



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

**UV J.S.P. 2**

**Module : INC**



**Atmosphères non  
respirables et les  
contraintes  
physiologiques**

Version 7



## AVANT PROPOS

---

La technique du port de l'A.R.I ne s'apprend pas dans les livres et ce guide ne vous fera pas découvrir les sensations ou les contraintes physiques que subissent les porteurs.

Pour apprendre à utiliser un A.R.I, il faut d'abord connaître les règles de sécurité individuelle, puis grâce à des exercices appropriés, le porteur prend conscience des problèmes physiologiques et psychologiques liés au port de l'A.R.I.

Il découvre ses propres limites et peut enfin aborder la procédure opérationnelle.

La formation des porteurs doit être d'abord une formation individuelle. Chacun doit apprendre à se maîtriser, à respirer, à contrôler ses efforts afin de garder sa lucidité, s'intégrer dans une équipe et mener à bien des opérations délicates.

## I. DEFINITIONS :

---

Les Appareils Respiratoires Isolants ont pour but de créer et de maintenir une atmosphère respirable isolée de l'air extérieur infecté.

Les atmosphères non respirables peuvent être classifiées ainsi :

- ☞ **Les fumées d'incendie,**
- ☞ **Les épandages ou atmosphères toxiques.**

L'étude des atmosphères non respirables fait appel à quelques définitions normalisées données ci-dessous :

- ☞ **Aérosol :** Suspension dans un milieu gazeux de particules solides ou liquides ayant une vitesse de chute inférieure à 0,25 m/s.
- ☞ **Air respirable :** Air approprié à la respiration.
- ☞ **Brouillard :** Suspension de gouttelettes dans un gaz.
- ☞ **Fumée :** Ensemble de gaz de combustion et des particules entraînées par ceux-ci.
- ☞ **Gaz :** Tout corps fluide compressible et extensible.
- ☞ **Gaz de pyrolyse :** Décomposition chimique, irréversible d'un matériau, produite par une élévation de température pour obtenir d'autres produits qu'il ne contenait pas.
- ☞ **Impureté :** Matière solide, liquide ou gazeuse, indésirable dans l'air.
- ☞ **Particule :** Petite partie de matière solide ou liquide.
- ☞ **Poussière :** Terme général désignant des particules solides de dimensions et de provenances diverses qui peuvent généralement rester un certain temps dans l'air.
- ☞ **Vapeur :** Une vapeur est la phase gazeuse d'une substance qui est solide ou liquide à 20°C et un bar absolu.



## II. LES FUMÉES D'INCENDIE

**C**HAUDES  
**O**PAQUES  
**M**OBILES  
**I**NFLAMMABLES  
**T**OXIQUES

Suivant la composition du combustible, la toxicité des fumées d'incendie sera très variable.

Ainsi, il est clair que le risque chimique présenté par les fumées d'incendie se ramène au risque toxicologique du produit libéré lors de la combustion.

Voici les produits toxiques les plus courants dans les fumées :

Acide cyanhydrique ←

Oxyde de carbone ←

Chlore ←

Ammoniac ←

Phosgène ←

Oxydes d'azote, etc. ←



On entend aussi le terme **MITCH**

**M**obilité : plus la couche de fumées est agitée, plus elle est inflammable ;

**I**nflammabilité : si des anges danseurs ou des rouleaux de flammes apparaissent, l'inflammation est imminente ;

**T**empérature : plus la température est chaude, plus la plage d'inflammabilité est grande ;

**C**ouleurs : une fumée blanche sera chargée en vapeur d'eau (peu inflammable), alors qu'une fumée grise sera bien plus chargée en gaz de pyrolyse.

