité d'adsorption est limitée, l'alimentation en air respirable avec cette catégorie d'équipement **dépend fondamentalement de la qualité de l'air ambiant**. De plus, elle est tributaire du taux d'oxygène de l'air ambiant, ce qui rend impossible l'utilisation des appareils filtrants en cas de manque d'oxygène.

Utilisation des appareils isolants en présence de substances nocives inconnues et/ou d'oxygène insuffisant

Le porteur d'un **appareil isolant** respire **indépendamment de l'air ambiant**. Un tel appareil peut donc s'employer aussi lorsque la composition et la concentration des substances nocives de l'air ambiant ne sont pas connues. Par ailleurs, l'alimentation en air respirable peut être assurée même en cas de manque d'oxygène dans l'air ambiant.

### 3.2.3.2 Qualité de l'air respirable

L'air ordinaire contient un taux volumique d'oxygène de 21 %. Pour respirer, l'être humain en a besoin d'un volume de 17 % au minimum. En outre, l'air respirable ne doit contenir aucun toxique en concentration dangereuse pour la santé. En règle générale, les valeurs moyennes d'exposition (VME) au poste de travail ne devraient pas être dépassées. La norme EN 12021 qualifie la qualité de l'air comprimé comme il suit :

- Oxygène :  $O_2 = 21 \pm 1 \%$
- Gaz carbonique :  $CO_2 < 0,05 \%$  (500 ppm)
- Monoxyde de carbone :  $CO < 0,0015 \%$  (15 ppm)

### 3.2.3.3 Appareils filtrants

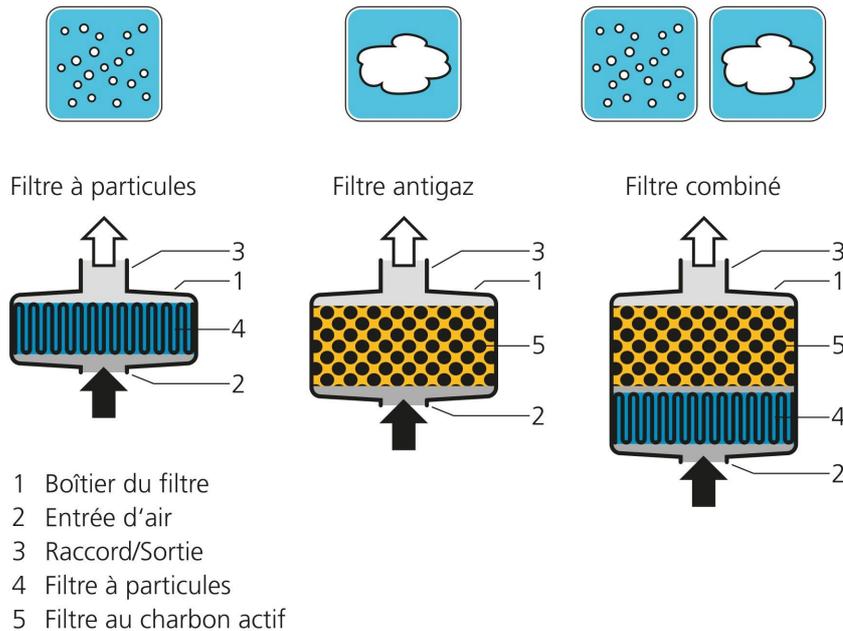
Les filtres à particules ne protègent pas contre les gaz.

Les filtres antigaz ne protègent pas contre les particules.

Un filtre à particules se révèle nécessaire pour une protection contre les particules/aérosols. Le filtre antigaz protège contre les gaz et les vapeurs. Le filtre combiné s'utilise lorsque le danger provient tant des particules que des gaz.

Les filtres se divisent en trois classes (1, 2, 3) suivant le degré de pénétration des particules et la capacité d'absorption des gaz.

## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation



L'interface entre la pièce faciale et le filtre doit être robuste et étanche. Certains appareils possèdent un connecteur intégré et fixe, d'autres un raccord spécial ou à pas de vis (p. ex. selon EN 148-1).

Comme les appareils filtrants sont dépendants de l'air ambiant et ne fournissent ni ne produisent d'oxygène, la teneur volumique de ce gaz dans l'air environnant doit être d'au moins 17 %. Lorsque sont utilisés des filtres contre le monoxyde de carbone (filtre CO), ce taux doit être d'au moins 19 %.

**Teneur en oxygène dans l'air environnant: au moins 17 %**

### Filtres à particules

Les filtres à particules interviennent dans la protection contre les aérosols solides ou liquides (poussières, fumées, brouillards, etc.) ainsi que contre les substances radioactives et biologiques transportées par l'air.

Avec le temps, les dépôts de poussière, mais surtout l'absorption d'humidité lors de la respiration ou de sueur augmentent la résistance respiratoire du filtre. Outre la contrainte physiologique, une résistance respiratoire plus élevée du filtre peut aussi accroître le taux de fuite. Un filtre mouillé risque de s'obstruer complètement. La résistance s'avère alors si grande qu'il devient impossible de respirer par le filtre.

**La poussière et l'humidité augmentent la résistance respiratoire.**

La perméabilité d'un filtre est généralement fonction de la grandeur des particules, chaque médium filtrant présentant un degré de séparation minimum pour une dimension de particule déterminée (MPPS = Most Penetrating Particle Size). D'ordinaire cette dimension est d'env. 0,2  $\mu\text{m}$  (0,0002 mm).

**Pénétration maximale des particules d'une dimension MPPS  $\approx$  de 0,2  $\mu\text{m}$**

Les filtres à particules utilisés dans les appareils de protection respiratoire sans assistance sont décrits dans la norme EN 143. Désignés **filtres à particules EN 143**, leur code de couleur est le "blanc".

### Classes des filtres à particules

Ils sont classés en fonction de leur perméabilité dans les classes de filtres à particules P1, P2 et P3 :

- P1 : perméabilité < 20 % (grande pénétration)
- P2 : perméabilité < 6 % (pénétration moyenne)
- P3 : perméabilité < 0,05 % (petite pénétration)

Les filtres de la classe P3 (filtres à particules EN 143 P3) sont des filtres qualifiés HEPA (cf. encadrés ci-dessous).

Les filtres à particules des appareils de protection respiratoire à ventilation assistée doivent au moins satisfaire aux exigences en matière de taux de fuite du ventilateur (EN 12941, EN 12942). Cela est toujours le cas pour les filtres à particules de la classe P3.

| Classification et perméabilité maximale des filtres en technique de ventilation et conditionnement d'air selon EN 1822: |          |
|---|----------|
| Filtres EPA<br>(filtres à particules à haute efficacité)  | 15 %     |
| Filtres HEPA<br>(filtres à air à haute efficacité)  | 0,05 %   |
| Filtres ULPA<br>(filtres haute performance pour les matières en suspension)   | 0,0005 % |



### Classification en types de filtres sur la base des propriétés sorbantes

#### *Filtres antigaz*

Ces filtres sont destinés à la protection contre les gaz et les vapeurs. Ils adsorbent, sur un substrat (généralement du charbon actif), les substances nocives de l'air respiré. Les substances qui sont piégées par le biais d'une réaction chimique peuvent causer une surcharge du filtre en cas de concentration trop élevée de substances nocives.

Les substances chimiques semblables ayant des propriétés sorbantes similaires, il est possible de répartir les filtres antigaz en **types**. Cette classification prévoit les quatre types fondamentaux A, B, E et K. S'y ajoutent encore la distinction entre les filtres spéciaux AX, SX, NO-NOP3, Hg-HgP3 et CO. En fonction de cette classification ou des gaz pour lesquels le filtre antigaz doit offrir une protection, les types de filtres sont caractérisés selon EN 14387 par des codes de couleur.

Les types de base A, B, E et K sont en outre subdivisés en classes de filtres.

## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

| Type | Domaine d'utilisation   | Classe | Couleur   |
|------|---|--------|---|
| A    | Gaz et vapeurs organiques ayant un point d'ébullition > 65°C  | 1      | marron  |
|      |   | 2      |                   |
|      |   | 3      |   |
| B    | Gaz inorganiques (par ex. : chlore, sulfure d'hydrogène, acide cyanhydrique); sauf le monoxyde de carbone | 1      | gris  |
|      |   | 2      |                   |
|      |   | 3      |   |
| E    | Dioxyde de soufre, acide chlorhydrique et autres gaz acides   | 1      | jaune   |
|      |   | 2      |                   |
|      |   | 3      |   |
| K    | Ammoniac et dérivés organiques aminés   | 1      | vert  |
|      |   | 2      |                   |
|      |   | 3      |   |
| AX   | Gaz et vapeurs organiques ayant un point d'ébullition bas ( $\leq 65^{\circ}\text{C}$ )                   |        | marron<br>        |
| SX   | Gaz et vapeurs mentionnés sur le filtre   |        | violet<br>        |
| NOP3 | Gaz nitriques (oxydes d'azote)  |        | bleu-blanc<br>    |
| HgP3 | Mercure   |        | rouge-blanc<br> |
| CO   | Monoxyde de carbone   |        | noir<br>        |

### Types de filtres antigaz et leurs couleurs caractéristiques

La **classe de filtre** est une indication de sa faculté de filtration ou capacité de piégeage du gaz. Les filtres d'une classe supérieure n'offrent pas nécessairement une meilleure protection, mais ils peuvent être utilisés plus longtemps à la même concentration de gaz. Par rapport à la classe 1, les filtres de la classe 2 possèdent une capacité de piégeage env. cinq fois plus grande et ceux de la classe 3 env. quinze fois supérieure.

- Classe 1 : capacité faible
- Classe 2 : capacité moyenne (5 fois celle de la classe 1)
- Classe 3 : capacité élevée (15 fois celle de la classe 1)

Les filtres antigaz protègent jusqu'à épuisement de leur capacité de piégeage. Le temps de saturation, soit celui durant lequel le filtre reste efficace, dépend surtout de la concentration en substances nocives, des conditions ambiantes (température et humidité de l'air) ainsi que des conditions d'intervention (difficulté du travail). Le "chargement" d'un filtre est présenté à titre d'illustration au chapitre 3.1.2.

### Classes de filtres selon leur capacité de piégeage

**Le temps de saturation est fonction de la concentration de substances nocives ainsi que des conditions ambiantes et du genre d'intervention.**

Les filtres spéciaux ne sont attribués à aucune classe.

Les filtres antigaz AX et SX ainsi que ceux pour oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), vapeurs de mercure (Hg) et monoxyde de carbone (CO) sont d'un type spécial. Ils ne leur sont pas attribués de classe. Les filtres spéciaux pour les oxydes d'azote et le mercure ne sont disponibles que sous forme de filtres combinés avec un filtre à particules de classe P3. C'est pourquoi ces types sont automatiquement appelés NOP3 ou HgP3 et leur code couleur est en conséquence une combinaison avec la couleur caractéristique "blanc". Ces deux types de filtres spéciaux peuvent être combinés avec tous les autres types mentionnés ci-dessus, sauf avec le type SX.



### Filtres combinés

Les filtres mixtes composés d'un filtre à particules et d'un filtre antigaz protègent aussi bien contre les particules et aérosols que contre les gaz et vapeurs. Pour les identifier, la désignation du type de filtre antigaz (p. ex. ABEK) est complétée par la classe du filtre à particules (P1, P2, P3). Les filtres combinés A2B2E2K2-P3, comportant un filtre à particules au pouvoir de séparation élevé et à faible perméabilité, sont parmi les plus courants.

Les filtres NBC sont optimisés contre les agents chimiques de combat

Les filtres dits NBC offrent une protection supplémentaire contre les toxiques de combat chimique (CWA) et un temps de saturation ou d'utilisation élevé.



### Filtre à visser

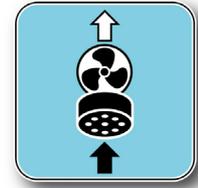
L'appareil de protection respiratoire classique est constitué d'un masque complet et d'un filtre à visser. Si masque et filtre présentent un filetage standard selon EN 148-1, ils peuvent être librement combinés. La manipulation est simple et l'entretien sans problème. En général, les filtres peuvent être stockés jusqu'à 10 ans.

- + longue durée d'utilisation
- + faible poids
- en fonction de l'air ambiant (en fonction de l'environnement)
- résistance respiratoire

## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

### *Filtre avec ventilation assistée (appareil filtrant à ventilation assistée)*

Bien que classifiés dans une autre norme (EN 12941 / 12942), les filtres pour systèmes à ventilation assistée sont néanmoins comparables aux filtres à visser. Ces systèmes se composent d'un ou de plusieurs filtres et d'un ventilateur pour surmonter la résistance opposée par le filtre. Le ventilateur est alimenté par une batterie assurant plusieurs heures d'autonomie. Le débit d'air fourni par le ventilateur peut être réglable. La ventilation assistée élimine la résistance respiratoire et facilite donc notablement le travail sous protection respiratoire.



- + pas de résistance respiratoire
- + longue durée d'utilisation (dépend de la batterie)
- + poids comparativement faible
- en fonction de l'air ambiant (en fonction de l'environnement)
- alimentation par batterie
- niveau sonore

### 3.2.3.4 Appareils isolants

Les appareils isolants sont techniquement beaucoup plus complexes que les appareils filtrants. Ils sont donc aussi plus onéreux à l'acquisition et plus exigeants à l'entretien. Au niveau de l'utilisation, leur poids plus élevé et leur autonomie généralement limitée jouent un rôle non négligeable.

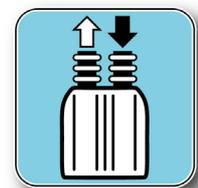
Leurs utilisateurs doivent posséder des connaissances approfondies de leur équipement de protection respiratoire et être en mesure d'en faire un usage sûr et correct. Il est par conséquent indispensable qu'ils jouissent d'une solide formation. Les exigences physiques (poids de l'appareil, effort corporel, etc.) ainsi que les contraintes psychiques (environnement nocif, chaleur, fumée, obscurité et autres) étant susceptibles d'influer sur le comportement du porteur de l'appareil, il est fréquemment procédé à un examen médical pour déterminer l'aptitude à effectuer de telles interventions.

**Les utilisateurs doivent être bien formés.**

### *Appareil de régénération*

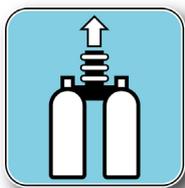
Les appareils de régénération [EN 145] débarrassent l'air respiré du dioxyde de carbone par une respiration pendulaire ou en circuit fermé. De plus, de l'oxygène est ajouté. L'excédent d'air respirable s'échappe par une soupape de surpression.

- + longue durée d'utilisation (1, 2 ou 4 h)
- + conviennent aux travaux en tunnels et dans le secteur minier
- résistance respiratoire avec les appareils en dépression
- entretien très intensif
- air respirable chaud et humide



### Appareil respiratoire à air comprimé

Les appareils respiratoires à air comprimé [EN 137] contiennent de l'air respirable dans un réservoir d'air comprimé.



