

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année 2004

N°57

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Qualification en Médecine Générale

par

Pierre DENIS

Né le 14 mai 1974 à Guérande

Présentée et soutenue publiquement le 14 décembre 2004

**LE SOUTIEN SANITAIRE AUX PERSONNELS ENGAGES
DANS UNE INTERVENTION INCENDIE**

Président : Monsieur le Professeur Gilles POTEL

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Rémy SENAND

NOM : DENIS

PRENOM : PIERRE

Titre de la thèse : LE SOUTIEN SANITAIRE AUX PERSONNELS ENGAGÉS DANS UNE INTERVENTION INCENDIE

RESUME

Les Sapeurs-pompiers appelés en intervention incendie sont exposés à des risques physiques. Les contraintes psychologiques sont à prendre en compte. L'équipement de protection individuelle du Sapeur-pompier tente de le protéger passivement de l'effet de la chaleur et des traumatismes. L'Appareil Respiratoire Isolant (ARI) le protège des fumées toxiques au prix d'une modification du schéma corporel. La dépense énergétique supplémentaire est liée principalement au poids de l'équipement. L'activité physique en ambiance chaude est à l'origine d'une déshydratation qu'il convient de contrôler. L'aptitude des Sapeurs-pompiers est encadrée de façon stricte par la législation. La surveillance médicale des Sapeurs-pompiers en mission incendie doit être renforcée.

MOTS-CLES

Sapeur-pompier, risques professionnels, incendie, protection, aptitude

REMERCIEMENTS

Je remercie le Lieutenant-colonel CARRE, qui m'a proposé le sujet, suivi, conseillé et enfin corrigé ma thèse. En outre, il m'a permis de connaître des personnes de grande valeur.

A ce titre, je remercie le Colonel SHMAUCH, pour son accueil. Son extraordinaire fond bibliographique m'a permis d'apporter un contenu scientifique à ma thèse. Son enthousiasme communicatif m'a permis d'aller plus loin dans mes recherches et mes rencontres auprès des professionnels.

Je remercie le Commandant LANGLOIS qui a su me transmettre une partie de son expérience.

Je remercie les Sapeurs-pompiers pour leur excellent accueil à chaque instant où je les ai sollicité.

Je remercie en particulier le Lieutenant-colonel GIRAUD pour sa présentation du service logistique.

Je remercie le Commandant Rivière pour son apport audiovisuel, qui m'a permis une présentation plus vivante au cours de ma soutenance.

Que les Infirmiers Sapeurs-pompiers professionnels soient remerciés de leur accueil chaleureux et de leurs conseils. Je remercie en particulier les Lieutenants Philippe DESHAYES et Johann BOSSY pour leur participation à la correction de ce travail.

Je remercie le Docteur SENAND, mon directeur de thèse, qui m'a aidé à bâtir cette thèse.

Que toute la famille, les amis soient remerciés pour leurs encouragements. Merci à Xavier pour sa patience.

Merci à mes parents sans qui cette thèse n'aurait jamais vu le jour...

LE SOUTIEN SANITAIRE AUX PERSONNELS ENGAGES DANS UNE INTERVENTION INCENDIE

INTRODUCTION

MOYENS ET METHODE

RESULTATS :

PREMIERE PARTIE : Protection individuelle des Sapeurs-pompiers (SP) avant intervention.

- 1. Effets de la chaleur et des fumées sur l'organisme**
 - 1.1. Origine de la chaleur**
 - 1.2. Effets de la chaleur sur l'organisme**
 - 1.2.1. Les mécanismes thermorégulateurs**
 - 1.2.2. Thermorégulation par temps chaud**
 - 1.2.3. Intégration des mécanismes de perte de chaleur**
 - 1.3. Troubles dus à une trop grande chaleur**
 - 1.3.1. Le coup de chaleur d'exercice**
 - 1.3.2. les brûlures**
 - 1.4. Les fumées toxiques produites au cours des incendies.**
 - 1.4.1. Visibilité dans la fumée**
 - 1.4.2. Effets irritants de la fumée sur l'organisme**
 - 1.4.3. Le syndrome d'inhalation de gaz asphyxiants et de privation d'oxygène.**
 - 1.5. La déshydratation au cours de l'effort physique : ses aspects physiologiques – Réhydratation hydroélectrolytique**
 - 1.5.1. Déshydratation et réduction de la capacité de travail**
 - 1.5.2. Activités physiques et pertes hydrosodées**
 - 1.5.3. Aspects théoriques de la réhydratation au cours de l'effort**
- 2. les équipements de protection individuelle du SP**
 - 2.1. L'équipement vestimentaire du SP**
 - 2.2. L'appareil respiratoire isolant (ARI)**
 - 2.2.1. Descriptif d'un ARI**
 - 2.2.2. Le port de l'ARI modifie la dynamique cardio-respiratoire**
 - 2.2.3. Le port de l'ARI induit un intense stress émotif**
 - 2.2.4. Conséquences physiologiques du port de l'ARI**
- 3. L'aptitude physique du SP**
 - 3.1. Les contraintes physiques subies par le SP**
 - 3.2. Les contraintes psychologiques du travail de SP**
 - 3.3. L'aptitude physique réglementaire du SP**

DEUXIEME PARTIE : Protection individuelle et collective des Sapeurs -Pompiers sur site