**H**orizontalité : où nous situons-nous sur notre plage d'inflammabilité ?



## **A. NOTIONS D'ABSORPTION, D'ADSORPTION ET DESORPTION :**

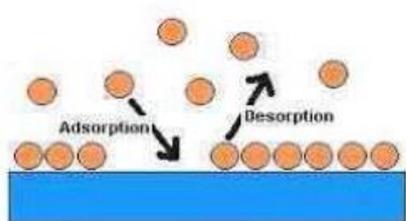
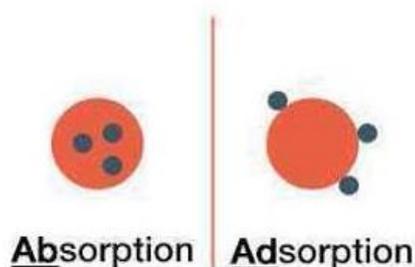
Les transferts des produits toxiques des fumées peuvent se faire par le biais des phénomènes suivants :

### **1. L'absorption :**

C'est la propriété que présentent les solides et les liquides à retenir certaines substances dans la totalité de leur volume. C'est le cas de l'eau avec une éponge.

### **2. L'adsorption :**

C'est un phénomène de surface grâce auquel les molécules se fixent sur un solide. Seuls les gaz et les liquides ont cette capacité.



### **3. La désorption :**

C'est le phénomène inverse qui aura lieu immédiatement ou à plus long terme en fonction de la volatilité des toxiques et d'autres paramètres comme la température.

## **B. ENVIRONNEMENT OPERATIONNEL :**

Dans l'environnement opérationnel, ces phénomènes sont reproductibles sur les matériaux de construction, l'eau, les outils, etc.

### **Les suies :**

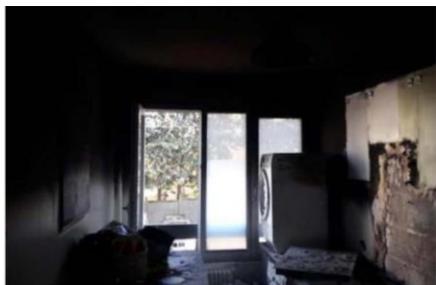
Elles sont composées hydrocarbures et de matières imbrûlées.

### **L'eau :**

Les eaux d'extinction ont une capacité à transporter des produits de combustion et résidus qui peuvent être mis en contact avec le sapeur-pompier, ses EPI, les matériels, etc.



### Les matériaux de construction :



La capacité à absorber des toxiques dépend de leur porosité. Parmi les matériaux les plus absorbants, on retrouve, la brique, le béton, etc.

Les feux en milieux clos ou semi-clos sont particulièrement concernés.

Après l'incendie, ces gaz sont libérés. D'importantes concentrations de monoxyde de carbone (CO appelé aussi oxyde de carbone) ont pu être mesurées au moment des déblais.

Lors des déblais, dans des locaux mal ventilés, porter l'Appareil Respiratoire Isolant est **obligatoire**.

### Les EPI :

Les vestes, les pantalons de protection et les gants textiles offrent une bonne barrière de protection thermique.

Cependant au même titre que les autres EPI et matériels de lutte contre l'incendie, ils sont exposés aux fumées et aux différents produits de dégradations.

Les produits toxiques, les suies et les eaux d'extinction peuvent se fixer sur et dans les tenues et matériels, soit par dépôt, soit par absorption ou adsorption de façon permanente ou temporaire.

Par la suite, ils désorbent, s'évaporent suivant leur volatilité. Ils peuvent aussi être déplacés par contact direct.





### C. PRECONISATIONS POUR LES EQUIPES :

Mise en œuvre des mesures suivantes :