- + autonomie face à l'air ambiant (indépendamment de l'environnement)
- + qualité constante de l'air respirable
- courte durée d'utilisation (<1 heure)
- poids important

### 3.2.3.5 Appareils de protection respiratoire pour l'évacuation

Les appareils de protection respiratoire pour l'évacuation sont aussi appelés appareils respiratoires d'urgence ou auto-sauveteurs. En ce qui concerne leur conception, il peut s'agir d'appareils filtrants ou d'appareils isolants. Les appareils respiratoires pour l'évacuation personnelle fournissent de l'air respirable pendant une durée limitée. En cas d'incendie par exemple, ils permettent de prendre la fuite ou d'être utilisés pour le sauvetage de personnes

Le temps d'utilisation (temps de saturation ou de claquage) d'un APR pour l'évacuation constitue un critère important pour sa classification. Les cagoules pour l'évacuation d'un incendie selon EN 403 ont une autonomie d'au moins 15 minutes. Tous les autres appareils respiratoires pour l'auto-sauvetage portent l'indication de leur durée nominale d'utilisation, 5 minutes étant un minimum. Les auto-sauveteurs à filtre contre le monoxyde de carbone (EN 404) ont une autonomie d'au moins 60 minutes.

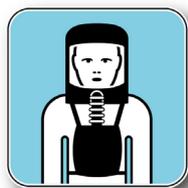
Les appareils de protection respiratoire pour l'évacuation sont destinés aux personnes devant prendre la fuite ou être assistées. Ils **ne se prêtent pas** aux services d'intervention (sapeurs-pompiers).

#### Appareils filtrants

- Appareil filtrant avec cagoule pour l'évacuation en cas d'incendies [EN 403]
- Auto-sauveteurs à filtre avec embout buccal pour la protection contre le monoxyde de carbone (EN 404)

#### Appareils isolants

- Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit ouvert, à air comprimé, à soupape à la demande avec masque complet ou ensemble embout buccal pour l'évacuation (EN 402)
- Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit ouvert, à air comprimé avec cagoule pour l'évacuation (EN 1146)
- Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit fermé pour l'évacuation (EN 13794)
- Appareils de protection respiratoire autonomes à circuit ouvert, à air comprimé avec demi-masque et à pression positive, pour l'évacuation uniquement (EN 14529).



Protection respiratoire pour personnes en fuite ou à sauver

Appareils non adaptés pour les forces d'intervention

### 3.3 Vêtements de protection

#### 3.3.1 Aperçu

Pour protéger le corps et les parties du corps contre les divers effets extérieurs, il existe des vêtements avec des propriétés de matériaux différentes. Ainsi, les vêtements de protection contre la chaleur et le feu sont composés de matériaux difficilement inflammables. Les vêtements de protection, qui se composent de matériaux très résistants, protègent contre les effets mécaniques tels que l'action d'une tronçonneuse.

La protection NBC individuelle concerne les dangers issus des substances chimiques, des particules radioactives et des micro-organismes. Les vêtements de protection traités ci-après sont destinés aux personnes appelées à travailler dans un environnement contaminé chimiquement, radiologiquement ou biologiquement.



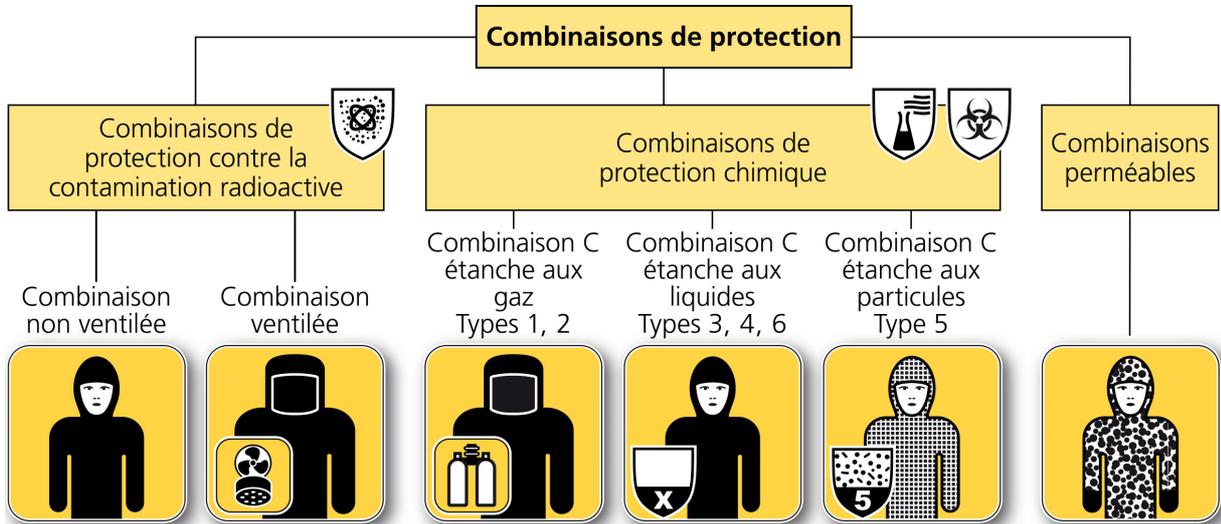
Protection contre les substances chimiques, les particules radioactives et les micro-organismes

Les équipements de travail et moyens de protection spéciaux tels que gants, chaussures, tabliers ou écrans faciaux offrent une protection spécifique à certaines parties du corps. Tant les gants que les chaussures ou les bottes sont des éléments essentiels de l'équipement de protection individuelle (ÉPI). Ils complètent souvent les tenues de protection ou y sont intégrées.

Les gants et les bottes sont des éléments essentiels de l'ÉPI.

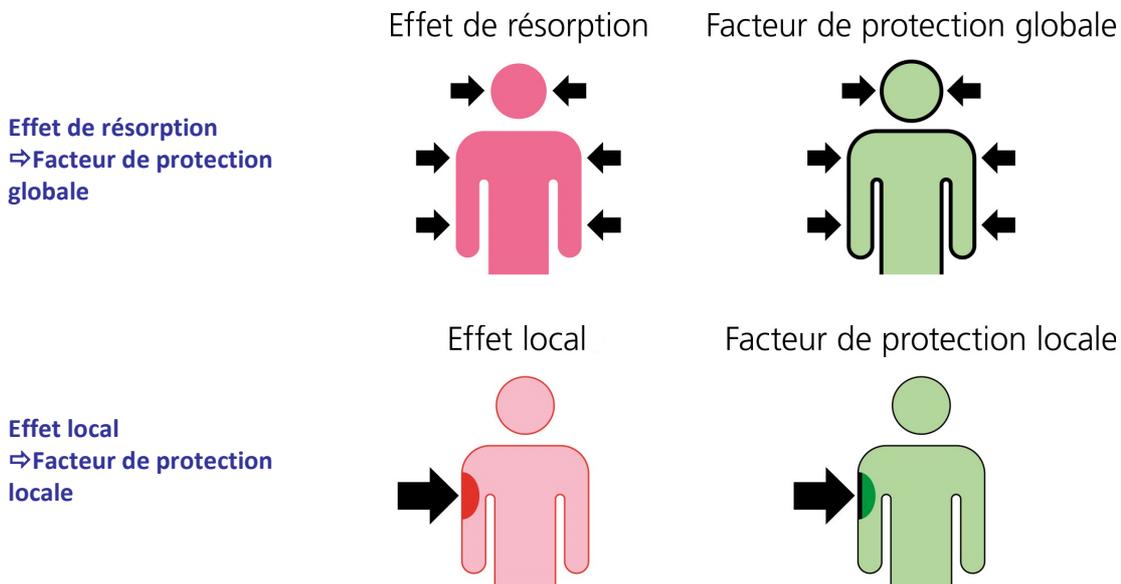
### 3.3.2 Tenues de protection

Les tenues de protection sont conçues en fonction de la menace et du domaine d'application et protègent le porteur contre les différents types de dangers grâce aux propriétés particulières de leurs matériaux. Ces propriétés ont en outre un effet sur le stress physiologique généré chez le porteur par le port de l'équipement de protection.



#### 3.3.2.1 Spécifications

La principale spécification des tenues de protection est la "fuite vers l'intérieur" sur l'ensemble de la tenue ou le facteur de protection de la tenue. Le facteur de protection d'une tenue est ici le même que le facteur d'ajustement pour les pièces faciales (cf. 3.2.2.2), à savoir le rapport entre la concentration extérieure et la concentration intérieure. Pour le facteur de protection d'une tenue, on fait la distinction entre le facteur de protection local et le facteur de protection globale en fonction des effets du danger (cf. 2.3.3).



### 3.3.2.2 Tenues de protection chimique

Les tenues de protection chimique sont marquées du pictogramme "Protection contre les produits chimiques". Leur protection varie en fonction de leur étanchéité aux gaz, aux liquides ou aux particules, ce qui délimite leur domaine d'utilisation. Les tenues de type 1 et 2, protègent contre les gaz et offrent la meilleure des protections, puisqu'elles sont aussi efficaces contre les liquides que contre les particules. Il existe six types différents de tenues de protection chimique :



- **Type 1 et 2** [EN 943] : Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides et gazeux, y compris les aérosols liquides et les particules solides
- **Type 3** [EN 14605] : Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides (étanches aux liquides)
- **Type 4** [EN 14605] : Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides (étanches aux pulvérisations)
- **Type 5** [EN 13982] : Vêtements de protection à utiliser contre les particules solides (étanches aux particules)
- **Type 6** [EN 13034] : Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides (étanches aux aérosols, aux légères pulvérisations)

#### Type 1 et 2

Les tenues de protection chimique de type 1 et 2 offrent une protection globale, permettant à leurs utilisateurs de travailler dans un environnement chimiquement, radiologiquement ou biologiquement contaminé. L'apport en air respirable s'effectue à l'aide d'un appareil isolant, en général à air comprimé, et donc indépendamment de l'air ambiant. Il est porté sur le dos, à l'intérieur (type 1a) ou à l'extérieur (type 1b) de la tenue. Avec les tenues de protection du type 1c, l'appareil d'alimentation en air respirable n'est pas porté. L'air respirable est approvisionné via un tuyau à air comprimé. De telles tenues sont surtout utilisées en laboratoires.



Protection globale contre les produits chimiques

- **Type 1a** : Tenue avec appareil respiratoire à air comprimé à l'intérieur de la tenue. Les appareils respiratoires isolants à circuit fermé ne peuvent pas être portés sous la tenue en raison de l'échange de chaleur limité.
- **Type 1b** : Tenue avec appareil d'alimentation en air respirable porté à l'extérieur de la tenue. Outre la tenue, les tuyaux de l'appareil de protection respiratoire doivent aussi résister aux produits chimiques, pour ne pas risquer une contamination de tout l'appareil.
- **Type 1c** : Tenue de protection avec alimentation externe en air respirable par pression positive au moyen d'un tuyau d'air comprimé

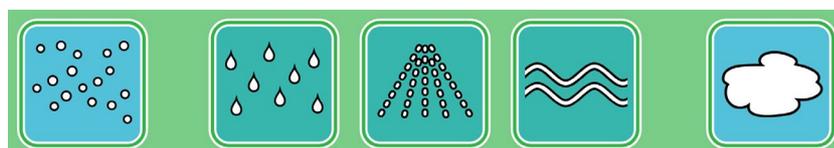
## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

Les tenues de type 1a et 1b offrent une protection globale contre les produits chimiques, raison pour laquelle les forces d'intervention s'en servent en cas d'événement (lutte contre le feu, défense chimique). Les tenues de protection chimique pour équipes de secours portent la désignation suivante :

- **Type 1a/1b-ET** [EN 943-2]: Tenue de protection chimique étanche aux gaz pour **équipes de secours** (ET = Emergency Teams)

Tout comme les tenues de protection chimique du type 1c, celles du **type 2** sont dotées d'une alimentation externe en air respirable avec **pression positive**. L'étanchéité de ces tenues n'étant pas vérifiée, elles portent la mention "non étanche aux gaz". La pression positive qui règne dans la tenue protège néanmoins des gaz.

- + degré élevé de protection
- + utilisation universelle
- durée d'utilisation restreinte pour des raisons physiologiques
- acquisition et entretien onéreux (y c. APR)



### Types 3, 4 et 6

Les tenues de protection chimique de types 3, 4 et 6 sont conçues pour résister aux produits chimiques liquides. La matière constituant les tenues est fondamentalement étanche aux liquides. Les exigences qui lui sont imposées en matière de résistance aux produits chimiques sont quasiment identiques pour les trois types. Les trois types se distinguent cependant par la résistance de la tenue à la pénétration des liquides aux coutures et fermetures. L'attribution des tenues de protection à l'un des types 3, 4 ou 6 dépend de leur étanchéité à un liquide sous forme de jet (jet d'eau), de pulvérisation ou de vaporisation (brouillard).



### Protection contre les produits chimiques liquides

| Impact du liquide  | Test<br>Norme d'essai                 | Tenue de protection   |          |
|--|---------------------------------------|---|----------|
|  |                                       | Étanchéité  | Type     |
|  Jet          | Essai au jet<br>EN 17491-3            | Étanchéité aux liquides   | <b>3</b> |
|  Vaporisation | Essai à la vaporisation<br>EN 17491-4 | Étanchéité aux vaporisations<br>(résistance à la pulvérisation)                   | <b>4</b> |
|  Brouillard   | Essai au brouillard<br>EN 17491-4     | Étanchéité aux brouillard<br>(étanche aux aérosols et aux légères pulvérisations) | <b>6</b> |

## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

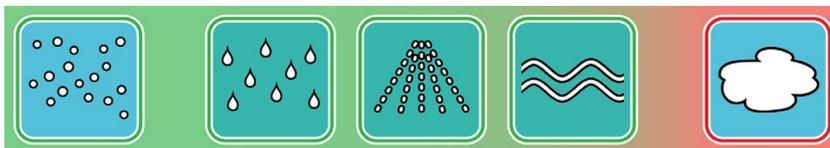
### Type 3

Protégeant le corps entier, les tenues de protection chimique du type 3 sont confectionnées avec des matériaux imperméables aux coutures et aux raccords étanches aux liquides. Du fait de leur imperméabilité, un effet de pompage plus accentué peut se produire lorsque ces tenues sont portées (cf. 4.2.3.2). L'échange d'air qui en résulte peut-être notablement limité par l'étanchéisation au ruban adhésif de toutes les jonctions (gants, bottes). Lorsque cette étanchéisation est conduite de manière systématique, la tenue de protection s'avère étanche aux particules et, dans une proportion limitée, aux gaz.



**Matériau imperméable et coutures étanches aux liquides**

- +** protection globale contre les produits chimiques liquides (jet)
- +** à jointures fermées, étanchéité aux particules et, sous réserves, aux gaz
- Régulation thermique du corps réduite (imperméable)
- effet de pompage (réduite par l'étanchéisation au ruban adhésif)



### Type 4

Protégeant le corps entier, les tenues de protection chimique du type 4 disposent de coutures et jointures étanches aux vaporisations. Elles peuvent être confectionnées à partir de matériaux perméables et donc respirants, ce qui augmente le confort de l'utilisateur. Mais elles n'offrent aucune protection contre les projections de produits chimiques liquides. Les tenues du type 4 sont disponibles à prix avantageux en tant que vêtements de protection jetables.