- 1. Le déroulement des opérations de secours**
 - 1.1. La mise en place du dispositif de secours incendie**
 - 1.2. Les mesures de protection collective**
 - 1.2.1. En amont**
 - 1.2.2. Sur le site**
 - 1.2.3. En aval**
 - 1.3 Le Médecin Sapeur-pompier : histoire de sa naissance, ses fonctions actuelles.**
 - 1.3.1 Histoire de la Médecine Sapeur-pompier**
 - 1.3.2 Les fonctions du Médecin Sapeur-pompier**
 - 1.3.3 Les moyens dont disposent le Médecin Sapeur-pompier**
- 2. Phases critiques pour les SP au cours du combat contre un incendie**
 - 2.1. Les différents stades d'un incendie**
 - 2.2. Analyse des temps d'action au cours de la lutte contre un incendie**
 - 2.3. Explosion de fumées et embrasement généralisé éclair**
- 3. Prise en charge médicale d'un personnel blessé sur les lieux de l'intervention**
 - 3.1. Le SP est-il victime d'une inhalation de fumées ?**
 - 3.2. Le SP est-il victime d'un blast ?**
- 4. Après l'incendie**
 - 4.1. La récupération physique après intervention : dépistage du surmenage -sommeil et récupération**
 - 4.2. Les procédures de déclaration d'accident du travail**

DISCUSSION :

- 1. Le rôle du MSP doit être renforcé pour une sécurité accrue des personnels**
 - 1.1. Phases critiques au cours d'un incendie**
 - 1.2. Prise en charge d'un personnel blessé sur les lieux de l'intervention**
Prélèvements sanguins, traitement par l'hydroxocobalamine -Durée de l'oxygénothérapie - Brèves inhalation de fumées
 - 1.3. Critères d'hospitalisation d'un Sapeur-pompier blessé**
 - 1.4. Le Médecin Sapeur-pompier : un acteur de prévention des accidents**
 - 1.4.1. Réglementer le temps de travail maximal sous ARI**
 - 1.4.2. Le Médecin Sapeur-pompier peut modifier l'aptitude d'un sapeur en cours d'intervention**
 - 1.4.3. Le Médecin Sapeur-pompier assure une surveillance et un soutien psychologique**
 - 1.5. La qualité et le volume de la boisson à apporter doivent faire l'objet d'une véritable stratégie de réhydratation**
 - 1.5.1. Intervention pour incendie et déshydratation**
 - 1.5.2. Aspect pratique de la réhydratation hydroélectrolytique chez les Sapeurs-pompiers au cours d'une intervention pour feu**
- 2. Forces et faiblesses de mon travail**
 - 2.1. Ce travail ne concerne qu'une petite partie des activités des centres de secours.**
 - 2.2. Je n'ai pu participer à aucune intervention incendie grandeur nature.**
 - 2.3. Je ne suis pas Sapeur-pompier volontaire**
- 3. Décalage entre les contraintes subies et les capacités réelles des Sapeurs-pompiers.**
 - 3.1. Les paramètres physiques ne sont pas optimaux**
 - 3.2. Certains Sapeurs-pompiers cumulent des facteurs de risques cardio-vasculaires incompatibles avec leur fonction.**
- 4. Hypothèses et prospectives**
 - 4.1. Rôle discuté de certains agents toxiques dans la morbi-mortalité chez les Sapeurs-pompiers**
 - 4.2. Aucun cas de CEE n'est répertorié chez les SP**
 - 4.3. La prise en charge des brûlures d'un SP a quelques particularités**
 - 4.4. Discussion concernant les équipements de protection sur la performance du Sapeur-pompier.**
 - 4.5. L'aptitude réglementaire des SPV est la même que les SPP**
- 5. Des évolutions apportent davantage de sécurité et de confort en cours d'intervention**
 - 5.1. Amélioration de l'équipement individuel du SP**
 - 5.2. Le renforcement du dispositif de secours à personne : l'arrivée dans l'agglomération Nantes/Saint-Nazaire du Véhicule Léger Médicalisé (VLM)**
 - 5.3. Une avancée récente : Le service de restauration**

ANNEXES :

Annexe 1 : engagement du VLM (Véhicule Léger Médicalisé)

Annexe 2 : échelle de Borg mesurant la fatigue ou toute autre variables fonctionnelles

Annexe 3 : Test de Ruffier-Dickson

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

De tous temps les hommes ont cherché à lutter efficacement contre les incendies détruisant leurs constructions.

Au XIII^{ième} siècle, des ordonnances et des édits prennent des dispositions pour assigner des sujets à la lutte contre les incendies. Le terme de « pompier » apparaît avec l'invention des pompes à bras qui permettent d'améliorer notablement les conditions de travail.

Dès lors, l'homme cherche à décrire les dangers qu'il doit affronter afin de mieux s'en protéger : d'où vient la chaleur émise par un incendie, et quels sont ses effets ? Quelle est la toxicité des fumées ?

Partant de ces constatations, quels équipements de protection individuelle peuvent être proposés en altérant le moins possible la capacité d'action des Sapeurs-pompiers ?

Les contraintes physiques engendrées par l'environnement et l'équipement de protection sont à l'origine d'une déshydratation et d'une fatigue que j'essaierai de quantifier. Ces contraintes posent naturellement la question de l'aptitude physique d'un Sapeur-pompier.

J'exposerai le déroulement des opérations de secours et la place qu'occupe un Médecin Sapeur-pompier. Je présenterai les risques spécifiques engendrés par une explosion de fumées ou un embrasement généralisé éclair.

La connaissance détaillée des contraintes subies par le Sapeur-pompier et des risques qu'il encourt est impérative pour le Médecin Sapeur-pompier présent sur place. Quelles sont ses actions de prévention ? Comment peut-il intervenir en cas d'accident ?

Je proposerai au cours de la discussion une procédure de surveillance des personnels engagés. Cette procédure pourrait faire l'objet d'une mise en pratique dont l'aboutissement serait une consigne opérationnelle du Service de Santé et de Secours Médical (SSSM) des Sapeurs-pompiers, pour une sécurité accrue des personnels.

MOYENS ET METHODES

J'ai interrogé de nombreux officiers Sapeurs-pompiers sur le déroulement actuel des opérations de secours. Les médecins Sapeurs-pompiers ont évoqué quels problèmes pouvaient être rencontrés sur le terrain.

Je me suis rendu dans le Centre de Secours Principal de Saint-Nazaire où j'ai pu approcher le matériel de lutte contre les incendies. J'ai discuté avec les professionnels de leur métier : comment s'organise leur emploi du temps, comment vivent-ils les interventions incendies, de quelle manière peut on améliorer leur soutien sanitaire ?