- ↪ Utilisation des moyens de protection individuelle et collective mis à la disposition des personnels, visant à garantir une sécurité, ainsi que les modalités de leur entretien ;
- ↪ Règles d'hygiène à adopter pour préserver la santé des personnes, en appliquant des mesures simples (lavage des mains, du visage, douche, etc.).
- ↪ Au-delà de l'obligation de l'employeur, chaque sapeur-pompier est responsable de sa propre sécurité et de sa santé. Il l'est également vis-à-vis de ses collègues dans le cadre d'une prévention collective.
- ↪ Lors des phases de repos en zone de soutien, après retrait des EPI, il est préconisé l'usage de lingettes nettoyantes ou d'eau froide et de savon pour se nettoyer le visage et les mains avant de s'hydrater et de se restaurer.
- ↪ Un nettoyage maximum des EPI et matériels est préconisé sur les lieux des opérations afin de limiter tout transfert dans le véhicule et exposition des sapeurs-pompiers.
- ↪ Dès leur arrivée au centre doivent veiller à retirer les salissures de suies sur la peau avec de l'eau savonneuse froide avant de se doucher le plus rapidement possible. Cette mesure permet de limiter l'ouverture des pores de la peau et la toxicité par voie percutanée.
- ↪ En aucun cas les espaces de vie ne doivent être rejoints avant la douche. Des vêtements propres doivent être portés après la douche.

### III. LES EPANDAGES ET ATMOSPHERES TOXIQUES :

Les atmosphères froides toxiques résultent soit de processus chimiques, soit de fuites de grandes importances sur des réservoirs renfermant des produits toxiques. Le risque diffère surtout, pour les sapeurs-pompiers, selon la différence de température.

**Les toxiques** sont de nature et de toxicité très variables. Le pouvoir de pénétration d'un toxique dans notre organisme est très souvent lié à la forme physique sous laquelle on le rencontre.

Parmi ceux qui provoquent des **lésions pulmonaires**, on peut citer :



- ↻ CHLORE (Cl<sub>2</sub>) : irritations et œdème aigu ;
- ↻ PHOSGENE (COCl<sub>2</sub>) : œdème aigu du poumon ;
- ↻ ANHYDRIDE SULFUREUX (SO<sub>2</sub>) : œdème aigu du poumon ;
- ↻ AMMONIAC (NH<sub>3</sub>) : irritations et œdème aigu ;
- ↻ OXYDES D'AZOTE (par exemple : NO<sub>2</sub> – N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) : irritations et œdème aigu ;

Parmi ceux qui **pénètrent par la peau ou les voies aériennes** et produisent par ailleurs des effets toxiques, on peut citer :

- ↻ ACIDE CYANHYDRIQUE (HCN) : collapsus cardio-respiratoire – coma ;
- ↻ OXYDE DE CARBONE (CO) : collapsus cardio-respiratoire – coma ;

Suivant les concentrations et les risques présentés par les toxiques en cause, les sapeurs-pompiers, avant toute intervention, doivent impérativement procéder à une analyse du risque afin, le cas échéant, de compléter la protection respiratoire par une tenue étanche.

### CARACTERISTIQUES DU CO :

Résultant d'une combustion incomplète, la formule chimique est composée :

D'un atome de carbone                    →    C  
D'un atome d'oxygène                    →    O

Gaz toxique,

C'est un gaz combustible : **explosif mélangé à l'air**,

Limite inférieure d'explosivité : 12,5 %,

Limite supérieure d'explosivité : 74,4 %,



- ↻ Incolore,
- ↻ Inodore,
- ↻ Insipide (sans saveur),
- ↻ Indécelable sans appareil de détection spécifique.

A peine plus léger que l'air et se diffusant rapidement dans l'enceinte où il se trouve.

Densité :                    Air                    =            1  
                                  CO                    =            0,96

Il est absorbé en quelques minutes par l'organisme et se fixe sur l'hémoglobine du sang.



**Moteur thermique + milieu confiné = DANGER**  
*Motopompes, groupes électrogènes, tronçonneuses, ventilateurs*





## ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

### Symptômes d'une intoxication au CO :

Plus la concentration est élevée plus l'exposition doit être courte.

- ↳ Intoxication chronique : maux de tête, des nausées, une confusion mentale. Difficilement détectable, elle peut entraîner des troubles cardiaques ou respiratoires.
- ↳ Intoxication aiguë : vertiges une perte de connaissance, impotence musculaire voire un coma et le décès.