**Étanchéité aux vaporisations, mais pas de protection contre les fortes projections**

- +** port confortable en raison de l'échange de chaleur qu'autorise le matériau perméable
- +** disponibles à prix avantageux en tant que vêtements de protection jetables
- protection limitée
- aucune protection en cas de fortes projections de liquides



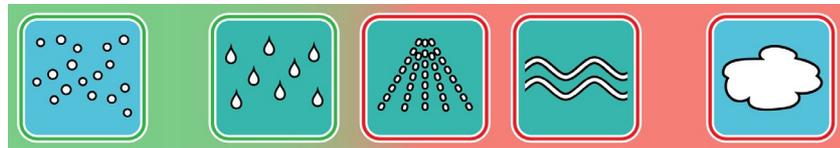
Type 6



Protection contre les légères pulvérisations

Les tenues de type 6 sont comparativement économiques, fréquemment jetables, et protègent au minimum le torse et les lombes. Elles sont souvent combinées avec des tenues du type 5, imperméables aux particules et néanmoins respirantes et confortables. Si elles offrent une protection contre les légères pulvérisations de produits chimiques, elles ne protègent pas de la perméation de produits chimiques liquides.

- + tenues avantageuses et jetables
- + souvent en combinaison avec le type 5
- protection contre les légères pulvérisations (brouillards) uniquement
- aucune protection contre la perméation de produits chimiques liquides



Type 5



Protection contre les particules, mais pas contre les liquides

Les tenues de protection chimique du type 5, ou tenues de protection C étanches aux particules, empêchent la pénétration des particules solides en suspension dans l'air (poussières), mais pas des aérosols liquides. Souvent destinées à un usage unique, elles sont bon marché. Ces tenues de protection sont respirantes et garantissent un port confortable en raison de leur perméabilité à l'air. En dépit de la perméabilité du matériau, l'effet de pompage (cf. 4.2.3.2) se produit ici aussi, ce qui abaisse considérablement le facteur protecteur de ces tenues.

- + port très confortable du fait de la perméabilité à l'air (matériau respirant)
- + produit économique (souvent jetable)
- aucune protection contre les liquides ou les aérosols liquides
- facteur protecteur minime (effet de pompage)



## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

### 3.3.2.3 Tenues de protection contre les dangers issus de micro-organismes

Les tenues de protection contre les micro-organismes susceptibles de représenter un danger pour la santé sont marquées du pictogramme correspondant. Il s'agit en général de tenues de protection chimique (type x) portant la désignation complémentaire B:

- **Type x-B** [EN 14126]: Vêtements de protection contre les agents infectieux

Ces tenues peuvent inclure des vêtements de protection de parties du corps et des accessoires tels que cagoules ou casques, chaussures ou bottes et gants (cf. 3.3.3).



### 3.3.2.4 Tenues de protection contre les particules radioactives

Les tenues de protection contre les particules radioactives sont marquées du pictogramme correspondant. Elles ne doivent pas nécessairement résister aux produits chimiques. À titre optionnel, elles peuvent être confectionnées à partir de matériaux résistants aux produits chimiques et arborer en plus le pictogramme de la "protection contre les produits chimiques" (cf. 3.3.2.2). La tenue de protection C du type 5, résistante aux produits chimiques et étanche aux particules, fait exception.

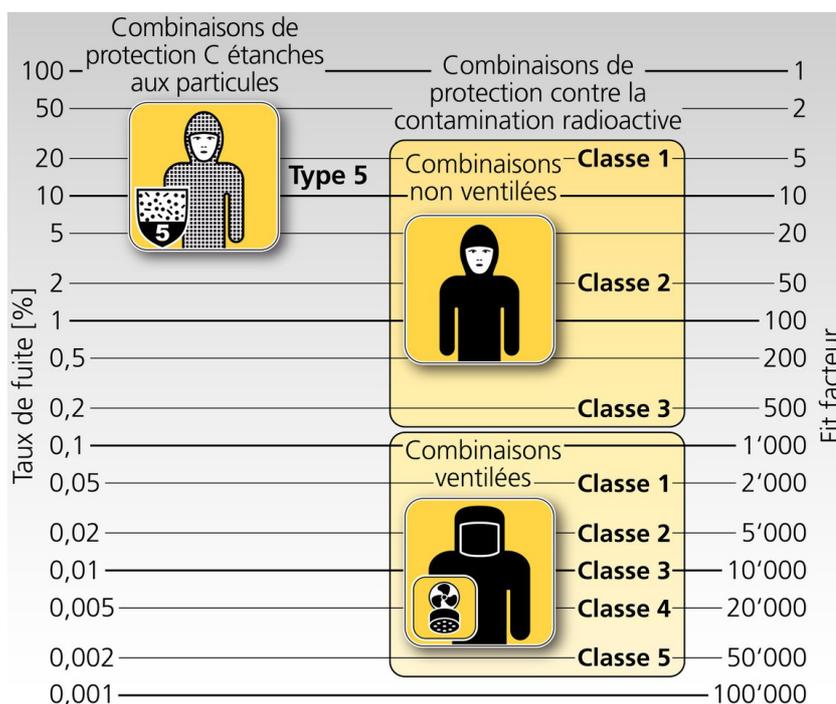
Concernant les tenues de protection contre la contamination radioactive sous forme de particules, on distingue les tenues ventilées des non ventilées :

- **Vêtements de protection ventilés** [EN 1073-1] : tenue de protection contre la contamination radioactive
- **Vêtements de protection non ventilés** [EN 1073-2] : tenue de protection contre la contamination radioactive

Les tenues de protection sont réparties en classes en fonction de leurs facteurs de protection. Les taux maximaux de fuite tolérés ou facteurs minimaux de protection admis sont indiqués dans le graphique suivant.

Attribution des combinaisons de protection à des classes de performances

Fuite ou fit facteur



Les combinaisons protègent mieux si elles sont ventilées.



Les facteurs de protection peuvent être très élevés.

Le taux maximal de fuite, ou facteur minimal de protection, d'une tenue de protection varie fortement d'une classe à l'autre. Pour les tenues non ventilées de la classe 1 le facteur de protection est d'au moins 5 (taux de fuite  $\leq 20\%$ ). À l'instar des tenues de protection C du type 5 (taux de fuite  $\leq 15\%$ ), ces vêtements n'offrent qu'une faible protection contre les particules radioactives. Comparativement aux tenues non ventilées, celles qui le sont présentent un facteur de protection sensiblement plus élevé.

#### Tenue de protection ventilée

Les tenues ventilées disposent d'un apport d'air. Elles protègent par conséquent non seulement la peau mais aussi les voies respiratoires. Pour l'alimentation en air respirable, on utilise des appareils isolants, mais plus souvent des appareils filtrant à ventilation assistée. L'approvisionnement en air respirable générant une pression positive dans la tenue, il en résulte une protection pouvant atteindre le facteur 50 000 (taux de fuite  $\leq 0,002\%$ ). L'assistance fournie par le ventilateur et la pression positive qui en résulte ont l'avantage de réduire la résistance respiratoire.

- + très hauts facteurs de protection possibles
- + résistance respiratoire faible
- durée d'utilisation limitée (alimentation en air)
- liberté de mouvement restreinte
- bruit de l'approvisionnement en air (max. 80 dB)



Faibles facteurs de protection, mais avantages physiologiques

#### Tenue de protection non ventilée

L'absence de pression positive dans les tenues non ventilées et l'effet de pompage (cf. 4.2.3.2.) se traduisent par des facteurs de protection comparativement faibles avec les tenues ventilées. De plus, la respiration est moins facile du fait de la résistance opposée par le filtre. Vu l'absence de ventilation, ces tenues de protection sont moins complexes techniquement et moins onéreuses que les tenues ventilées. De plus, les tenues non ventilées autorisent une plus grande liberté de mouvement qui n'est, en outre, pas limitée dans le temps par la durée de l'approvisionnement en air.

- + aucune limitation du temps d'utilisation grâce à l'apport d'air
- + faible limitation de la liberté de mouvement
- + tenues moins onéreuses que les ventilées
- possibilité d'un indice de protection inférieur à celui des tenues ventilées
- résistance respiratoire accrue

### 3.3.2.5 Tenues de protection perméables

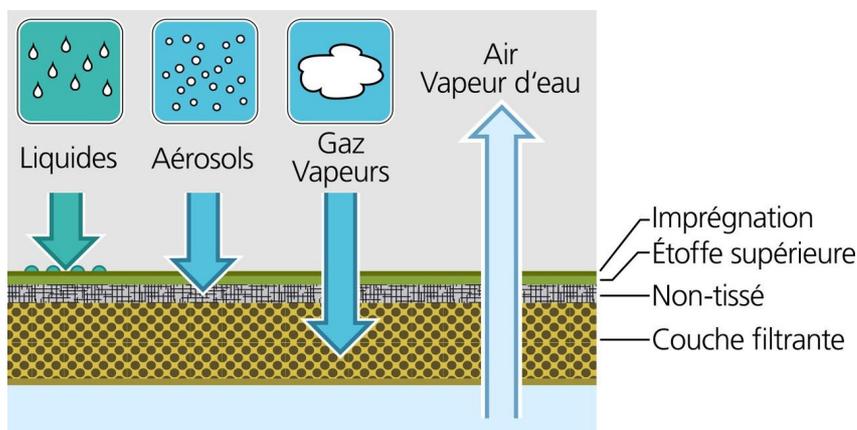
Les tenues de protection perméables sont respirantes et efficaces contre les produits chimiques, essentiellement les substances chimiques gazeuses. Leur perméabilité constitue leur plus gros avantage. Puisqu'elles sont respirantes, elles laissent s'échapper la vapeur d'eau qui se dégage du corps, permettant ainsi un port prolongé sous grand effort physique. Malgré leur perméabilité, ces tenues protègent des substances chimiques gazeuses.

En raison de leurs caractéristiques, les tenues perméables sont souvent utilisées lors d'interventions prolongées avec une menace gazeuse, par exemple dans le cadre d'opérations policières, militaires ou antiterroristes. Pour des raisons historiques, les exigences de performance des tenues de protection sont définies dans les cahiers des charges militaires ou les normes de l'OTAN. En raison de l'élargissement du spectre d'utilisation, ces tenues sont aussi progressivement adoptées par les instituts de normalisation civils.

Le matériau perméable des tenues de protection est multicouche, sa structure s'apparentant à celle d'un filtre antigaz ou combiné (cf. 3.2.3.3) :

- L'**éttoffe supérieure** est constituée d'un textile **imprégné** hydro- et oléophobe. En favorisant le perlage de l'eau ou de substances C liquides, l'imprégnation empêche le mouillage de la surface extérieure. Mais la tenue n'est pas pour autant étanche aux liquides.
- Un **non tissé inséré**, dans certains types de tenues, sous le tissu supérieur agit comme **filtre à particules** capable de retenir les aérosols.
- La **couche filtrante** est l'élément le plus important de la tenue pour la protection C. Elle est composée de **charbon actif** et peut donc absorber les produits chimiques gazeux.

Toutes les couches de la tenue sont perméables. Cela permet à la vapeur d'eau dégagée par la transpiration lors de la dissipation de la chaleur humaine de s'échapper à travers la tenue.



Respirant tout en offrant une protection contre les gaz

Combinaisons militaires contre les agents de combat gazeux

Structure du matériau perméable de la combinaison

**Les combinaisons perméables n'offrent pas de protection universelle contre les gaz.**

Comme l'effet protecteur des tenues perméables ne repose pas sur l'étanchéité de la tenue mais sur la filtration de l'air extérieur (comme pour un filtre antigaz), ces tenues n'offrent pas non plus une protection universelle contre les gaz, efficace contre tous les produits chimiques, comme c'est le cas pour les tenues de protection C de type 1 et 2. En ce qui concerne l'étendue de la protection, elle obéit aux mêmes critères que les filtres antigaz. La capacité protectrice des tenues perméables est évaluée et déterminée sur la base des facteurs de protection locaux et globaux (cf. 3.3.2.1).

**Port confortable, même dans l'effort**

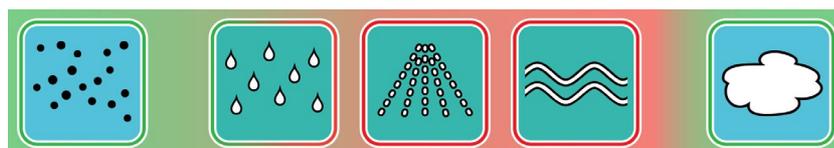
Les tenues de protection C présentent le grand avantage d'être très efficaces contre les substances chimiques gazeuses, tout en étant perméables. Elles restent longtemps confortables même en cas de gros efforts prolongés ou de conditions climatiques chaudes.

**Les combinaisons perméables ne sont pas étanches aux liquides.**

Bien que les tenues C perméables soient recouvertes d'un traitement hydrofuge, elles n'offrent qu'une protection très limitée contre les liquides et doivent en principe être considérées comme non étanches à ces derniers. Il est par conséquent conseillé, en cas de dangers provenant d'agents nocifs liquides, mais aussi par temps pluvieux, d'enfiler une tenue étanche aux liquides (de type 3, 4 ou 6) par-dessus la tenue de protection C perméable.

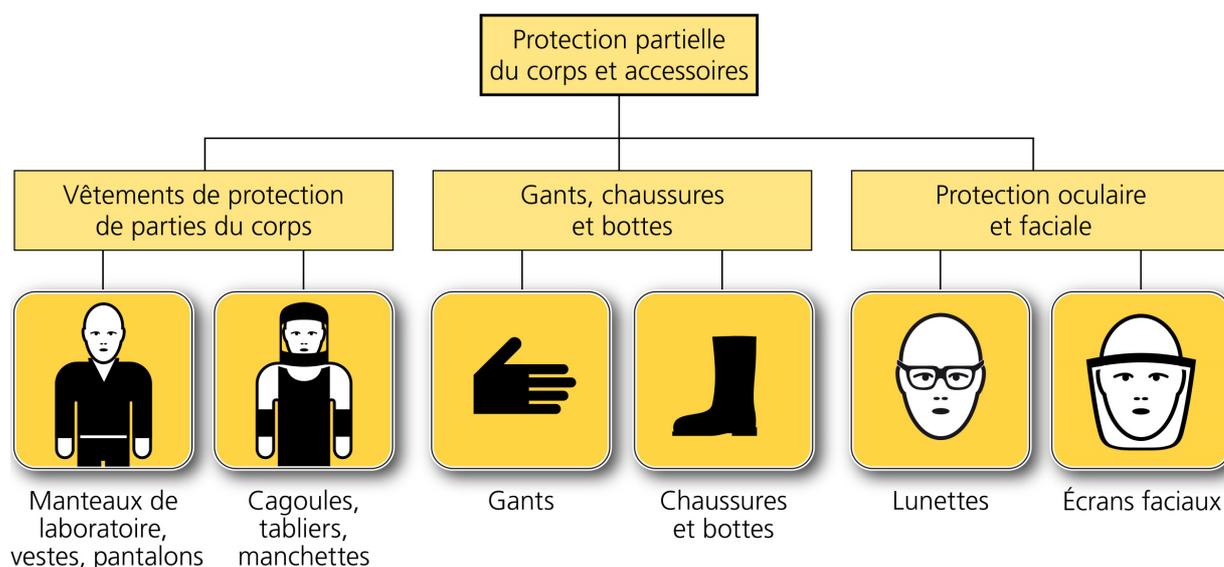
**Combinaison étanche aux liquides par-dessus une combinaison perméable**

- +** bonne protection contre les substances C gazeuses (agents de combat C)
- +** port confortable et bonne régulation thermique
  - ⇒ utilisation prolongée
  - ⇒ effort physique intense possible
  - ⇒ utilisation dans des conditions climatiques chaudes
- faible protection contre les liquides
- comparativement onéreuses



### 3.3.3 Protection partielle du corps et accessoires

Outre les tenues (cf. 3.3.2), qui protègent l'ensemble ou de grandes parties du corps, les vêtements pour la protection spécifique de certaines parties du corps, les chaussures et les gants ainsi que les protections des yeux et du visage sont des éléments importants de l'équipement de protection individuelle. Les vêtements spécifiques protègent en principe contre les produits chimiques liquides et répondent aux mêmes exigences que les tenues de protection C étanches aux liquides. Il existe aussi une classification des gants, chaussures et bottes en fonction de leurs effets protecteurs vis-à-vis des produits chimiques liquides. Les protections faciales et oculaires sont sélectionnées en tenant compte des effets et de la nature des substances dangereuses.