Le Colonel Schmauch, m'a ouvert sa base de données. Il m'a communiqué nombre de références introuvables dans des bibliothèques universitaires.

J'ai sélectionné des relecteurs parmi des Sapeurs-pompiers, afin d'éliminer les erreurs qu'un non professionnel pourraient écrire.

RESULTATS :

PREMIERE PARTIE

PROTECTION INDIVIDUELLE DES SAPEURS-POMPIERS AVANT INTERVENTION

INTRODUCTION

Les Sapeurs-pompiers appelés en intervention incendie sont exposés à trois dangers :

- **une agression thermique**
- **un traumatisme tant physique que psychologique**
- **une intoxication par les fumées d'incendie.**

J'analyserai chacun de ces phénomènes.

Je présenterai l'équipement de protection individuelle du Sapeur-pompier.

Quelles sont les conditions physiques nécessaires au métier de Sapeur-pompier ?

1. Effets de la chaleur et des fumées sur l'organisme

L'environnement d'un incendie peut être défini par quatre contraintes fondamentales :

- la visibilité
- la toxicité propre de chaque effluent ou gaz et la notion de cocktail de fumées.
- la chaleur
- la topographie du sinistre (escalier en immeuble, crevasse en feu de forêt).

On définit une atmosphère non respirable comme une atmosphère impropre à la respiration humaine : sa composition physique et chimique est différente de l'air naturel.

La combustion par oxydation entraîne cinq phénomènes physico-chimiques :

- de la **chaleur** : par rayonnement infrarouge
 - flammes
 - lumière
 - risques d'explosion
- une **déplétion en oxygène** : par combustion oxydative.
Le risque est important si l'atmosphère est confinée.
- de la **fumée**, constituée de particules, de suie et des gaz issus des réactions de combustion.
- la **production de néo molécules** par oxydation des combustibles, toutes étant potentiellement toxiques.
- des **gaz toxiques et corrosifs** par 2 mécanismes :
 - la combustion
 - la pyrolyse

par exemple :

combustion laine	cyanures
combustion hydrocarbures	acroléine
combustion bois papier	acide acétique
Comb. matières plastiques	halogènes

La toxicité des fumées est très variable suivant les matériaux impliqués dans l'incendie. Plusieurs milliers de composés sont formés mais il apparaît, comme nous allons le démontrer, que seul un petit nombre de composés est à l'origine des symptômes de l'intoxication.

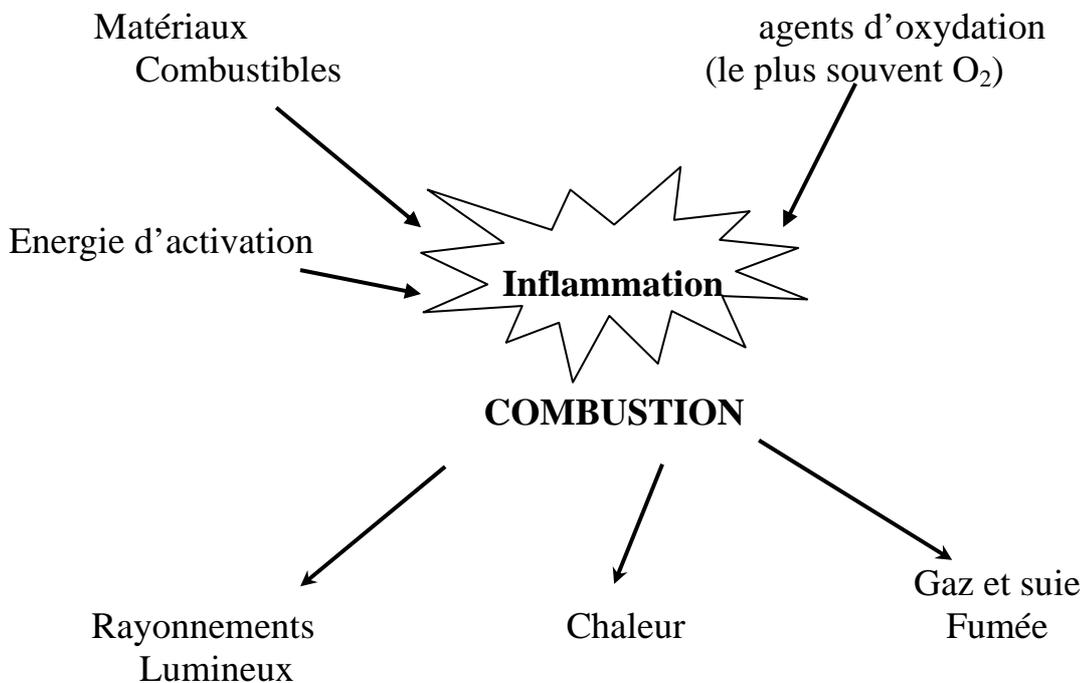


Schéma d'un cycle d'incendie

1.1. Origine de la chaleur

Le feu est une réaction de dégradation thermique complexe de matériaux, conjonction d'une première phase de pyrolyse et d'un processus secondaire de combustion¹.

La combustion est la phase d'oxygénation des gaz combustibles dégagés.

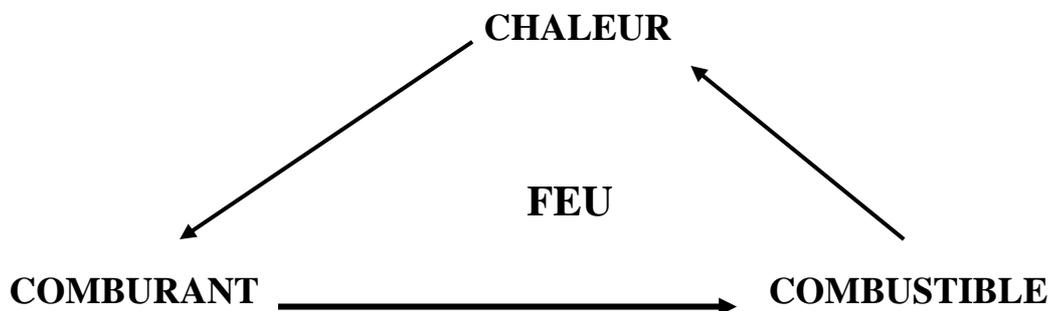
La pyrolyse est la décomposition chimique de molécules sous l'effet de la chaleur amenant un dégagement de gaz sans flamme.