Exposé à 1 000 ppm (parties par million) : maux de têtes, vertiges.

Des nausées apparaissent dans un délai de 20 min, issue mortelle en moins de 2 heures.

Exposé à 5 000 ppm : perte de connaissance après 2 à 3 respirations, la mort survient en moins de 15 minutes.

### Détecteur CO :

Les détecteurs de monoxyde de carbone (CO) sont des équipements qui contribuent à la sécurité des personnels sapeurs-pompiers.

Ils sont configurés différemment selon qu'ils sont affectés à un engin incendie ou au secours à personne / sac prompt secours.

- ↳ Le modèle SUAP (VSAV, VSM et sac prompt secours) est en fonctionnement permanent et ne peut être arrêté
- ↳ Le modèle INC (FPT, VLPC et EPC doit être allumé pour fonctionner.



### Caractéristiques communes aux modèles SUAP et INC :

- ↳ Échelle de mesure de 0 à 1 000 ppm de CO.

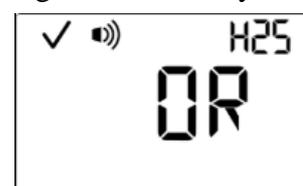
### Alarmes :

Détecteur monogaz, le Tango® TX1, dispose d'alarmes de deux différentes intensités :

Alarme basse : 20 ppm acquittable (Valeur Limite d'Exposition Professionnelle 8 heures), alarme sonore 100 décibels avec un son continu + LED rouges vitesse rapide.

Alarme haute : 100 ppm non acquittable (Valeur Limite d'Exposition Professionnelle à court terme). Similaire à l'alarme basse, mais avec LED bleue en plus des rouges. Vitesse moyenne.

Lorsque la mesure dépasse le seuil des 1 000 ppm l'affichage suivant apparaît :





Toutefois, si le verrouillage de l'instrument est activé, une alarme reste affichée jusqu'à ce que l'utilisateur appuie sur pour l'éteindre.

Quand des changements de concentration de gaz sont détectés, les indicateurs d'alarme changent pour refléter toute nouvelle condition, comme par exemple alarme de gaz basse, alarme de gaz haute, dépassement de la plage de gaz, ou aucune alarme de gaz. Différents événements peuvent produire la même alarme.

**Présentation de l'appareil :**



**Affichages :**

✓	Cellules OK
↗	Valeur maximale mesurée depuis l'allumage de l'appareil
🔊	Alarme sonore
⚠️	Problèmes cellules
🔋	Piles faibles



## ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

### Calibrage :

Cet appareil doit être calibré régulièrement par le GLOG. Une étiquette est collée, après chaque calibrage, permettant de savoir la date de validé du calibrage.

### Maintenance et entretien :

Pour maintenir le détecteur en bon état de fonctionnement, prenez les mesures d'entretien suivantes :

- ↪ Nettoyez la surface à l'aide d'un chiffon doux humide,
- ↪ N'utilisez ni solvant, ni savon, ni produits de finition,
- ↪ Ne plongez le détecteur dans aucun liquide,
- ↪ N'exposez pas le capteur aux émanations de solvants inorganiques (émanations de peinture fraîche par exemple), organiques, ou échappements de véhicule (au risque de détériorer la cellule).

### Utilisation :

Modèle INC :

Pour mettre en route l'appareil, appuyer une fois sur le bouton puis relâcher le.  
Pour éteindre l'appareil, maintenir le même bouton pendant 5 secondes.