#### 3.3.3.1 Vêtements pour la protection spécifique de parties du corps

Les vêtements couvrant partiellement le corps tels que manteaux de laboratoire, vestes, pantalons, tabliers, manchettes voire cagoules non ventilées préservent des **produits chimiques liquides**. Les exigences relatives au matériau et aux coutures des vêtements sont les mêmes que pour les tenues de protection chimique (cf. 3.3.2.2). On distingue donc les vêtements de protection de parties spécifiques du corps des types 3, 4 et 6. En plus de la désignation de type analogue à celle des tenues de protection C étanches aux liquides, les parties du vêtement sont désignées par la **mention PB** (Partial Body):

- **Type PB[3]** : Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides (étanches aux liquides)
- **Type PB[4]** : Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides (étanches aux vaporisation)
- **Type PB[6]** : Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides (étanches aux aérosols et aux légères pulvérisations)



### 3.3.3.2 Gants de protection



#### Protection contre les produits chimiques

Les gants sont une partie essentielle de l'équipement de protection individuelle. Ils protègent les mains et, suivant leur longueur, l'avant-bras voire le bras. En général, les gants doivent opposer une résistance mécanique à l'abrasion, aux coupures par tranchage, aux déchirures et aux perforations [EN 388].

Du point de vue de la protection NBC, les gants doivent protéger des produits chimiques et des micro-organismes [EN 374]. Face aux produits chimiques, ils s'avéreront résistants à la pénétration et à la perméation. On peut estimer que les gants présentant une certaine résistance à la pénétration offrent une protection efficace contre les micro-organismes

Les gants de protection sont testés à chaque fois avec plusieurs produits chimiques. Une classification est établie sur la base de la durée minimale de résistance aux différents produits chimiques. Il est donc important, lors de la manipulation de produits chimiques, d'étudier les différentes durées de résistance minimales dans le mode d'emploi, car il peut arriver qu'un gant présente par exemple des durées minimales de résistance de classe 1 à l'éthanol et de classe 6 au formaldéhyde.

Il existe 3 types de gants. La classification est opérée en fonction de nombre de produits chimiques testés atteignant au moins la classe 2. Ainsi, pour le type A, au moins 6 produits chimiques testés atteignent la classe 2, tandis que pour le type B, au moins 3 produits chimiques testés satisfont à cette classe. Pour le type C, au moins un des produits chimiques testés doit atteindre la classe 1.

#### Classes de performance des gants

| Classe | Résistance minimale |
|--------|---------------------|
| 1      | 10 minutes          |
| 2      | 30 minutes          |
| 3      | 60 minutes          |
| 4      | 120 minutes         |
| 5      | 240 minutes         |
| 6      | 480 minutes         |



### 3.3.3.3 Chaussures et bottes

On attend des chaussures et des bottes, en tant que parties intégrantes de l'équipement de protection individuelle, qu'elles tiennent bien au pied et offrent une certaine protection contre des impacts mécaniques. Dans le contexte de la protection NBC, sont importantes non seulement la tenue du pied et la solidité mécanique, mais aussi la résistance aux produits chimiques.

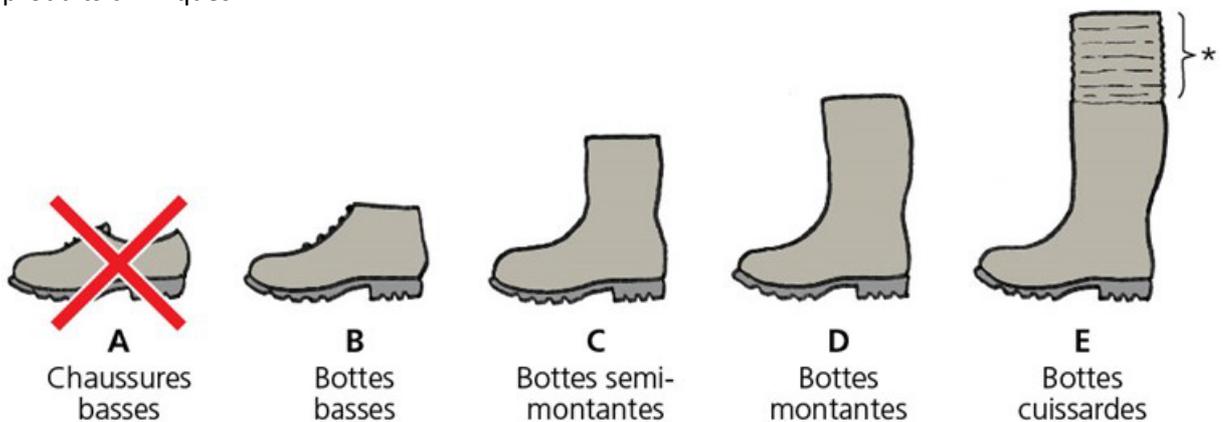
Suivant le matériau qui les compose, on distingue en général deux classes de bottes et chaussures :

- **Classe I** Chaussures en cuir ou autre matériau
- **Classe II** Chaussures tout caoutchouc ou tout polymère

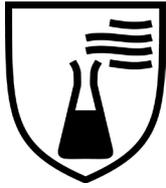
En fonction de leur forme ou de la hauteur de la botte, les chaussures ou les bottes sont classées dans les formes A à E. Les chaussures basses de forme A ne doivent pas être utilisées comme protection contre les produits chimiques.



Classes de résistance selon le matériau et la forme de la chaussure



\*Le type E est une botte montante (type D) à tige prolongée par un matériau mince et étanche dont la longueur peut être réduite pour permettre une adaptation individuelle.



*Chaussures de protection contre les produits chimiques [EN 13832]*

Les chaussures destinées à la protection contre les produits chimiques peuvent être marquées du pictogramme correspondant. L'utilisation du pictogramme n'est toutefois pas obligatoire. Une distinction est effectuée entre les chaussures résistantes ou hautement résistantes aux produits chimiques :

- **Les chaussures résistantes aux produits chimiques** [EN 13832-2] protègent les pieds et les jambes (bottes) du contact par **projections**. Elles peuvent être confectionnées en **différents matériaux** ou en un assemblage de matériaux (classe I et II). Le cuir n'est toutefois pas admis pour les semelles. Les chaussures présentent une résistance à la dégradation vis-à-vis de **2 produits chimiques** au moins.
- **Les chaussures hautement résistantes aux produits chimiques** [EN 13832-3] protègent les pieds et les jambes (bottes) du contact par des **liquides**. Elles sont entièrement constituées en **caoutchouc ou en polymères** (classe II) et présentent une résistance à la dégradation vis à vis de **3 produits chimiques** au moins. Par ailleurs, elles sont résistantes à la **perméation** des produits chimiques testés. En fonction de la durée **minimale de résistance** avant pénétration des produits chimiques, on distingue 5 niveaux de performance :

Niveau de performance des chaussures et des bottes

| Niveau de performance | Résistance minimale |
|-----------------------|---------------------|
| 1                     | 2 heures            |
| 2                     | 4 heures            |
| 3                     | 6 heures            |
| 4                     | 24 heures           |
| 5                     | 32 heures           |

Exigences particulières pour les interventions des sapeurs-pompiers



*Chaussures pour pompiers [EN 15090]*

Les chaussures des sapeurs-pompiers doivent satisfaire à des exigences dictées par le type d'intervention (p. ex. lutte contre le feu) et les effets qui y sont liés. Les chaussures destinées aux pompiers peuvent appartenir à la classe I ou II. Elles sont classées dans les types suivants :

- **Type 1**: convient aux prestations d'assistance technique générale
- **Type 2**: modèle de protection de base lourd pour l'utilisation lors d'incendies de tout genre et des interventions de l'intérieur
- **Type 3**: version de protection spéciale pour une utilisation en cas de dangers exceptionnels. Il s'agit toujours de chaussures à haute résistance chimique. Chaussures tout caoutchouc ou tout polymère de classe II. Les chaussures de type 3 sont marquées "CH". Elles peuvent être portées avec les **tenues de protection chimique de type 1a/1b-ET**.

### 3.3.3.4 Protection oculaire et faciale

Lorsque les yeux ne sont protégés ni par un appareil de protection respiratoire, dans le cas d'un masque complet, ni par des parties du vêtement de protection (p. ex. une cagoule), il convient au besoin de recourir à un appareil de protection oculaire. Les lunettes de protection et les écrans faciaux sont utilisés pour se préserver des projections et des éclats ou des rayonnements optiques. La protection NBC porte essentiellement sur les liquides (gouttes et projections), les aérosols (particules fines) et les gaz [EN 166]: Il existe trois catégories d'appareils de protection oculaire:

La protection NBC concerne les liquides, les aérosols et les gaz.

#### Lunettes à branche

Les verres de ces lunettes sont fixés sur une monture dotée de branches, portant éventuellement une protection latérale. Les lunettes à branches protègent exclusivement contre les éclats et ne jouent par conséquent aucun rôle dans la protection NBC.



#### Lunettes-masque

Les lunettes-masque sont appliquées sur le visage et enferment hermétiquement la région oculaire. Elles protègent des éclats, gouttes et poussières grossières ainsi que des gaz et des particules fines.



#### Écrans faciaux

L'écran facial couvre le visage entièrement ou en grande partie. Il est généralement maintenu en place par un bandeau frontal, une protection frontale, un casque, une cagoule ou autre. On y recourt surtout pour se protéger des éclaboussures.



Les lunettes-masque protègent les yeux contre une multitude de dangers.

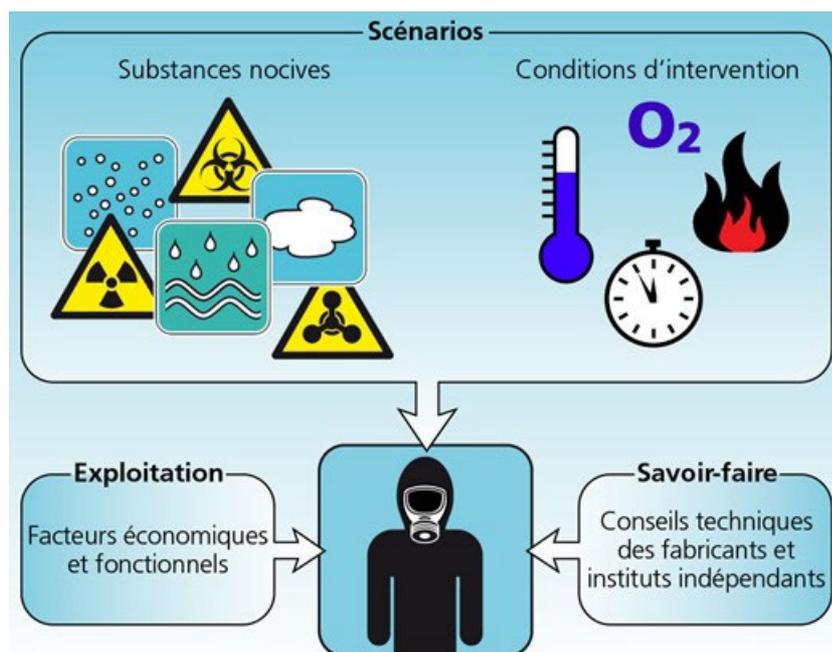
| Protection contre       |  Lunettes à branches |  Lunettes-masque |  Écran facial |
|-------------------------|---|---|--|
| Particules              | ✓   | ✓   | ✓  |
| Gouttes                 | ✗   | ✓   | ✗  |
| Éclaboussures           | ✗   | ✗   | ✓  |
| Poussières grossières   | ✗   | ✓   | ✗  |
| Gaz et poussières fines | ✗   | ✓   | ✗  |

## 4 Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

### 4.1 Évaluation et acquisition

Nombreux sont les critères applicables à l'évaluation et à l'acquisition de l'équipement de protection individuelle. Il convient de tenir compte non seulement des aspects techniques de la protection NBC et des domaines d'intervention possibles, mais aussi des particularités du fonctionnement et de l'organisation ainsi que des aspects de la formation.

Faire appel à des spécialistes



Au stade de l'évaluation, il peut s'avérer utile de faire appel aux **connaissances techniques** et à l'expérience des fabricants et/ou spécialistes. Le Laboratoire de Spiez dispose de spécialistes reconnus et indépendants dans les domaines de la protection NBC individuelle et collective.

#### 4.1.1 Scénarios d'intervention

Les scénarios décrivent la nature et les concentrations des substances nocives ainsi que les conditions.

L'évaluation se fonde sur les **scénarios** d'utilisation de l'ÉPI. Les scénarios possibles doivent être analysés et définis de manière exhaustive. Les scénarios sur lesquels se base l'évaluation doivent tenir compte non seulement des substances nocives prévisibles, mais aussi des conditions d'intervention (espace, conditions ambiantes) avec les influences physiologiques et psychologiques possibles.

- Nature et concentrations des substances NBC (radionucléides, produits chimiques, agents biologiques)
- Formes sous lesquelles se présentent les substances NBC (particules/aérosols, liquides, gaz/vapeurs)
- Conditions régnant sur les lieux de l'intervention (température, air ambiant, espace, teneur en oxygène, etc.)
- Forces d'intervention (contraintes et endurance physiologique et psychique, forme physique, formation, etc.)

## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

Les scénarios possibles, et notamment les dangers prévisibles, influencent alors le choix des différents composants de l'ÉPI.