La génération de chaleur et de composés chimiques a lieu de façon incontrôlée. Les réactions exothermiques lors de la combustion sont à l'origine de la chaleur.

La température d'un environnement en feu augmente parallèlement à la production de chaleur. Si le feu n'est pas contrôlé, la température augmente et atteint des niveaux qui empêchent toute possibilité de fuite et qui sont impropres à maintenir la vie. D'autres matériaux peuvent débiter leur inflammation et brûler. Le métal peut fondre et la structure de bâtiment peut s'effondrer.

Le triangle du feu : c'est la réunion de trois facteurs :

- le **combustible** : matière dont la combustion produit de la chaleur.
- le **comburant** : corps qui entretient la combustion du combustible. Le plus souvent, c'est l'oxygène de l'air. Sa concentration diminue rapidement dans l'air ambiant et entraîne un risque d'asphyxie.
- la **source de chaleur** : elle apporte l'énergie d'activation nécessaire au démarrage de la réaction chimique de combustion. Pendant l'incendie, la chaleur produite auto entretient des réactions exothermiques.



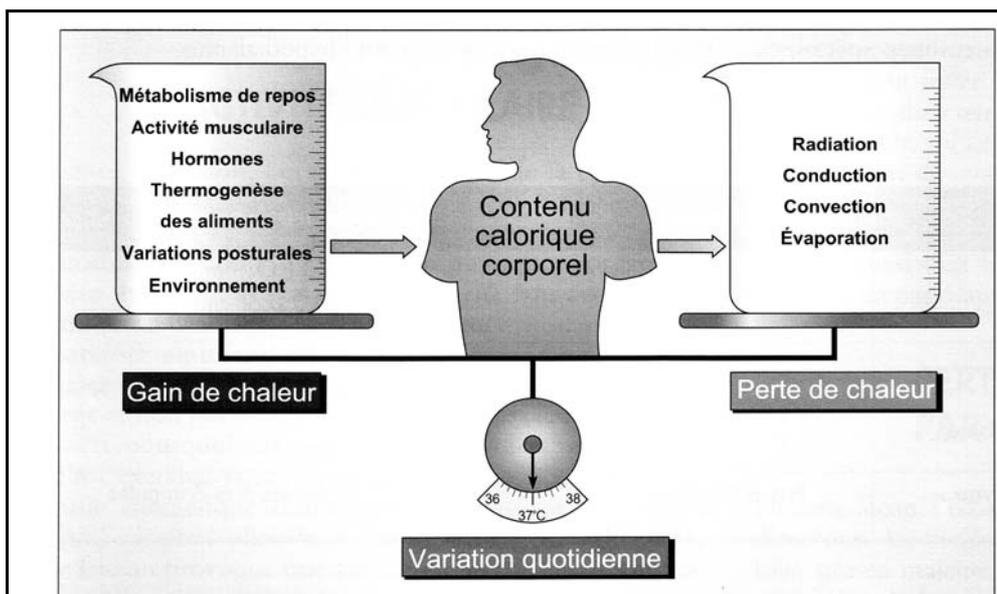
1.2. Effets de la chaleur sur l'organisme

La caractéristique essentielle d'une atmosphère d'incendie est d'être une atmosphère chaude. La chaleur sera d'autant plus forte que l'incendie sera violent ou qu'il se développera dans une atmosphère confinée : c'est l'effet four des feux de tunnel ou des feux de bateaux. Les fumées chaudes produites ne peuvent pas s'évacuer, se concentrent et la température augmente de façon considérable. L'élévation thermique est également fonction du combustible : un feu d'hydrocarbures peut atteindre en quelques minutes 1300°C.

La présence de vapeur d'eau potentialise les effets thermiques et réduit les capacités physiologiques d'échange de chaleur.

1.2.1. Les mécanismes thermorégulateurs² :

La température du noyau de l'organisme, qui correspond aux tissus profonds, se maintient grâce à l'action des facteurs qui contribuent au gain et à la perte de chaleur corporelle.



Facteurs de gain et de perte de chaleur contribuant au maintien de la température centrale de 37°C.

Lorsque les gains de chaleurs sont supérieurs aux pertes, comme cela se produit au cours du combat contre un incendie, la température du noyau s'élève.

Par ailleurs, les muscles se contractant produisent énormément de chaleur. Au cours d'un exercice intense, le métabolisme peut atteindre 20 à 25 fois sa valeur de repos, soit 20 kcal/min. Théoriquement, cela pourrait signifier une augmentation de la température du noyau de 1°C toutes les 5 à 7 minutes !

L'organisme absorbe également, par radiation, la chaleur des objets plus chauds que lui.

L'organisme perd de la chaleur par radiation, par conduction, par convection et par évaporation de l'eau sur la peau et dans les voies respiratoires. Dans des conditions optimales, l'organisme peut perdre jusqu'à 18 kcal/min, grâce à l'évaporation.

Comme nous allons le démontrer, la thermorégulation du Sapeur-pompier en intervention incendie se résume à la perte de chaleur par évaporation.

1.2.2. Thermorégulation par temps chaud :

Par temps chaud et sec, seule l'évaporation de la sueur permet une thermorégulation efficace. L'eau évaporée dans les voies respiratoires contribue très peu au refroidissement de l'organisme.