L'affichage montre ceci :



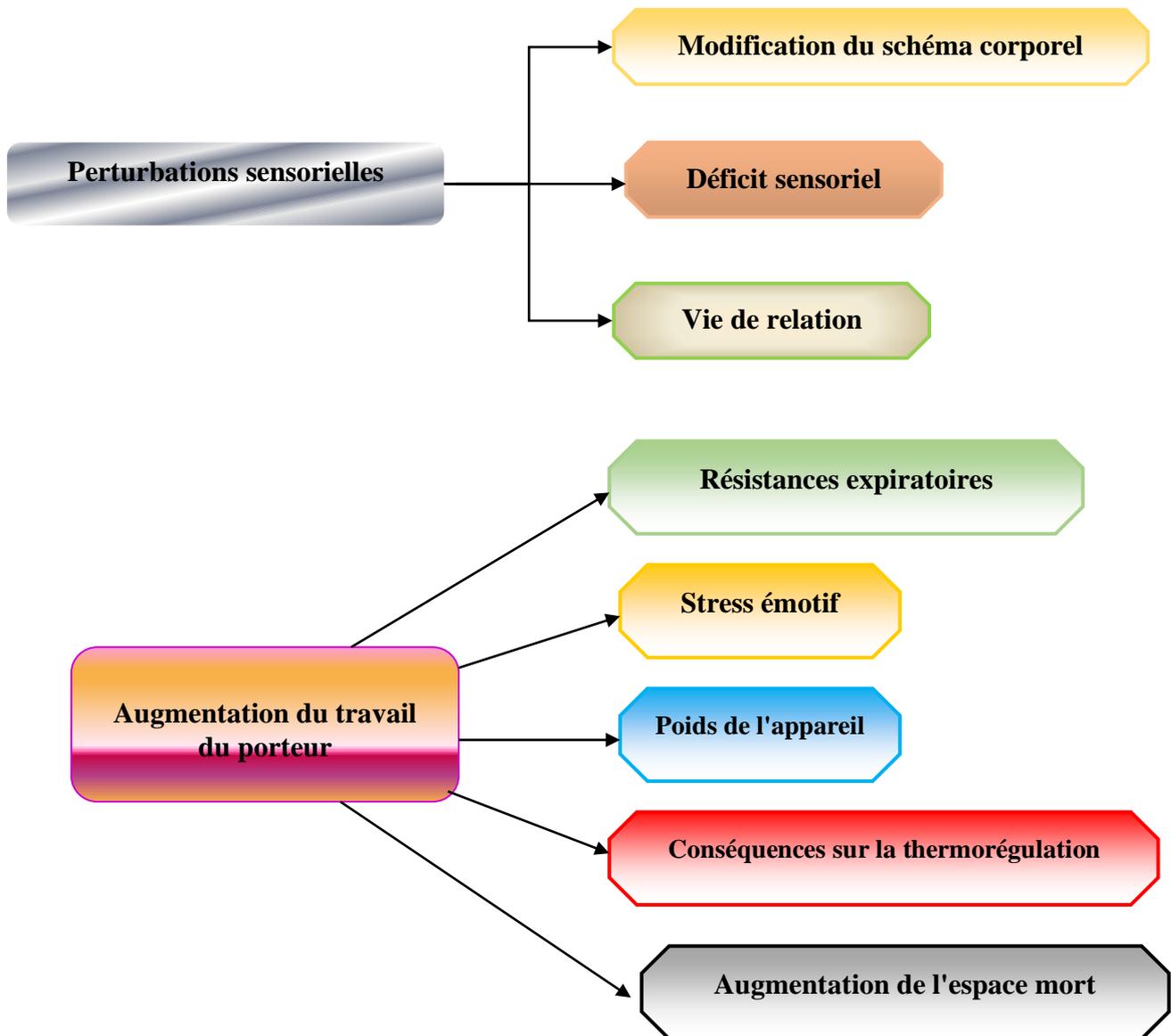
### Engagement :

- En dessous de l'alarme A 1 (basse) : peut se faire sans ARI et sans limite de temps.
- 1<sup>ère</sup> alarme (A 1 – Basse) : à partir de 20 ppm, alarme sonore et lumineuse qui peut être coupée. Durée de travail maximum sans protection respiratoire inférieure à 15 minutes.
- 2<sup>ème</sup> alarme (A 2 – haute) à partir de 100 ppm, alarme sonore et lumineuse qui ne peut pas être acquittée. Retrait de la zone ou port de l'ARI systématique.