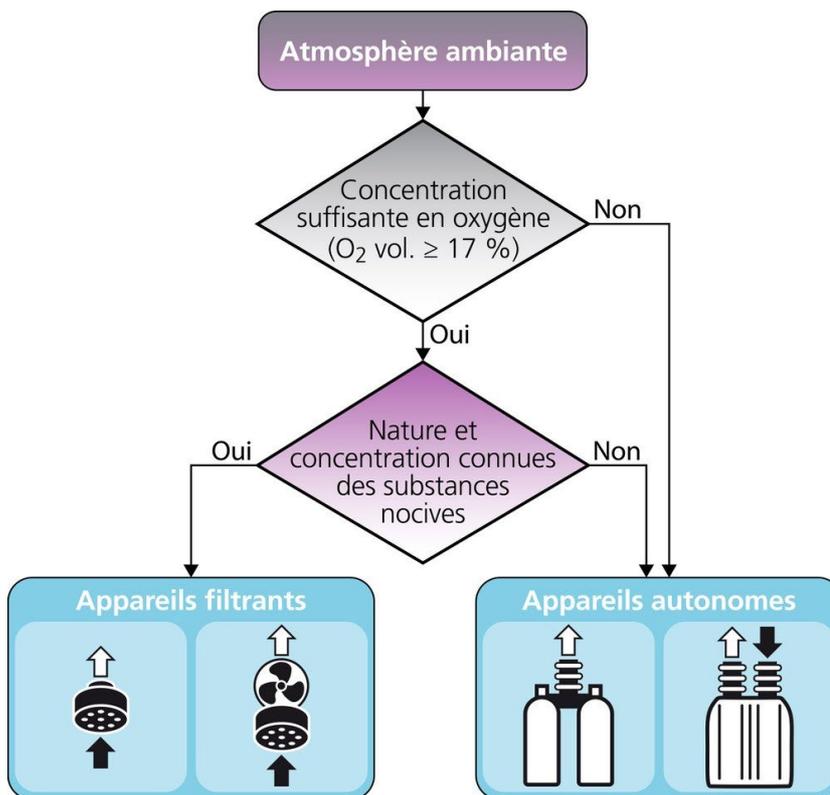
### 4.1.1.1 Choix de la protection respiratoire

La protection respiratoire est prioritaire ("la protection respiratoire prime sur la protection cutanée"), raison pour laquelle le choix du système d'alimentation en air respirable revêt une importance fondamentale.

L'alimentation en air respirable via des **appareils filtrants** ne peut être envisageable que si les conditions suivantes sont réunies :

- La **teneur volumique d'oxygène** dans l'air ambiant doit suffire à la respiration ( $O_2 \geq 17 \text{ Vol.}\%$ ). Cela peut ne pas être garanti lors d'incendies, notamment.
- La **nature** et la **concentration** des **substances nocives** dans l'air ambiant doivent être connues afin d'utiliser les classes et types de filtres antigaz adéquats.

Si ces deux conditions ne sont pas remplies, des **appareils isolants (autonomes)** doivent être utilisés pour l'alimentation en air respirable.



Conditions régissant l'utilisation d'appareils filtrants

Pour les appareils de filtration se pose en outre la question du type de filtre à utiliser. Comme décrit au chapitre 3.2.3.3, il existe différents types de filtres antigaz qui peuvent être combinés entre eux. Cette possibilité se fait toutefois au détriment du poids et des dimensions du filtre. C'est pourquoi il peut s'avérer judicieux, en cas de danger connu, de choisir le type de filtre de manière sélective. Par exemple, en cas de risque radioactif, il est peu recommandé d'utiliser un filtre à particules en combinaison avec un filtre antigaz de type ABEK, car le risque provient des particules et les gaz radioactifs (p. ex. le radon) qui ne sont pas retenus par le filtre antigaz.

Filtre antigaz contre les substances ayant un comportement chimique similaire

|                        |  |
|------------------------|--|
| Gaz organiques         | Filtre antigaz de type A<br> |
| Gaz inorganiques       | Filtre antigaz de type B<br> |
| Gaz acides             | Filtre antigaz de type E<br> |
| Gaz ammoniac + dérivés | Filtre antigaz de type K<br> |

#### 4.1.1.2 Choix de la protection cutanée

Comme pour la protection respiratoire, le choix de l'ÉPI pour la protection cutanée dépend en premier lieu du danger. Comme présenté au chapitre 3.3.2, il existe des tenues de protection contre différentes formes de dangers. Le degré de protection influe sur la charge physique du porteur et donc sur la durée d'utilisation. Plus le degré de protection des vêtements est élevé, plus l'effort physique est important et donc plus la durée d'utilisation est courte. En cas de dangers inconnus (substance ou concentration), il convient de choisir un ÉPI avec le degré de protection le plus élevé, c'est-à-dire une tenue de protection chimique de type 1, afin de clarifier le danger dans une première phase.

#### 4.1.2 Autres facteurs d'évaluation

Prendre en compte les facteurs fonctionnels et économiques ainsi que les aspects de la formation

Certains facteurs – interdépendant – tant **fonctionnels qu'économiques**, sont aussi déterminants au moment de l'évaluation et de l'acquisition d'ÉPI. Il est important de garder à l'esprit que les différents éléments de l'ÉPI sont disponibles dans plusieurs tailles et qu'il n'existe donc pas de solution universelle pour tous les porteurs potentiels d'ÉPI.

Concernant les modes de fonctionnement, il faut spécialement relever, outre la gestion en soi de l'équipement de protection, les aspects liés à la **formation**. La comparaison suivante illustre à titre d'exemple l'influence que joue la formation sur le choix de l'équipement de protection. Alors que la formation sur les appareils filtrants est relativement simple, celle sur les appareils isolants et, surtout, sur les appareils respiratoires isolants à circuit fermé, requiert un travail beaucoup plus soutenu.

## 4.2 Précisions concernant la formation

### 4.2.1 Formation théorique et pratique

La formation tant théorique que pratique est déterminante pour permettre une utilisation sûre et optimale de l'équipement de protection individuelle. Seules les personnes qui connaissent le principe de protection et les performances de l'équipement de protection et qui les ont testées dans des **conditions d'engagement réelles** sont en mesure d'utiliser l'ÉPI à bon escient et d'accomplir leur mission face à la menace d'une substance NBC.

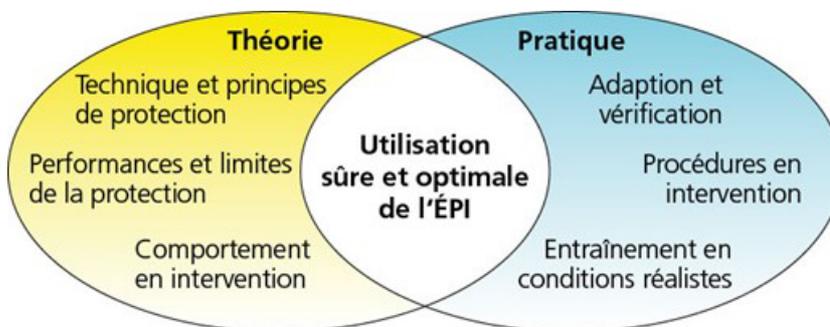
**Formation théorique et pratique indispensable pour la sécurité durant l'intervention**

Dans le cadre de la **formation théorique**, il conviendrait notamment d'aborder les domaines suivants :

- Fonctionnement de l'équipement de protection (principes et techniques de protection)
- Dangers ainsi que performances et limites en matière de protection
- Comportement durant l'intervention (situations extraordinaires, défectuosité de l'ÉPI, mettre et enlever l'ÉPI, décontamination, etc.)

La **formation pratique** sert à approfondir les connaissances théoriques acquises et poursuit en priorité les objectifs suivants :

- Adaptation individuelle et vérification de l'équipement de protection
- Procédure en cours d'intervention et entraînement dans des circonstances aussi réalistes que possible



Les sections suivantes contiennent des conseils sur la formation en matière de **protection respiratoire** (4.2.2) et de **protection cutanée** (4.2.3). La formation en matière de protection respiratoire fournit des informations sur l'étanchéité et des indications concernant l'adaptation et la vérification des pièces faciales. Sont aussi évoqués les critères prévalant au moment de sélectionner le type d'alimentation en air respirable et les temps de saturation des filtres. Les conseils prodigués lors de la formation en matière de protection cutanée concernent avant tout l'étanchéité des vêtements de protection, l'étanchéisation au ruban adhésif des raccords et, dans ce contexte, la prévention de l'effet de pompage.

## 4.2.2 Formation dans le domaine de la protection respiratoire

### 4.2.2.1 Étanchéité des pièces faciales

Adaptation individuelle de la pièce faciale

Pour être étanche et protéger, la pièce faciale ou le masque doivent parfaitement adhérer au visage. Cela n'est possible que si le masque est exactement adapté à son utilisateur et que l'étanchéité de la pièce faciale est systématiquement vérifiée.

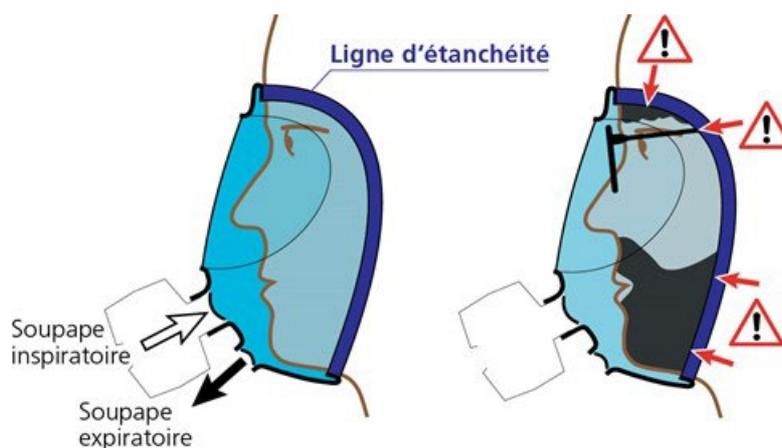
L'étanchéité d'un masque dépend de la forme de la tête, respectivement du visage, et du type de peau de la personne qui le porte. Des fuites peuvent apparaître le long de la ligne d'étanchéité. Cette dernière passe, dans le cas du demi-masque qui couvre la bouche, le nez et le menton, sur l'arête du nez, sur les joues et sous le menton. Dans le cas des masques complets, qui couvrent tout le visage, la ligne d'étanchéité passe sur le front, les joues et sous le menton.

Une adhérence parfaite le long de la ligne d'étanchéité est

Les barbes et les favoris au niveau de la ligne d'étanchéité des masques complets et des demi-masques constituent une entrave permanente au positionnement étanche de la pièce faciale. La forme de la tête ou de profondes cicatrices peuvent également réduire l'étanchéité.

En cas de port du masque complet, il faut aussi veiller à l'absence de cheveux sur le front, à l'endroit où passe la ligne d'étanchéité. Les lunettes à branches ne sont pas appropriées pour le port du masque complet. Les porteurs de lunettes peuvent en général insérer des clips avec verres correcteurs dans le masque.

Cheveux, poils et lunettes peuvent réduire l'étanchéité.



## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

### 4.2.2.2 Adaptation et vérification des masques de protection

Le positionnement étanche de la pièce faciale et le bon fonctionnement du masque déterminent l'effet protecteur de ce dernier. Il importe par conséquent de toujours adapter avec grand soin le masque de protection et de vérifier son positionnement étanche et son bon fonctionnement (par ex. : soupape, membrane vocale). La vérification peut se faire au moyen de méthodes qualitatives ou quantitatives.

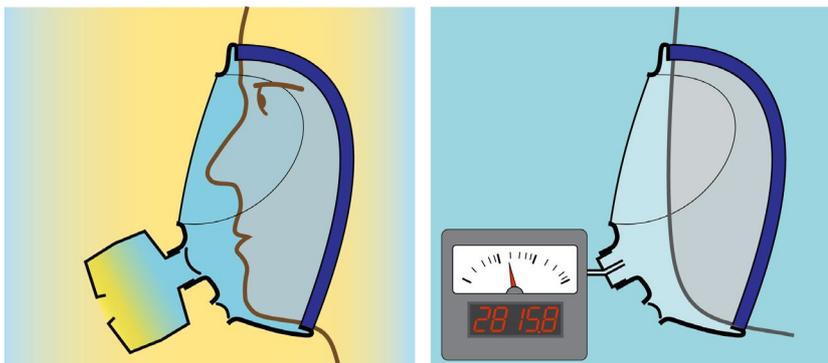
Les **méthodes qualitatives** se basent sur la perception sensorielle. La personne testée portant le masque muni d'un filtre adéquat (il peut s'agir d'un filtre d'exercice valable) est soumise à un air ambiant enrichi de substances odorantes, sapides ou irritantes. L'étanchéité est démontrée lorsqu'une certaine valeur seuil n'est pas franchie et que la personne testée ne perçoit pas la substance en question. Se fondant sur une perception subjective et variable d'un individu à l'autre, cette méthode relativement simple n'est pas très précise. Comme certaines personnes ne sentent pas, par exemple, l'acétate d'isopentyle (huile de banane) ou sont insensibles aux gaz lacrymogènes (CS), il convient de s'assurer que la personne testée est réellement en mesure de percevoir la substance test employée. En raison de leur simplicité, de telles méthodes permettent de vérifier la bonne position juste avant l'utilisation.

Les **méthodes quantitatives** mesurent physiquement les fuites des pièces faciales. La différence de pression ou de concentration (d'aérosols p. ex.) entre l'intérieur et l'extérieur du masque peut être mesurée très précisément. Même avec des masques ayant un facteur de protection >2 000 (cf. 3.2.2.2), des fuites peuvent être mises en évidence, alors que les tests qualitatifs ne sauraient les détecter. De telles mesures s'avèrent donc nécessaires au stade de l'**adaptation individuelle** du masque afin d'optimiser la protection. Dans le cadre de l'entretien (maintenance) ou après une intervention, la **vérification du fonctionnement** des masques peut aussi s'effectuer efficacement à l'aide de têtes de test ou de plastique.

Vérification du positionnement et contrôle de fonctionnement

Perception subjective des substances odorantes, sapides ou irritantes

Détermination objective et métrologique des fuites



Perception subjective et mesure objective

Méthodes qualitatives et quantitatives de vérification des masques de protection

| Méthodes qualitatives  | Méthodes quantitatives   |
|--|--|
| Perception sensorielle des substances odorantes, sapides ou irritantes par les sens de l'être humain   | Mesure des différences de pression, de concentrations de gaz ou d'aérosol à l'aide de moyens/instruments de mesure   |
| Perception olfactive de l'acétate d'isopentyle <i>Test IPA</i><br>Perception gustative d'une solution de saccharine<br>Perception d'une irritation par un irritant lacrymal (gaz CS) <i>Test CS</i>  | Mesure des différences de pression sur têtes de test/de plastique<br>Mesure des aérosols avec la méthode PortaCount (Laboratoire de Spiez)   |
| Méthodes simples, mais comparativement peu précises, permettant uniquement la détermination de valeurs seuils<br>Différences de perception d'une personne à l'autre, certaines identifiant mal ou pas du tout les substances odorantes, sapides ou irritantes. | Méthodes de laboratoire susceptibles de détecter des fuites même faibles et subjectivement non identifiables<br>Idéal pour l'optimisation de la protection lors de l'adaptation individuelle du masque |

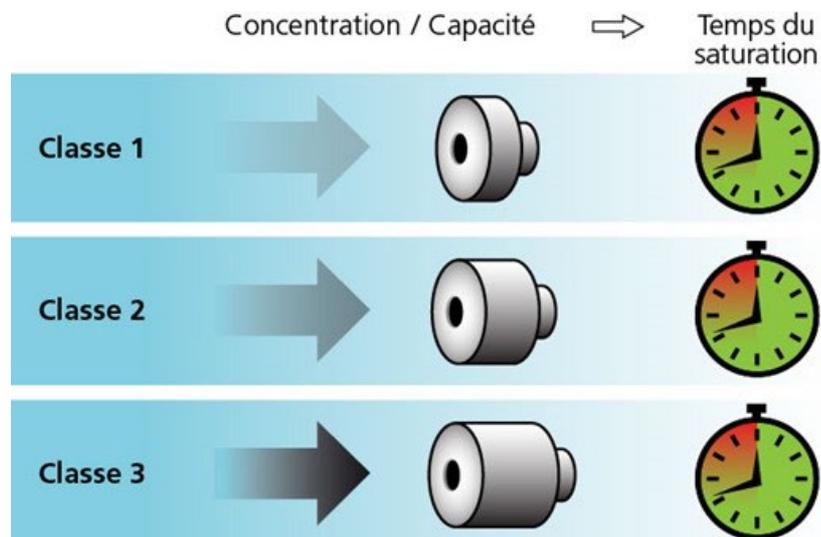
4.2.2.3 Temps de saturation des filtres

Conc. x durée = capacité

Le temps de saturation d'un filtre (ou temps de claquage) dépend fondamentalement de sa capacité, soit de sa faculté d'adsorber un gaz. Par rapport aux filtres de la classe 1, ceux de la classe 2 ont une capacité environ cinq fois supérieure et ceux de la classe 3 approximativement quinze fois plus grande (cf. aussi 3.2.3.3). La durée de saturation possible du filtre est certes liée au pouvoir adsorbant vis-à-vis du gaz, mais aussi et surtout à la concentration de substances nocives.