Par temps chaud et très humide, comme c'est le cas au bout d'un certain temps d'exercice en tenue de feu, l'évaporation diminue. En effet, l'évaporation de la sueur sur la peau dépend de trois facteurs :

- 1) La surface cutanée exposée à l'air atmosphérique
- 2) La température et l'humidité de l'air ambiant
- 3) Les courants d'air au contact de l'organisme.

Mais l'humidité relative, autrement dit l'hygrométrie, est de loin le facteur le plus important. Quand l'air est très humide, la pression ambiante de vapeur d'eau s'approche de celle de la peau humidifiée et l'évaporation est ainsi fortement limitée. Cette déperdition de chaleur est, à toute fin pratique, fermée, même si beaucoup de sueur perle sur la peau et finit par s'égoutter.

Cette forme de sudation représente une perte d'eau inutile qui peut engendrer un dangereux niveau de déshydratation et d'excès de chaleur.

1.2.3. Intégration des mécanismes de perte de chaleur³

C'est principalement par le système circulatoire que l'organisme maintient son homéostasie thermique.

Au repos, la fréquence et le débit cardiaque s'accroissent en même temps que les artères et les veines superficielles se dilatent.

Quand le stress thermique est important, 15 à 25% du débit cardiaque passent par la peau, augmentant ainsi la conductance thermique des tissus superficiels.

Quelques secondes après le début d'un exercice intense, la sudation a déjà débuté. Après environ 30 minutes, le taux de sudation atteint un niveau proportionnel à l'intensité du travail.

La circulation sanguine permet l'ajustement thermorégulateur, en favorisant ou non certaines zones : le sujet garde sa chaleur en orientant rapidement le sang vers les régions profondes du crâne, du thorax et de l'abdomen et de la masse musculaire.

Inversement, lorsque l'organisme accumule trop de chaleur, les vaisseaux périphériques se dilatent et le sang chaud est alors dirigé vers la surface plus froide.

Le maintien de l'équilibre est si important qu'on peut observer un taux de sudation de 3,5 l/heure au cours d'un exercice effectué par grande chaleur.

Des températures supérieures à 200°C peuvent être tolérées pendant une courte période mais avec quelques désagréments sur la peau exposée⁴.

Des températures de 235°C sont considérées comme trop chaudes, même pour une courte période. Les Sapeurs-pompiers éprouvent alors la nécessité de se rabattre vers une zone plus froide.

Cependant, la capacité à tolérer de fortes températures ne dépend pas seulement de l'ambiance chaude. Des facteurs comme l'hygrométrie, les conditions de travail, les vêtements, les modifications de température, la surface de la peau exposée et la bonne condition physique ont aussi une influence.

1.3. Troubles dus à une trop grande chaleur

Si on néglige les signes normaux d'une atteinte thermique –soif, fatigue, titubation, troubles visuels- les ajustements cardiovasculaires commencent à dysfonctionner et on peut être victime de stress thermique.

Les principales formes de stress thermiques, sont, par ordre de gravité, la crampe de chaleur, l'épuisement à la chaleur et le coup de chaleur. La démarcation entre ces différentes formes n'est pas nette. En cas d'atteinte thermique, il faut agir immédiatement en réhydratant la victime pour alléger le stress thermique.

- crampe de chaleur : il s'agit de spasmes musculaires involontaires survenant pendant ou après un intense activité physique. Elles touchent surtout les muscles sollicités. Cette forme de malaise thermique est probablement due à un déséquilibre des niveaux liquidiens et des concentrations organiques d'électrolytes. En s'exposant à la chaleur, l'organisme perd des sels par la sueur. Si les électrolytes ne sont pas remplacés, spasme et douleur musculaire peuvent s'installer. Quand un individu souffre de crampes de chaleur, sa température corporelle n'est pas nécessairement élevée.
- Epuisement à la chaleur : elle peut atteindre des pompiers non acclimatés ou durant une intervention inhabituellement longue et éprouvante. Le pouls est rapide mais faible, la tension artérielle est faible, il existe des céphalées, des vertiges, une faiblesse généralisée. La température corporelle est inférieure à 40°C. Il convient de mettre ce sujet au repos dans un cadre frais, et d'entreprendre une hydratation par voie parentérale.
- Le coup de chaleur. C'est une urgence médicale.

1.3.1. Le coup de chaleur d'exercice (CCE) ^{5,6}

Le CCE a souvent été décrit en milieu militaire, et dans les armées françaises, le recueil épidémiologique a mis en évidence une baisse de la mortalité au cours des deux dernières décennies. Deux cents cas ont été répertoriés entre 1989 et 1995, alors que la mortalité est passée de 20 à 5%.

Cette « intoxication calorique » qui définit le CEE est à l'origine de dégâts cellulaires et d'une modification profonde des débits sanguins régionaux, à l'origine d'ischémie hépatique, digestive et d'insuffisance rénale.

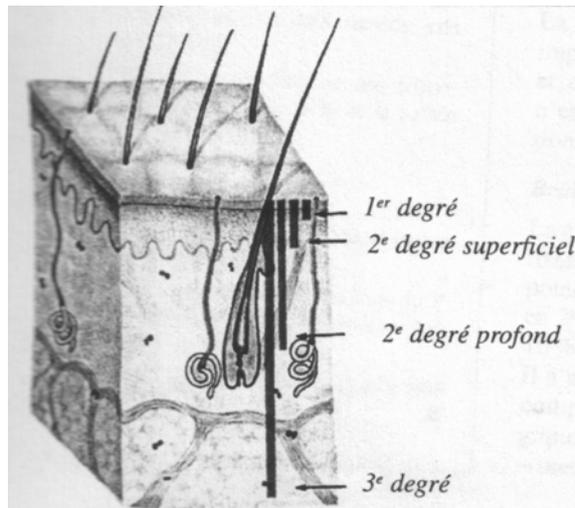
Le CEE survient lorsque des **facteurs favorisants** sont réunis :

- **facteur physique** : exercice intense et/ou prolongé.
- **facteurs environnementaux** : températures élevées, hygrométrie
- **facteurs personnels** : obésité, absence d'acclimatation, défaut d'entraînement, déshydratation
- **facteurs vestimentaires** : les tenues doivent être adaptées, non imperméables. Nous aurons l'occasion de développer ce sujet.
- **Facteurs pharmacologiques** : anticholinergiques, neuroleptiques, phénothiazines, antidépresseurs tricycliques, vasoconstricteurs, antihistaminiques

1.3.2. Les brûlures^{7,8,9} :

On décompte en France 250 brûlures par cent mille habitants par an. C'est donc près de cent cinquante mille personnes qui sont brûlés chaque année en France et un million pour l'Europe. Une sur vingt nécessitera une hospitalisation, soient 10 000 cas en France.