#### IV. LES CONTRAINTES PHYSIOLOGIQUES :

Deux catégories :



##### A. MODIFICATION DU SCHEMA CORPOREL :

Le corps humain peut, lorsqu'il est en mouvement, être assimilé à une structure articulée sur laquelle sont fixés des capteurs. L'homme est normalement capable de connaître en permanence la position dans laquelle il se trouve. Cette faculté, appelée schéma corporel, est sensiblement modifiée par le port de l'A.R.I.



### 1. La mobilité de la tête est limitée :

D'avant en arrière, en rotation de gauche à droite, en flexion latérale de gauche à droite.



### 2. Modification du centre de gravité :



L'appareil Respiratoire Isolant rendu solidaire du porteur par des sangles réglables déplace le centre de gravité créant ainsi des déséquilibres lors des mouvements au cours de la progression..

### 3. Augmentation du gabarit du porteur :

Le périmètre thoracique est majoré de 50 à 60 %. Le fond de la bouteille placé au niveau de la nuque du porteur gêne sa progression lors des passages étroits.



### 4. Modification des capacités de mobilisation du tronc et du cou :

Limitation des mouvements du tronc et de la tête par le port du dossard (flexion, rotation, etc.).

## **B. LE DEFICIT SENSORIEL :**

La nature même de l'Appareil Respiratoire Isolant implique que les sens sont altérés par son port. Cette altération, qui porte sur l'ensemble des sens, a pour effet d'augmenter les difficultés lors des reconnaissances en milieu enfumé.

Bien que tous jouent un rôle au quotidien, seulement trois posent un réel problème lors de l'exploration :



## 1. LA VUE :



Le champ visuel du porteur est limité dans toutes ses dimensions, l'obligeant à accentuer ses mouvements de tête.

De plus, la qualité de la partie transparente ainsi que la présence de buée sur sa face interne ou de projections solides ou liquides sur sa face externe contribue à la diminution de l'acuité visuelle.



## 2. L'AUDITION :

Elle est perturbée par la transmission des bruits de ventilation issus de la détente des gaz au niveau de la soupape à la demande.



## 3. L'ODORAT :



Bien qu'étant évident, il peut entraîner un risque supplémentaire par la non-perception d'une odeur de gaz ou de vapeurs d'hydrocarbures.

**De plus, la perception des rayonnements est également diminuée par le port du masque ainsi que par le port obligatoire des EPI.**

## C. VIE DE RELATION :

La capacité relationnelle dans son ensemble est diminuée du fait du port de l'A.R.I. Associé à l'équipement de protection, la perception de l'espace environnant est modifiée et déficiente.

En outre, se pose un double problème de communication :

- ↪ Le casque perturbe l'audition et permet d'entendre que les bruits les plus forts.
- ↪ Le port du masque ne rend la voix audible qu'à faible distance, la communication demeure difficile même si l'on utilise des moyens de transmission.



**Attention à la tentation de vouloir retirer son masque un court instant pour donner un ordre ou une information et qui représente un risque mortel !**

#### **D. RESISTANCES INSPIRATOIRES ET EXPIRATOIRES :**

Lorsqu'une personne respire librement dans l'air ambiant, elle ne rencontre aucune résistance hormis la pression atmosphérique.

Lorsque celle-ci respire au moyen d'un Appareil Respiratoire Isolant, elle doit alors « lutter » contre une résistance inspiratoire et expiratoire.

- ↪ **La résistance inspiratoire :** Lors de l'inspiratoire, le porteur doit créer une dépression à l'intérieur du masque pour actionner la soupape à la demande et permettre ainsi l'arrivée d'air.
- ↪ **La résistance expiratoire :** C'est l'effort nécessaire que doit fournir le porteur pour vaincre la résistance de la soupape d'expiration.