Il est possible d'estimer mathématiquement la capacité d'un filtre du fait qu'elle est en principe le produit de la concentration de gaz par le temps de saturation.

Le temps de saturation peut être estimé par le quotient de la capacité du filtre par la concentration de gaz.



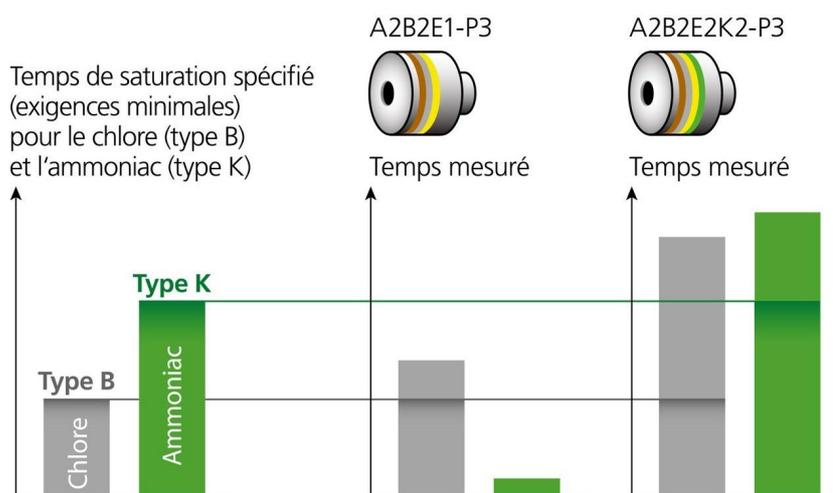
## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

Les durées minimales de saturation exigées selon la norme EN 14387 se fondent sur des essais conduits dans des conditions de laboratoire constantes. Étant donné que, dans la pratique, les conditions d'utilisation sont influencées de manière déterminante par de nombreux facteurs et que ces conditions ne sont souvent pas connues lors d'une utilisation, les durées de saturation selon EN 14387 ne doivent pas être considérées comme des temps d'utilisation. En outre, les temps de claquage des filtres varient d'un fabricant à l'autre. On peut estimer en règle générale que la durée minimale d'utilisation des filtres antigaz est de **30 à 60 minutes**.

L'illustration suivante montre les durées de saturation d'un filtre destiné aux **toxiques chimiques de combat (CWA)** et d'un filtre ABEK destiné aux **produits chimiques industriels toxiques (TIC)** pour une exposition au **chlore** et à l'**ammoniac**. Les exigences minimales selon la norme EN 14387 ainsi que les durées de saturation des filtres mesurés en laboratoire conformément à la norme y sont indiquées. On voit que le filtre CWA n'offre pas de protection contre l'ammoniac, contrairement au filtre ABEK.

Les temps de claquage déterminés en laboratoire ne doivent pas être considérés comme des temps d'intervention.

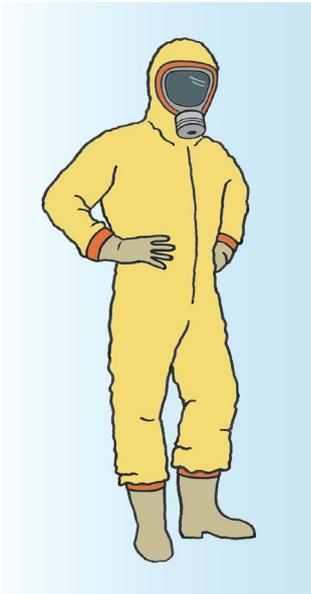
Règle générale:  
Durée minimale d'utilisation de 30 à 60 minutes



Durées de saturation exigées et mesurées pour le chlore et l'ammoniac (filtres: SF90 et ABEK-SF04)

### 4.2.3 Éléments de formation dans le domaine de la protection cutanée

#### 4.2.3.1 Étanchéité des vêtements de protection



Vêtement de protection scotché aux raccords par un ruban adhésif

Pour la protection cutanée, l'étanchéité des vêtements de protection est déterminante. Elle dépend d'une part de la capacité des substances NBC à pénétrer le matériau du vêtement de protection par pénétration et/ou perméation (cf. 3.1.2). Le facteur de protection global dépend également de l'étanchéité des jointures entre les différentes parties du vêtement de protection. Cela concerne en particulier les jointures suivantes :

- Capuchon (vêtement de protection) – **masque** (pièce faciale)
- Veste et plus précisément manches (vêtement de protection) – **gants**
- Pantalons ou jambes de pantalons (vêtement de protection) – **bottes**

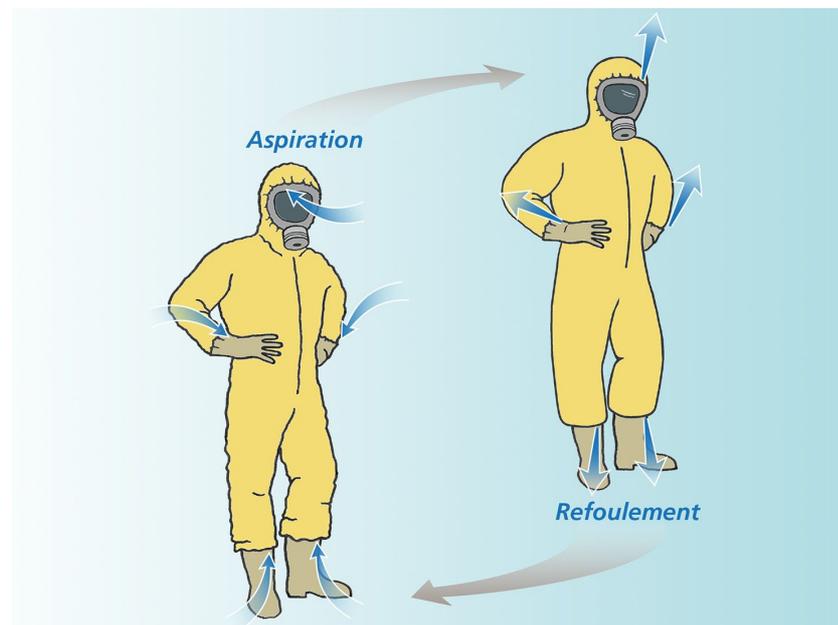
Avant l'intervention, l'étanchéité des jointures et fermetures éventuelles sera améliorée voire assurée à l'aide d'un ruban adhésif résistant aux produits chimiques.

Pour déterminer le facteur de protection global, il existe la méthode d'essai MIST (Man-In-Simulant Test), dans laquelle le système de protection est testé au moyen d'une substance stimulante (par ex. salicylate de méthyle).

#### 4.2.3.2 Effet de pompage

Outre l'amélioration de l'étanchéité du vêtement de protection, le ruban adhésif empêche ou réduit également l'effet dit de "pompage". Il s'agit du "pompage" qui se produit lorsque le volume de la tenue varie en fonction des mouvements de l'utilisateur. Lors de la réduction du volume ou compression, l'air s'**échappe** de l'intérieur de la tenue par ses orifices. Une augmentation consécutive du volume entraîne une **aspiration** de l'air extérieur, éventuellement contaminé.

Effet de pompage en cas de raccords non scotchés



## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

L'effet de pompage peut être renforcé, notamment lorsque les vêtements de protection ont été confectionnés à partir de matériaux imperméables, ce qui réduit notablement, voire annule purement et simplement, leurs performances protectrices.

Un vêtement de protection bien ajusté permet de réduire l'effet de pompage. Il facilite en outre le travail.

**Un vêtement de protection bien ajusté réduit l'effet de pompage.**

**Effet de pompage renforcé avec les matériaux imperméables**

### 4.3 Précisions concernant l'utilisation

Pour garantir une protection optimale, il importe tout particulièrement d'observer les règles et précautions suivantes au moment d'utiliser l'équipement individuel :

- N'utiliser que du matériel de protection prêt à l'usage
- Scotcher les jointures à l'aide d'un ruban adhésif
- Vérifier le bon fonctionnement et l'étanchéité de l'équipement de protection

#### 4.3.1 Matériel de protection

Il convient de toujours utiliser du matériel de protection neuf ou bien entretenu, contrôlé et entreposé. On ne recourra en aucun cas à du matériel qui n'est pas en parfaite condition d'utilisation et porte la mention correspondante "*pas prêt à l'emploi*" (cf. aussi 4.4.2). Lors d'une intervention, on veillera à utiliser toujours des **filtres antigaz neufs conservés dans leur emballage hermétique** et dont la date de péremption n'a pas été dépassée.



Pour des raisons de confort et d'hygiène, il est recommandé de porter des gants en coton sous les gants de protection en caoutchouc. Le coton absorbe la transpiration et empêche d'éventuelles réactions allergiques au caoutchouc.

Des gants plus stables contre les risques mécaniques pourront être portés sur ceux en caoutchouc.



#### 4.3.2 Vérifier le bon fonctionnement et l'étanchéité

##### Contrôle avant l'utilisation

Avant l'utilisation, il convient de contrôler le bon fonctionnement et l'étanchéité de l'équipement de protection. Les points suivants doivent alors être observés :

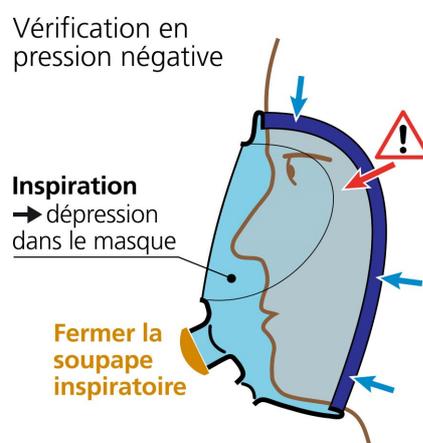
- Toutes les fermetures fermées
- Détériorations telles que cassures, fissures, trous, etc.
- Cheveux ou poils coincés sous la ligne d'étanchéité du masque
- Bon positionnement des sangles du masque
- Fixation de ruban adhésif complet et étanche aux raccords
- Étanchéité du masque ⇨ contrôle de la pièce faciale

##### Contrôle de la pièce faciale

L'étanchéité du masque se vérifie en créant, par la respiration, une pression négative ou positive dans le masque. Pour ce faire, on peut par exemple se servir de la paume de la main pour obstruer la soupape inspiratoire.

##### Pas d'air entrant dans le masque

- La **vérification de la pression négative** s'effectue en bouchant le raccord d'alimentation en air respirable (par ex.: pour le filtre) à la hauteur de la soupape inspiratoire. Pour créer la pression négative dans le masque, on inspirera profondément et retiendra sa respiration. Le masque est étanche si l'air n'entre pas par le bord du masque et que la pression négative se maintient.



Comme mesure supplémentaire pour améliorer potentiellement l'étanchéité du masque, on peut, avant le contrôle, fermer la soupape expiratoire avec la paume de la main et expirer fortement. Le masque se soulève alors légèrement du visage et les éventuelles substances nocives qui s'y trouvent s'en échappent. Comme le masque s'adapte généralement mieux au visage lorsqu'il est refermé, il en résulte une meilleure étanchéité.

Les tests avec des substances odorantes, comme l'acétate d'isopentyle (voir 4.2.2.2), constituent une alternative ou une méthode supplémentaire pour vérifier l'étanchéité du joint.

### 4.3.3 Comportement pendant l'utilisation

Il est possible de diminuer les risques d'une intervention en agissant de manière réfléchie et contrôlée. Il y a lieu en particulier d'éviter de toucher (saisir) inutilement des objets et, en particulier, d'entrer en contact avec des liquides. Autre chose à éviter : la dissémination incontrôlée de substances nocives par le biais des chaussures et des gants contaminés ainsi que de déplacements inutiles.

En agissant dans le calme, il est par ailleurs plus facile de garder un œil sur la dangerosité de la situation et de percevoir les changements pour y répondre adéquatement.

Si, en raison de la sollicitation physique et/ou psychique, le porteur de l'ÉPI se sent mal ou est frappé de panique, il doit quitter immédiatement la zone dangereuse (contaminée) sous accompagnement.

Agir avec calme et prudence

Éviter le contact avec les liquides

Aucune dissipation de substances nocives

En cas de difficultés, quitter la zone dangereuse sous



#### 4.3.4 Procédure après l'utilisation

##### 4.3.4.1 Règles

À la fin de l'intervention, l'équipement de protection individuelle (ÉPI) est **décontaminé, enlevé et ramassé et stocké** en observant les règles suivantes :

Pas de mise en danger par les substances nocives

Aucune dissipation de substances nocives

- Les substances nocives adhérant aux équipements de protection individuelle et/ou à tout autre matériel utilisé ne doivent mettre en danger ni les forces d'intervention, ni les auxiliaires engagés en dehors de la zone contaminée.
- Il faut éviter la dissémination et propagation (diffuse) de substances nocives par le biais des équipements de protection et/ou des moyens et du matériel utilisés pour la décontamination.

Il importe finalement d'éviter la dissémination et la propagation incontrôlées de substances nocives pour réduire au minimum les risques que peuvent encourir les personnes.

Observer des règles dans toutes les activités

| Activités après l'utilisation                      | Règles   |   |
|--|--|---|
|  | Aucune mise en danger par les substances nocives             | Aucune dissipation de substances nocives                      |
| Décontaminer l'ÉPI (décontamination des personnes) | ÉPI pour auxiliaires   | Contrôle de l'eau de lavage et du matériel de décontamination |
| Ôter l'ÉPI   | ÉPI pour auxiliaires<br>Étapes successives et endroit séparé | Activités dans des endroits clairement délimités              |
| Récolter/Déposer l'ÉPI                             | ÉPI pour auxiliaires   | Manipulation coordonnée des ÉPI                               |

##### 4.3.4.2 Décontamination de l'ÉPI

La direction de l'intervention exécute la décontamination

Au stade de la décontamination des personnes, après l'intervention, l'ÉPI est nettoyé au jet, lavé et brossé. La décontamination dépend de l'utilisation et de la contamination des forces d'intervention. Elle doit être ordonnée, coordonnée et dirigée par la direction de l'intervention.