L'étendue et la profondeur d'une brûlure sont des paramètres délicats à évaluer en préhospitalier. La peau lésée profondément peut ainsi présenter un aspect faussement rassurant. Seules la disparition des poils et la perte de sensibilité seront alors retenues par les sauveteurs.



**Correspondance histologique des différents degrés de brûlures
(in : La revue du Praticien – 2002 n°52)**

La profondeur dépend d'une part de la température atteinte par la surface cutanée, et par la durée de l'exposition. Par exemple, lors de l'immersion dans de l'eau chaude, une brûlure du 3^{ème} degré est provoquée en 2 secondes à 65°C, 10 secondes à 60° et en 30 secondes à 54°.

- ❖ La surface de la main de la victime reste un bon indicateur et représente 1% de la surface corporelle de la victime. On parlera de grand brûlé pour une surface atteinte de 25% chez l'adulte.
- ❖ Le siège de la brûlure est d'importance capitale : les brûlures de la face, la présence de suies dans les narines et la bouche, la disparitions des poils du nez ou vibrisses, l'apparition d'une voix rauque doivent faire suspecter une atteinte respiratoire dont la décompensation peut être brutale. Les brûlures proches des orifices naturels feront craindre des complications infectieuses. Les brûlures des organes génitaux chez l'homme rendent obligatoire le sondage en pré hospitalier.
Les brûlures circulaires, au niveau du cou, des membres et du thorax, peuvent présager des complications mécaniques.
Les brûlures des mains peuvent entraîner des séquelles fonctionnelles et esthétiques particulièrement handicapantes. Les mains sont le siège préférentiel des brûlures et il convient d'ôter systématiquement les bagues à l'aide d'un coupe alliance, qui doit faire partie de l'équipement du VSAB. Ce geste réalisé précocement évitera l'effet garrot du à l'œdème.

1.4. Les fumées toxiques produites au cours des incendies^{10,11,12,13,14}

L'omniprésence des matériaux issus de la chimie organique, tels que les matières plastiques, rend compte de l'augmentation récente de la toxicité des fumées d'incendies domestiques.

La composition chimique des fumées d'incendie dépend de nombreux paramètres, mais les principaux sont :

- qualité et quantité des matériaux,
- présence ou non d'oxygène,
- température de dégradation.

Dans tout incendie, on retrouve principalement du monoxyde de carbone, du cyanure d'hydrogène et du dioxyde de carbone.

La toxicité de chaque atmosphère est fonction du principal composant présent à sa concentration la plus toxique.

Sur le plan physiopathologique, on distingue trois effets principaux :

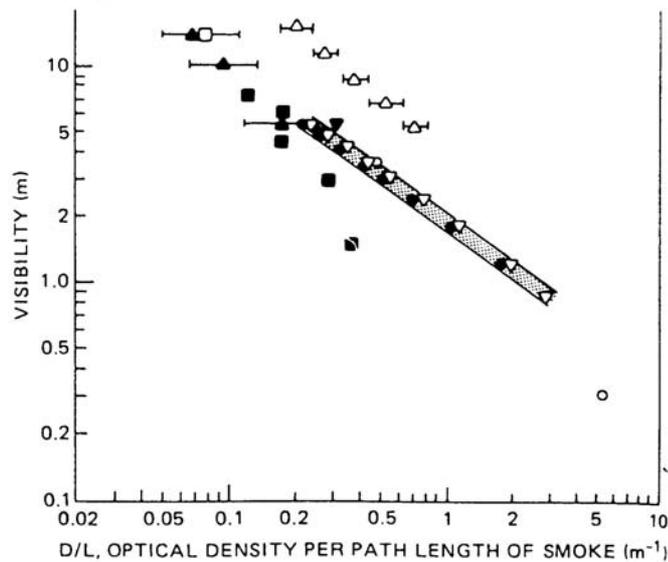
- un effet sur la visibilité,
- un effet irritant,
- un effet asphyxiant.

1.4.1. Visibilité dans la fumée

La fumée est composée de suie, de gaz non brûlés et de vapeurs. La fumée est donc un ensemble de particules, habituellement chaudes.

La visibilité est la distance l'au-delà de laquelle un observateur ne peut plus voir clairement un objet ou saisir un signe.

La production de fumée est généralement associée à la réduction de la visibilité et à une plus forte exposition à un environnement toxique. La visibilité est réduite car seule une fraction de la lumière peut traverser la fumée.



▽ Faisceau lumineux dans une fumée noire

● Faisceau lumineux dans une fumée jaune

■ Lumière diffuse

Relation entre la visibilité et la densité optique de la fumée.

Les particules de fumées augmentent en taille lorsque la ventilation du foyer augmente. A un certain niveau de ventilation, la taille des particules diminue suivant une relation complexe.

Ces particules ont un double effet pathogène : thermique car ce sont bien souvent des suies encore incandescentes qui sont inhalées ; mécaniques, elles peuvent avoir un effet obstructif sévère, véritable empoussièrage et toxique.

Les trois seules victimes indemnes du nightclub le Cocoanut Grove, à Boston en 1942 eurent l'idée de se couvrir la tête d'un linge mouillé. Cet incendie tragique fut à l'origine de 491 décès¹⁵.