#### **E. LE STRESS EMOTIF :**

Les causes de stress sont multiples et ressenties différemment selon les personnes. L'anxiété précédant l'intervention amène notamment le sujet inexpérimenté ou manquant de pratique au port de l'A.R.I. à s'interroger sur ses capacités à réaliser sa mission, ce qui contribue à accroître son stress.

Une des conséquences physiologiques pour le porteur est la sécrétion d'hormones surrénales.

Celle-ci entraîne une augmentation de la fréquence cardiaque mais également une perte de lucidité qui peut aller jusqu'à la perte de la maîtrise de soi, augmentant ainsi le travail du porteur et donc sa consommation d'air.

Les principaux remèdes pour diminuer le stress émotif demeurent une pratique régulière du port de l'Appareil Respiratoire Isolant mais également un entraînement physique régulier.

#### **F. AUGMENTATION DU POIDS DU PORTEUR :**

Actuellement, on constate que le poids d'un Appareil Respiratoire Isolant à circuit ouvert peut varier selon les constructeurs entre 10 et 16 kg, sans excéder les 18 kg.





Ce supplément de poids influe sur :

- ↪ La marche devenue moins aisée,
- ↪ Les mouvements du corps sont devenus plus éprouvants,
- ↪ Les déplacements verticaux sont rendus plus difficiles.

En conséquence, tout ceci entraîne une augmentation de la dépense d'énergie pour un travail donné, donc une fatigue plus précoce et par conséquent une hausse de la fréquence cardiaque.

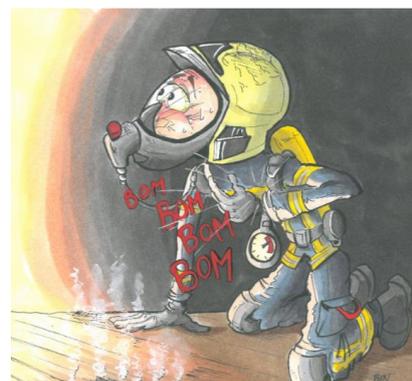
### G. LES CONSEQUENCES SUR LA THERMOREGULATION

Par définition, l'homme est un homéotherme, c'est-à-dire qu'il maintient en permanence sa température interne.

Il assure son équilibre :

- ↪ Soit en fabriquant de la chaleur (thermogénèse),
- ↪ Soit en la perdant (thermolyse).

Lors d'un effort physique, le travail musculaire participe à l'élévation de la température. La diminution de la chaleur corporelle sera alors assurée essentiellement par la sudation afin de rétablir l'équilibre thermique.



Lors d'intervention sous ARI, trois facteurs interviennent sur l'équilibre thermique :

- ↪ L'exposition aux très fortes températures ;
- ↪ La perte d'efficacité de la sudation (due à l'évaporation limitée par les E.P.I.) ;
- ↪ L'effort physique.

La seule possibilité physiologique permettant la perte de chaleur reste alors la ventilation.

Celle-ci ne permet cependant pas d'abaisser suffisamment la température, même si le porteur accélère sa fréquence ventilatoire.