Les auxiliaires engagés à cette tâche doivent disposer d'un équipement de protection adéquat pour ne pas s'exposer aux dangers issus des substances nocives. Il faut en outre veiller à ce que les substances nocives ne soient pas disséminées via l'eau et/ou le matériel de nettoyage (brosses, etc.) utilisés pour la décontamination.

## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

### 4.3.4.3 Ôter l'ÉPI

L'ÉPI s'enlève dans un ordre précis (étapes successives) et dans des zones différentes. Les différents éléments de l'équipement de protection doivent s'enlever dans l'ordre suivant :

La première étape consiste à retirer les rubans adhésifs. Enlever ensuite les bottes (éventuellement les surbottes). Il faut s'assurer que les passages traversés les bottes aux pieds, donc éventuellement contaminés par les substances nocives ayant adhéré aux chaussures, ne sont plus empruntés.

Se servir des gants pour ôter la tenue. Enlever ensuite précautionneusement les gants en veillant à ne pas toucher avec les mains l'extérieur contaminé. Il est possible de retourner les manchettes des gants pour les saisir de l'intérieur. Un auxiliaire protégé peut aussi se charger de retirer les gants.

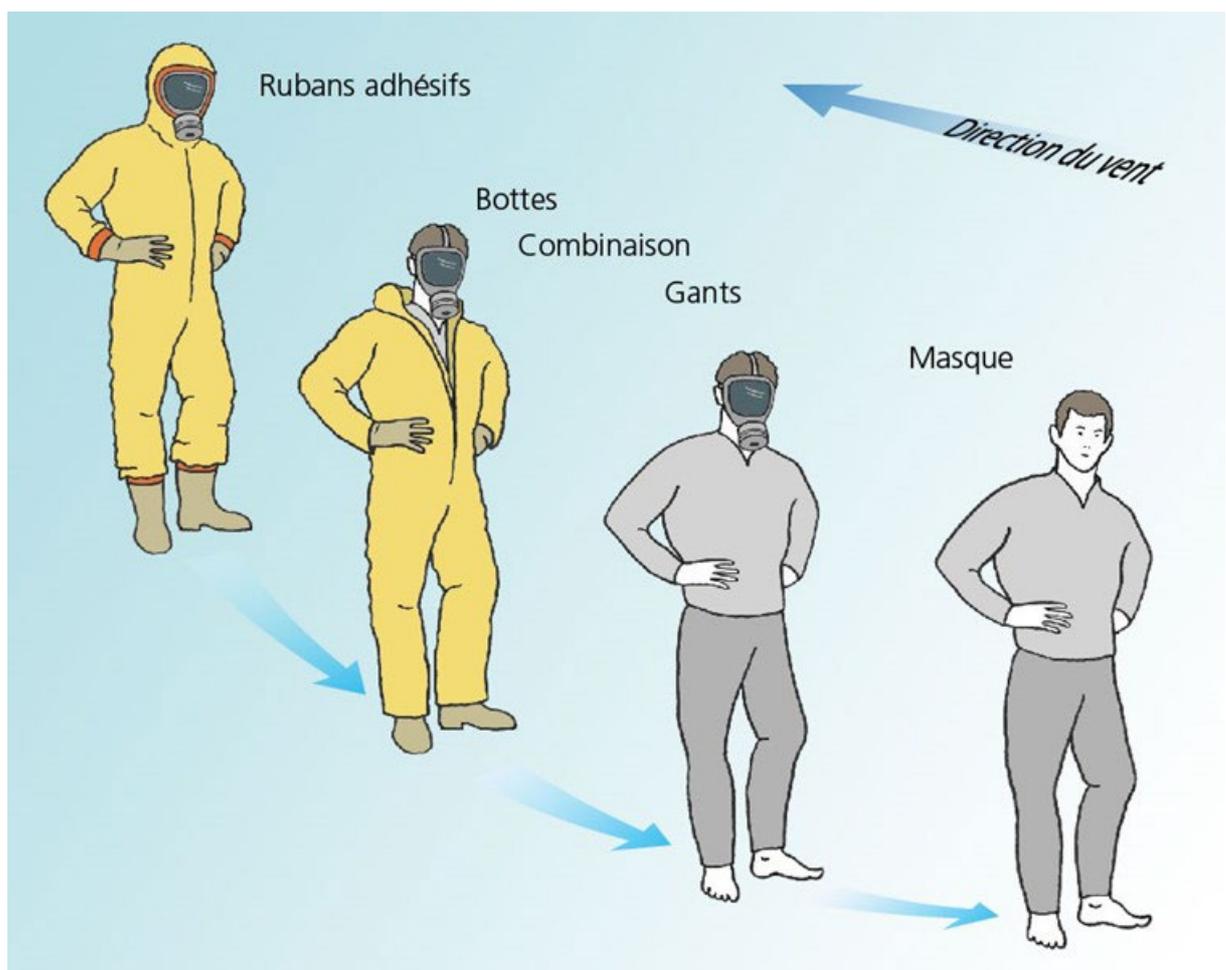
Le **masque de protection s'enlève toujours en dernier** et dans une zone spécifique pour éviter d'inhaler des substances nocives désorbées des vêtements de protection. Pour la même raison, il faut tenir compte de la direction du vent quand la combinaison est enlevée en plein air.

**Retrait de l'ÉPI par étapes successives et dans des endroits différents**

**Ne plus se rendre sur les aires contaminées par les polluants transportés par les chaussures**

**Ne pas saisir les gants par la face extérieure**

**Toujours enlever le masque de protection en dernier**



Les **tenues jetables** notamment peuvent s'ouvrir et s'enlever quasiment sans danger à l'aide d'un instrument tranchant appliqué par un auxiliaire au niveau des épaules et du dos.

**Ouverture des combinaisons jetables**

**Ne tenir le masque que par les sangles**

**Ne pas toucher l'extérieur du masque ni le filtre**

Le **masque de protection** ne s'enlève qu'en dernier lieu, si possible avec l'aide d'un auxiliaire portant des gants. À remarquer que la partie extérieure du masque et le filtre peuvent être contaminés, contrairement aux sangles ou au filet de tête, qui étaient protégés par le capuchon de la tenue ou de la veste. C'est pourquoi il convient de saisir le masque uniquement par les sangles. Une fois desserrées, on les agrippe puis les tire vers l'avant par-dessus la tête. Tenir le masque par le filtre et le tirer vers l'arrière est une méthode à proscrire.

**Retirer le masque de protection**



**Après son utilisation, l'équipement de protection peut être contaminé.**

⇒ **Manipulation avec ÉPI**

⇒ **Élimination dans les règles de l'art**

#### 4.3.4.4 Récolte et entreposage de l'ÉPI

Les équipements de protection utilisés, une fois enlevés, doivent être manipulés soigneusement et précautionneusement en raison de leur contamination potentielle. Ainsi les personnes qui vont les rassembler, décontaminer, entreposer et éliminer doivent-elles également porter un ÉPI.

Les composants de l'équipement de protection ne pouvant pas être réutilisés (filtres, gants, tenues jetables) doivent être éliminés dans les règles de l'art. Les équipements de protection qui sont réutilisés doivent être décontaminés, remis en état (4.4.2) et correctement stockés (4.4.3).

## 4.4 Précisions concernant la gestion

### 4.4.1 Aperçu

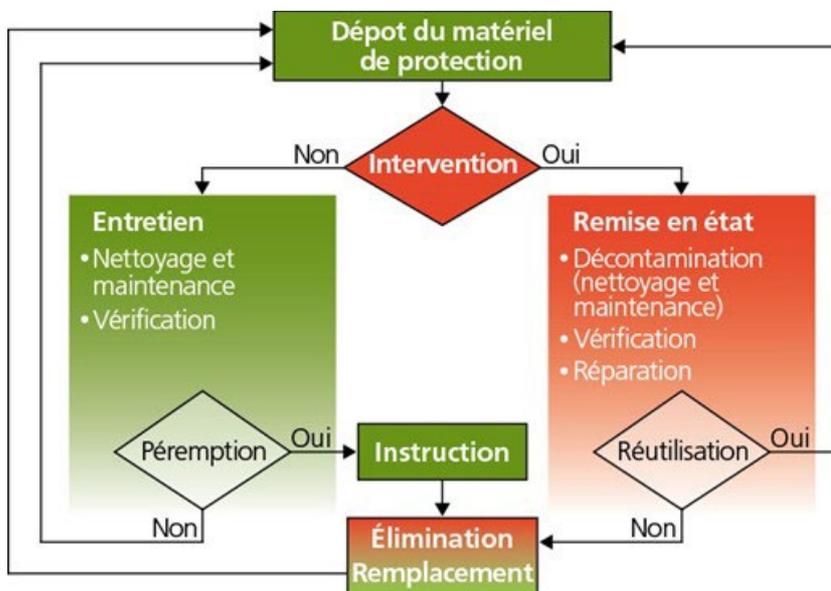
La gestion des équipements de protection comprend l'**entreposage**, l'**entretien** et la **remise en état** après une utilisation. A ce sujet, respecter les indications du fabricant concernant les dates de péremption, le nettoyage et la maintenance du matériel.

Par entretien on entend, outre le nettoyage et la réfection, la vérification périodique du matériel de protection stocké. Les éléments, tels les filtres, dont la date de péremption est dépassée seront exclus des interventions d'urgence et marqués de manière claire et univoque. Il est cependant permis de les utiliser à des fins de formation.

La remise en état des équipements de protection après une utilisation s'étend de la décontamination au contrôle de fonctionnement et à la réparation éventuelle. Le matériel devenu inutilisable doit être éliminé de façon appropriée et remplacé si nécessaire.



Si sa date de péremption est dépassée, n'utiliser le matériel que pour la formation.



Gestion de l'équipement de protection

### 4.4.2 Remise en état

Lors de la remise en état de l'équipement de protection NBC après une utilisation, il faut généralement partir du principe qu'il est contaminé. Le matériel de protection réutilisable doit donc être décontaminé et remis en état. Les composants ne pouvant être réutilisés doivent être éliminés en bonne et due forme.

Voici une liste du matériel de protection à ne pas réutiliser après une utilisation et qu'il faudra par conséquent éliminer, voire remplacer :

- Les **filtres antigaz utilisés** doivent systématiquement être éliminés. Leur élimination dans les règles de l'art est cruciale, car les substances nocives adsorbées par le filtre sont susceptibles de se dégager. Il convient également d'éliminer les **filtres antigaz mouillés** qui restent inutilisables même après avoir séchés.
- Les tenues **jetables** et les **gants** doivent si possible être remplacés.

Après une utilisation, l'ÉPI est probablement contaminé.

Éliminer les filtres utilisés et mouillés

## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

Le matériel de protection réutilisable doit être décontaminé, contrôlé, remis en état, nettoyé et entretenu avant son entreposage.

Les substances nocives peuvent désorber pendant longtemps.

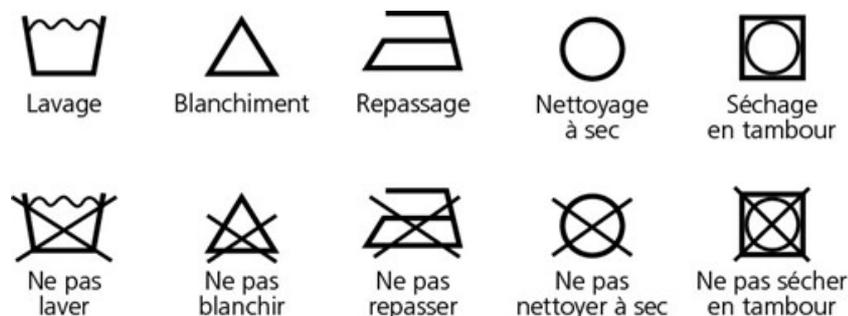
- Il faut veiller, durant la **décontamination**, à ne pas disséminer les substances nocives adsorbées par l'équipement de protection. Les substances nocives adsorbées par les matériaux pouvant se disperser (résorption) durant plusieurs jours, il est important d'**aérer** longuement et efficacement les tenues de protection par exemple.
- La remise en état après contamination comprend aussi bien la **substitution** des composants éliminés (tels que les filtres antigaz) que le remplacement des matériaux et substances utilisés (par ex. remplissage d'air respirable pour l'APR, rechargement des accumulateurs). Les équipements de protection qui n'ont pas été soumis à cette procédure ne sont pas prêts à être utilisés, état qui doit être clairement signalé.
- Font aussi partie de la remise en état de l'équipement de protection après utilisation la **vérification** et, au besoin, les **réparations**. Il y a lieu en particulier de contrôler si les pièces faciales ont des fuites ou si les vêtements de protection sont endommagés (déchirures, trous, etc.). Les équipements de protection défectueux ne sont pas prêts à être utilisés et doivent être signalés comme tels.
- Pour l'**entretien** et le **nettoyage** des équipements de protection, il convient de respecter les instructions d'utilisation, d'entretien et de lavage du fabricant, qui sont également déterminantes pour la maintenance (cf. 4.4.3).

Marquer clairement les équipements de protection non remis en état

Observer les indications du fabricant

Lorsque les vêtements de protection peuvent être lavés ou nettoyés, il est important de respecter les instructions d'entretien fournie par le fabricant (consignes de lavage). Il s'agit des symboles internationaux pour l'entretien des textiles. Pour le nettoyage et l'entretien des équipements de protection, les fabricants proposent parfois des systèmes complets composés de machines à laver spéciales, d'installations de séchage et de produits de nettoyage et de désinfection.