Expérimentalement, le passage des fumées à travers un filtre inerte qui arrête les particules n'entraîne que peu ou pas de lésions pulmonaires. Ce sont donc bien ces particules et aérosols qui sont responsables des lésions les plus importantes. Il s'agit, soit de particules de carbone inertes mais ces particules sont capables de transporter et de concentrer les toxiques, soit de gaz dissous dans des gouttelettes d'eau¹⁶.

A l'effet obscurcissant des atmosphères d'incendie, s'ajoute l'effet irritant des fumées.

Pour chaque atmosphère, la toxicité est toujours dominée soit par un gaz asphyxiant (CO ou HCN), soit par les irritants.

1.4.2. Effets irritants de la fumée sur l'organisme ^{14,17}

Les irritants produisent une incapacitation pendant et après l'exposition suivant deux modalités :

- **pendant l'exposition**, la forme la plus importante qui induit l'incapacitation est la sensation d'irritation, qui induit des effets douloureux aux **yeux et au tractus respiratoire**, et jusqu'à un certain niveau aux poumons.
- Cependant, le deuxième effet des irritants pénétrant dans les poumons est **une intense réponse inflammatoire**.

L'irritation oculaire est à l'origine d'une stimulation du nerf trijumeau, qui déclenche un stimulus douloureux, à l'origine d'un blépharospasme et d'un larmolement. Des dommages sérieux peuvent affecter la cornée.

Les effets sur les voies respiratoires supérieures sont caractérisées par un réflexe de diminution de la ventilation, accompagnée d'une sensation de brûlure du nez, de la langue et de la gorge et souvent accompagnée d'une sécrétion de salive. A de très fortes expositions, les réactions inflammatoires sont telles qu'elles peuvent déclencher un laryngospasme pouvant conduire au décès même après l'exposition.

Certains irritants sont bronchoconstricteurs : par exemple le dioxyde de soufre et les isocyanates. Ceci dit, tout toxique irritant peut indirectement entraîner un bronchospasme par stimulation réflexe. L'effet sera d'autant plus marqué qu'il existe un asthme préexistant¹⁸, ou se produire même en l'absence d'antécédents allergiques.

Pour la sensation irritante, les effets ne sont pas sous la dépendance de la dose accumulée. Au contraire, ils interviennent immédiatement après l'exposition et diminuent habituellement un peu si l'exposition se poursuit.

Pour la plupart des irritants, le rapport entre la concentration produisant une irritation sévère et celle conduisant à la mort, est grand (15 à 500 fois) pour 30 minutes d'exposition.

1.4.3. Le syndrome d'inhalation de gaz asphyxiants et de privation d'oxygène

Malgré la grande complexité dans la composition chimique des fumées d'incendies, deux types d'effet élémentaire peuvent être dégagés:

Pour chaque atmosphère enfumée, la toxicité est dominée soit par les gaz asphyxiants (CO et HCN) ou par les gaz irritants.

Les interactions entre chacun des gaz asphyxiants ou entre les asphyxiants et narcotiques sont faibles.

La déplétion de l'oxygène atmosphérique contribue au phénomène d'asphyxie. Par ailleurs, cliniquement, il est impossible de différencier l'hypoxie et l'inhalation de gaz asphyxiants, tant les symptômes se ressemblent, d'où l'intérêt d'employer le terme « syndrome d'inhalation de gaz asphyxiants et de privation d'oxygène ».

Ce syndrome est caractérisé par des signes neurologiques, cardiovasculaires et respiratoires.

Les signes neurologiques sont :

- vertiges
- céphalées
- vomissement
- confusion mentale
- perte de connaissance
- convulsions
- coma

Ces signes peuvent être transitoires et disparaissent dès la sortie de l'atmosphère toxique, voire après oxygénothérapie, mais toute perturbation neuropsychiatrique, même transitoire chez une victime ayant inhalé des fumées doit être considérée comme une encéphalopathie anoxique potentielle.

Les perturbations cardio-vasculaires sont :

- angor
- infarctus du myocarde
- trouble du rythme
- hypertension

➤ arrêt cardiorespiratoire

Les **perturbations respiratoires** sont les complications immédiates les plus graves, en particulier l'asphyxie par obstruction. En effet, un œdème pulmonaire peut survenir d'emblée ou de façon retardée et doit être redouté en particulier en cas de suspicion de lésions thermiques des voies aériennes supérieures.

La prise en charge médicale sera abordée plus loin.

1.5. La déshydratation au cours de l'effort physique : ses aspects physiologiques – Réhydratation hydroélectrolytique

1.5.1. Déshydratation et réduction de la capacité de travail^{19,20}

A mesure que la déshydratation s'installe et que le volume plasmatique diminue, la sudation baisse et la thermorégulation devient de plus en plus difficile.

Comparativement à une situation d'hydratation normale, une déshydratation correspondant à 5% de la masse corporelle entraîne une augmentation significative de la température rectale et de la fréquence cardiaque. Elle est à l'origine d'une réduction marquée de la sudation, de la VO₂ max et de la capacité de travail.

Une perte d'eau aussi faible que 1% de la masse corporelle est associée à une plus grande augmentation de la température centrale au cours d'un exercice qu'en situation d'hydratation normale.

Pour chaque litre de sueur perdu, la fréquence cardiaque augmente environ de 8 batt/min et le débit cardiaque diminue de 1 l/min.

Quand la perte d'eau corporelle correspond à 4-5% de la masse corporelle, il y a une réduction nette de la capacité de travail physique.

Du point de vue de la performance, des sujets déshydratés jusqu'à 4,3% de leur masse corporelle ont présenté 48% de moins d'endurance à la marche. Leur VO₂ max était réduit de 22%.

L'entraînement ou la répétition d'exercice en ambiance chaude sont à l'origine d'une acclimatation à la chaleur, c'est-à-dire une meilleure tolérance à la chaleur.

1.5.2. Activité physique et pertes hydrosodées

L'exercice musculaire prolongé s'accompagne d'importantes pertes hydriques sudorales liées aux nécessités d'élimination d'une forte production de chaleur.