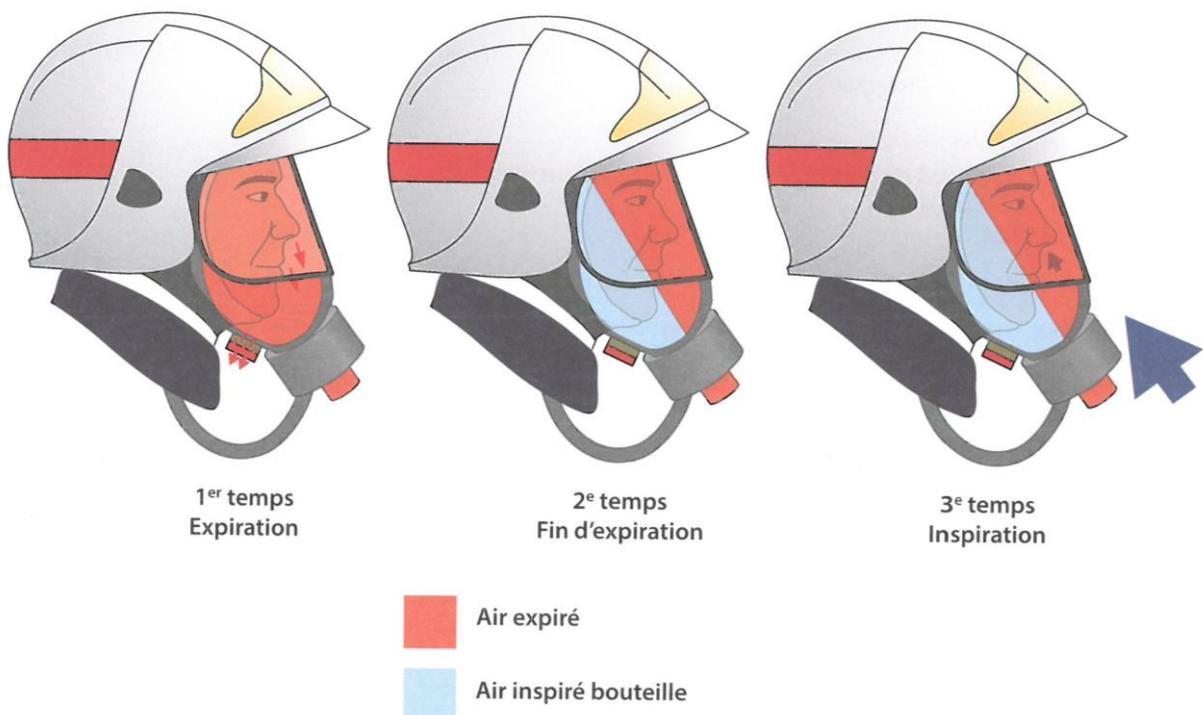
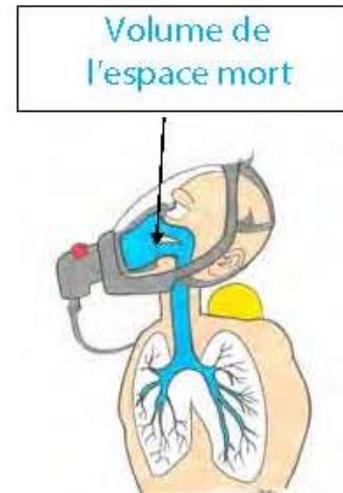
De plus, l'augmentation de la consommation d'air due à l'hyperventilation réduit l'autonomie et peut entraîner des pertes de lucidité.

## L'AUGMENTATION DE L'ESPACE MORT :

### Qu'appelle-t-on espace mort ?

C'est le volume restant libre entre les alvéoles pulmonaires et la soupape d'expiration du masque. L'air contenu dans l'espace mort ne participe pas aux échanges alvéolo-capillaires.

Il comprend : les bronchioles, les bronches et les voies aériennes supérieures ainsi que le volume restant libre à l'intérieur du demi-masque.



L'espace mort génère deux effets négatifs pour le porteur d'A.R.I. :

- Il augmente le volume d'air nécessaire à la bonne ventilation du porteur ;
- Il ne permet pas au porteur de chasser entièrement l'air vicié, ce qui fait qu'une partie de l'air riche en  $\text{CO}_2$  est inspirée à nouveau.



Les effets sur l'organisme :

- Tout enrichissement de l'air inspiré en gaz carbonique provoque une hyperventilation et une sécrétion d'hormones, le tout contribuant à l'augmentation de la consommation d'air du porteur.
- La solution utilisée par les constructeurs afin de limiter l'espace mort est un système souple permettant de séparer le demi-masque supérieur et le demi-masque inférieur.