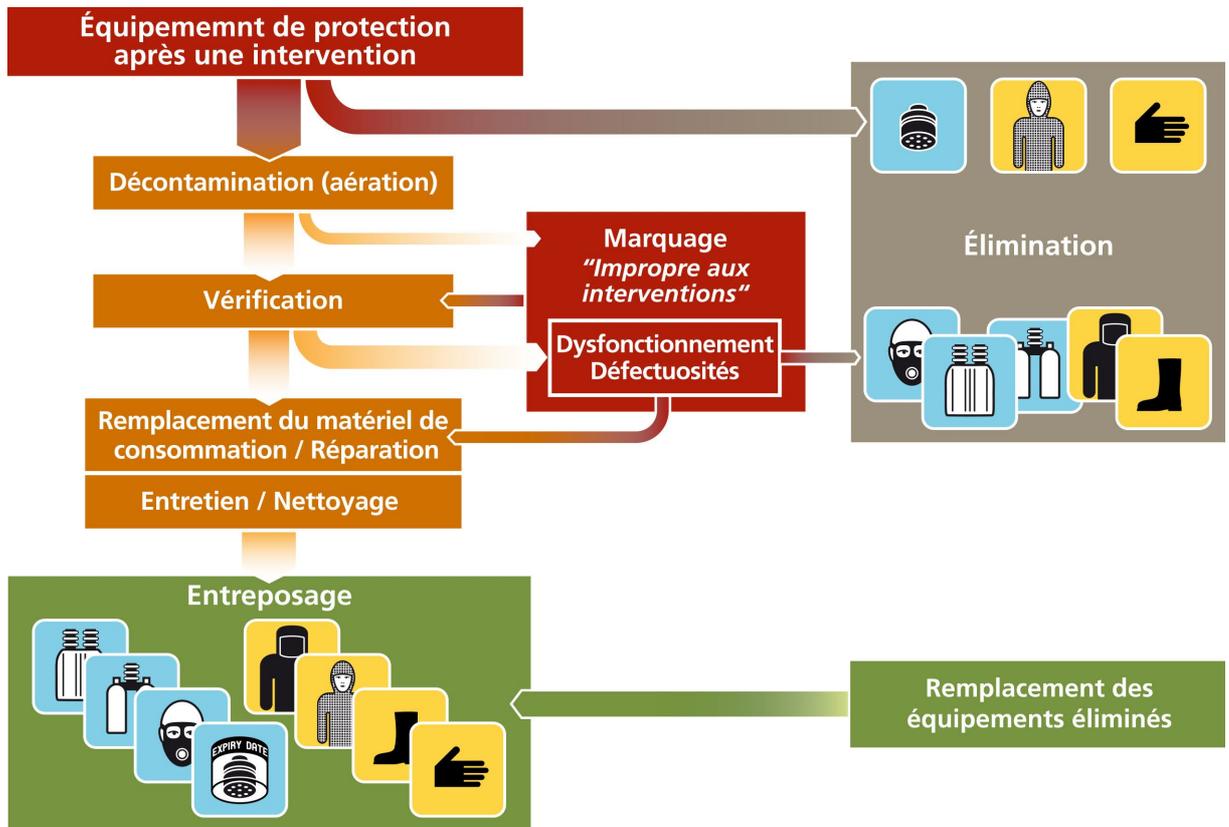
Symboles pour l'entretien des textiles



## Précisions concernant l'évaluation, la formation, la gestion et l'utilisation

Le graphique ci-après passe en revue les travaux de remise en état des équipements de protection après une utilisation.

Mise en état de l'équipement de protection



### 4.4.3 Entreposage et maintenance

#### 4.4.3.1 Appareils de protection respiratoire

Stocker à l'abri des effets dommageables

L'entreposage des appareils de protection respiratoire doit aussi prévenir les endommagements consécutifs à la poussière, à l'humidité, aux effets thermiques et mécaniques ou encore les protéger du soleil (rayonnements UV) et de l'ozone.

Éliminer ou marquer distinctement les appareils non utilisables

Les appareils qui ne sont pas utilisables seront soit éliminés convenablement soit entreposés séparément et clairement signalés comme tels.

Stockage hermétique à l'air et observation de la date de péremption



Appareils filtrants

Les filtres antigaz (charbon actif) nécessitent autant que possible un entreposage les **préservant de l'humidité**. Les sauts de température lors de l'entreposage sont à éviter.

Il faut observer la **durée de stockage** des filtres antigaz indiquée par le fabricant. Si cette limite est dépassée, les filtres inutilisés doivent également être éliminés. Tout au plus, de tels filtres peuvent encore être utilisés à des fins de formation. En l'occurrence, ils porteront la mention explicite "*filtres d'exercice*" et ne seront pas stockés avec les filtres utilisables.

Stocker séparément les appareils non utilisables

*Appareils isolants*

Les appareils isolants non utilisables seront clairement signalés et stockés à un autre endroit que les appareils prêts à l'emploi. Les composants des appareils isolants (par ex. : les cartouches de régénération des appareils à circuit fermé) doivent être remplacés une fois la date de péremption dépassée, même s'ils n'ont pas été utilisés.

Suspendre les vêtements pour prévenir les

#### 4.4.3.2 Vêtements de protection

Les vêtements de protection seront entreposés de manière à exclure les entassements ou plis susceptibles de les endommager. Pour réduire les contraintes mécaniques, il peut s'avérer utile de suspendre les vêtements de protection.

Entreposage à l'abri de l'air

Les **tenues de protection perméables**, à l'instar des **filtres antigaz**, s'entrepisent à l'abri de l'air, de l'humidité et des fortes variations de températures.

## 5 Annexes

### 5.1 Définitions

#### *Aérosol*

Suspension de particules solides et/ou liquides en milieu gazeux, ayant une vitesse de décantation négligeable (en général  $< 0,25$  m/s).

#### *Dégradation*

Également appelé *détérioration*, il s'agit d'un processus correspondant généralement à une perte de valeur ou des propriétés et, dans le cas des tenues de protection, à la détérioration des matériaux.

#### *Cutané*

Terme médical qui fait partie de la peau ou qui est formé par des parties de la peau et appliqué par la peau.  $\Rightarrow$  *Percutané*

#### *Dose*

Quantité d'un rayonnement (A), d'un agent pathogène (B) ou d'une substance (C) qui est administrée à un organisme.

#### *Facteur d'ajustement*

Le facteur d'ajustement est une mesure de l'étanchéité d'un masque de protection respiratoire. Il décrit le rapport entre la concentration extérieure et la concentration intérieure d'une substance d'essai et est donc l'inverse de la fuite dirigée vers l'intérieur.

#### *Pathogénicité*

En microbiologie, ce terme désigne la capacité d'un agent pathogène (par ex. une bactérie, un virus) à provoquer une maladie chez un hôte donné.

#### *Percutané*

Terme médical pour indiquer ce qui se fait via ou à travers la peau. Le terme désigne le mode d'administration ou d'absorption d'un médicament ou d'une substance nocive.  $\Rightarrow$  *Cutané*

#### *Pénétration*

Processus par lequel les substances se présentant sous forme liquide, gazeuse, de particules ou d'aérosols traversent, par les pores ou des micro-orifices (niveau non moléculaire), traversent les matériaux perméables.

#### *Perméabilité*

Propriété de corps solides de permettre la pénétration de gaz et/ou de liquides. En l'absence de cette faculté, on parle d'*imperméabilité*.

#### *Perméation*

Processus par lequel une substance liquide ou gazeuse (perméat) traverse un corps solide au niveau moléculaire.

#### *Effet de pompage*

Aspiration involontaire, vers l'intérieur de la tenue de protection, de gaz et d'aérosols provenant de l'air ambiant puis leur expulsion, vers l'extérieur, par les parties non étanches du fait des mouvements de la personne qui la porte et des changements de volume ainsi induits.

## Annexes

### *Facteur de protection*

Comme le facteur d'ajustement, le facteur de protection est l'inverse de la fuite vers l'intérieur. Dans la protection respiratoire, le facteur de protection est une valeur qui décrit l'étanchéité attendue d'un appareil respiratoire dans 95% des cas. Dans le cas des vêtements de protection, il décrit l'ajustement étanche du vêtement de protection. Une distinction est alors faite entre le facteur de protection local et le facteur de protection global.

### *Sorption*

La sorption est un terme générique désignant les processus qui entraînent l'accumulation d'une substance sur ou au sein d'un milieu. On distingue l'adsorption de l'absorption. Dans le cas de l'adsorption, la substance s'accumule à la surface d'un solide, tandis que dans le cas de l'absorption, l'enrichissement se produit à l'intérieur d'un milieu solide ou liquide. Dans le cas de l'adsorption, l'enrichissement se fait soit par des interactions physiques (physisorption), soit par des interactions chimiques (chimisorption).

### *Ténacité*

Faculté d'un micro-organisme de survivre dans des conditions suboptimales (en dehors de l'environnement habituel). Elle dépend de différentes propriétés (p. ex. faible sensibilité à la température, tolérance élevée au pH).

### *Volume mort*

Volume, aussi désigné du terme d'*espace mort*, dans lequel ne se produit aucun échange gazeux ou presque. Le CO<sub>2</sub> expiré peut s'accumuler dans le volume mort des pièces faciales et être réinspiré.

## Annexes

### 5.2 Abréviations

#### 5.2.1 Abréviations en français

|             |   |
|-------------|---|
| <i>NBC</i>  | Nucléaire – Biologique – Chimique         |
| <i>APR</i>  | Appareil de protection respiratoire       |
| <i>VME</i>  | Valeur moyenne d'exposition               |
| <i>ÉPI</i>  | Équipement de protection individuelle     |
| <i>SF90</i> | Filtre de protection 90 de l'armée suisse |

#### 5.2.2 Abréviations en anglais

|             |  |
|-------------|--|
| <i>AEGL</i> | Acute Exposure Guideline Level   |
| <i>CWA</i>  | Chemical Warfare Agents  |
| <i>FF</i>   | Filtering Facepiece (demi-masque filtrant)                                 |
| <i>FF</i>   | Fit Factor (en rapport avec l'ajustement étanche d'un masque respiratoire) |
| <i>FFP</i>  | Filtering Facepiece for Particles (demi-masque filtrant les particules)    |
| <i>GHS</i>  | Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals    |
| <i>IDHL</i> | Immediately Dangerous to Life and Health                                   |
| <i>MPPS</i> | Most Penetrating Particle Size   |
| <i>PM</i>   | Particulate Matter   |
| <i>TIC</i>  | Toxic Industrial Chemicals   |

### 5.3 Normes européennes EN

Il existe de nombreuses normes européennes (EN) ou allemandes (DIN) pour harmoniser les exigences de performance, les tests et le marquage des équipements de protection individuelle. Voici une liste des normes relatives aux domaines de la protection respiratoire et des vêtements de protection, qui sont évoquées dans le présent manuel.



#### 5.3.1 Protection respiratoire

##### *EN 136*

Appareils de protection respiratoire - Masques complets - Exigences, essais, marquage

##### *EN 140*

Appareils de protection respiratoire - Demi-masques et quarts de masques - Exigences, essai, marquage

##### *EN 148-1*

Appareils de protection respiratoire - Filetages pour pièces faciales - Partie 1: Connexion à filetage normalisé

## **Annexes**

### *EN 149*

Appareils de protection respiratoire - Demi-masques filtrants contre les particules - Exigences, essais, marquage EN 402

Appareils de protection respiratoire - Appareils de protection respiratoire autonomes à circuit ouvert, à air comprimé, à soupape à la demande avec masque complet ou ensemble embout buccal pour l'évacuation - Exigences, essais, marquage

### *EN 403*

Appareils de protection respiratoire pour l'évacuation - Appareils filtrants avec cagoule pour l'évacuation d'un incendie - Exigences, essais, marquage

### *EN 404*

Appareils de protection respiratoire pour l'évacuation - Auto-sauveteur avec ensemble embout buccal à filtre monoxyde de carbone

### *EN 405*

Appareils de protection respiratoire - Demi-masques filtrants à soupapes contre les gaz ou contre les gaz et les particules - Exigences, essais, marquage

### *EN 1146*

Appareils de protection respiratoire - Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit ouvert à air comprimé avec cagoule pour l'évacuation - Exigences, essais, marquage

### *EN 1827*

Appareils de protection respiratoire - Demi-masques sans soupape inspiratoire et avec filtres démontables, contre les gaz, contre les gaz et les particules, ou contre les particules uniquement - Exigences, essais, marquage

### *EN 1822*

Filtres à air à haute efficacité (EPA, HEPA et ULPA)  
- Partie 1 : classification, essais de performance, marquage

### *EN 12021*

Appareils de protection respiratoire - Gaz comprimés pour appareils de protection respiratoire

### *EN 12941*

Appareils de protection respiratoire – Appareils filtrants à ventilation assistée avec casque ou cagoule – Exigences, essais, marquage

### *EN 12942*

Appareils de protection respiratoire – Appareils filtrants à ventilation assistée avec masques complets, demi-masques ou quarts de masques – Exigences, essais, marquage

### *EN 13794*

Appareils de protection respiratoire - Appareils de protection respiratoire isolants autonomes à circuit fermé pour l'évacuation - Exigences, essais, marquage

### *EN 14387*

Appareils de protection respiratoire - Filtres anti-gaz et filtres combinés - Exigences, essais, marquage

## Annexes

EN 14529

Appareils de protection respiratoire - Appareils de protection respiratoire autonomes à circuit ouvert, à air comprimé avec demi-masque et soupape à la demande à commande à la première inspiration, à pression positive, pour l'évacuation uniquement

### 5.3.2 Vêtements de protection

EN 166

Protection individuelle de l'œil - Spécifications

EN 374

Gants de protection contre les produits chimiques dangereux et les micro-organismes

- Partie 1 : Terminologie et exigences de performance pour les risques chimiques
- Partie 2 : Détermination de la résistance à la pénétration
- Partie 4 : Détermination de la résistance à la dégradation par des produits chimiques

EN 388

Gants de protection contre les risques mécaniques

EN 943

Vêtements de protection contre les produits chimiques dangereux solides, liquides et gazeux, y compris les aérosols liquides et les particules solides

- Partie 1 : Exigences de performance des tenues de protection chimique étanches aux gaz (type 1)
- Partie 2 : Exigences de performance des tenues de protection chimique étanches aux gaz (type 1) destinées aux équipes de secours (ET)

EN 13034

Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides - Exigences aux vêtements de protection chimique offrant une protection limitée contre les produits chimiques liquides (équipement du type 6 et du type PB [6])

EN 13832

Chaussure protégeant contre les produits chimiques

- Partie 1 : Terminologie et méthodes d'essais
- Partie 2 : Exigences pour les contacts limités avec les produits chimiques
- Partie 3 : Exigences pour les contacts prolongés avec les produits chimiques

EN 13982

Vêtements de protection contre les particules solides

- Partie 1 : Exigences de performance des vêtements de protection contre les produits chimiques offrant une protection au corps entier contre les particules solides transportées par l'air (vêtements de type 5)
- Partie 2 : Méthode d'essai pour la détermination de la fuite vers l'intérieur d'aérosols de fines particules dans des tenues

EN 14126

Vêtements de protection - Exigences de performances et méthodes d'essai pour les vêtements de protection contre les agents infectieux

## **Annexes**

### *EN 14605*

Vêtements de protection contre les produits chimiques liquides - Exigences relatives aux vêtements dont les éléments de liaison sont étanches aux liquides (type 3) ou aux pulvérisations (type 4), y compris les articles d'habillement protégeant seulement certaines parties du corps (types PB [3] et PB [4])

### *EN 15090*

Chaussures pour pompiers

### *EN 16523*

Détermination de la résistance des matériaux à la perméation par des produits chimiques

- Partie 1 : Perméation par des produits chimiques liquides potentiellement dangereux dans des conditions de contact continu
- Partie 2 : Perméation par des produits chimiques gazeux potentiellement dangereux dans des conditions de contact continu

### *EN 17491*

Vêtements de protection - Méthodes d'essai pour les vêtements fournissant une protection contre les produits chimiques

- Partie 3 : Détermination de la résistance à la pénétration par un jet de liquide (essai au jet)
- Partie 4 : Détermination de la résistance à la pénétration par vaporisation de liquide (essai au brouillard)

### *DIN EN ISO 19429*

Vêtements de protection, faits à partir de matériaux perméables à l'air, contre les gaz et les particules - Classification des résultats d'essais, marquage et informations du fabricant



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Office fédéral de la protection de la population OFPP**  
LABORATOIRE SPIEZ