Le débit sudoral peut être considérable. Il dépend surtout du niveau de la température interne et aussi d'autres facteurs comme l'entraînement physique, l'acclimatation à la chaleur et l'état d'hydratation corporelle.

A titre d'exemple, un coureur à pied à vitesse modérée peut perdre de 0,5 à 1 l/h d'eau et un marathonien de haut niveau de 1,5 l à 2,5 l/h.

L'**hyponatrémie** est le résultat d'une grosse perte de sodium dans la sueur associée à une dilution du sodium extracellulaire causée par l'ingestion de boisson incluant peu ou pas de sodium. Au cours d'un exercice par temps chaud

et humide, le taux de sudation peut dépasser 1 l/h, d'où une importante perte de sodium après quelques heures d'effort.

Des exercices prolongés à la chaleur augmentent la **déplétion en glycogène musculaire** et augmentent la perte de liquide par la sudation. Un exercice aérobic d'une heure à forte intensité peut réduire de 55% les réserves hépatiques de glycogène et une séance intense de 2 heures peut quasiment vider le foie et les muscles sollicités de leurs réserves respectives de glycogène.

Quand l'activité physique est réalisée en climat chaud, au-delà d'une température d'air sec de 35-36°C, c'est-à-dire bien en deçà des températures relevées au cours d'un incendie, l'organisme reçoit de la chaleur par l'environnement, et l'évaporation de la sueur reste la seule possibilité d'élimination calorique.

Si cette évaporation est permise par l'ambiance (air sec) comme c'est le cas pour des températures supérieures à 100°C, la contrainte thermique peut être compensée au prix d'une majoration notable du débit sudoral.

1.5.3. Aspects théoriques de la réhydratation au cours de l'effort

De nombreuses études démontrent l'intérêt d'une réhydratation active, accompagnée d'un apport en hydrates de carbone.

L'absorption de liquide avant et durant l'effort atténue les effets nuisibles de la déshydratation sur la dynamique cardio-vasculaire, la régulation de la température et la performance physique.

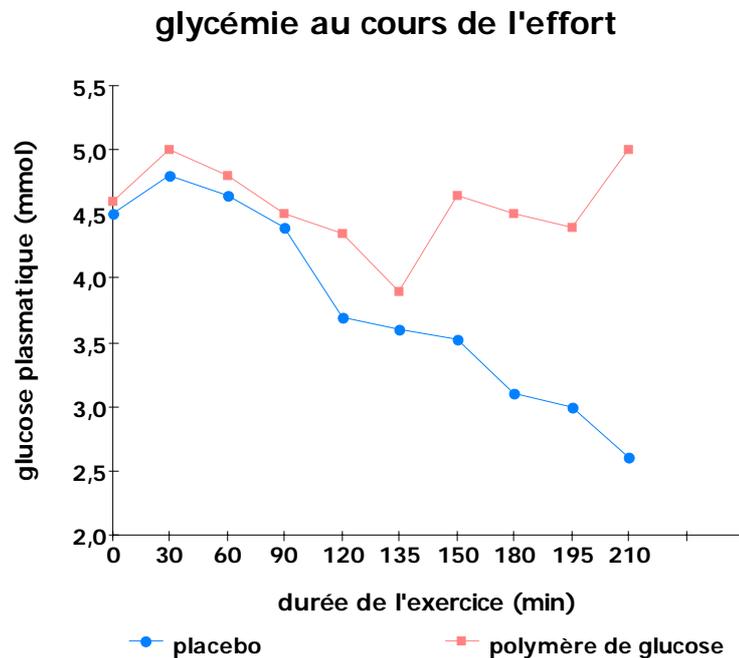
L'ingestion de 1 ml/kcal de dépense énergétique semble être généralement recommandée. Un coureur cycliste dépensant 6000 Kcal/j devra absorber au moins 6 l de liquide, ce qui est le cas lors des étapes de montagne du Tour de France.

Sous forme liquide ou solide, les hydrates de carbone consommés durant l'exercice améliorent la performance si l'effort est aérobic, relativement intense et de longue durée, ou quasi-maximal et à répétition de courte durée.

Des recommandations générale pour la composition des solutés de réhydratation ont été élaborés sur la base d'un grand nombre d'études concernant la vidange gastrique, l'absorption intestinale, les facteurs régulant l'équilibre hydrique et la fatigue.

L'absorption d'une seule boisson riche en hydrates de carbone 30 minutes environ avant l'installation de la fatigue est aussi efficace que plusieurs boissons

d'hydrates de carbone avalés périodiquement. Comme on le voit sur la figure ci-dessous une seule boisson restaure la glycémie.



Concentration plasmatique moyenne de glucose au cours d'un intense exercice prolongé au cours duquel les sujets reçoivent un placebo ou un polymère de glucose (3 g par Kg de masse corporelle dans une solution à 50%)²¹
Une seule boisson sucrée restaure la glycémie.

Un apport d'hydrates de carbone dans l'heure qui précède l'exercice semble nuire à la performance, en augmentant rapidement l'insuline, à l'origine d'une hypoglycémie relative. A la fin des années soixante-dix, une étude a établi que boire une solution sucrée très concentrée dans les 30 minutes précédant le début de l'exercice était fréquemment la cause de l'installation précoce de la fatigue dans les activités d'endurance.

Au cours de l'effort, l'absorption des liquides et des nutriments est fortement influencée par la rapidité de la **vidange gastrique** dans l'intestin grêle. Les principaux facteurs de la rapidité de la vidange gastrique sont présentés dans le tableau ci-dessous.

La vidange gastrique n'est habituellement pas affectée par l'intensité de l'effort jusqu'à 75% du maximum, point au-dessus duquel la vidange ralentit.

En revanche, la vidange gastrique dépend beaucoup du volume gastrique car le taux de vidange décroît exponentiellement avec la diminution du volume liquidien. Ainsi, en maintenant à un niveau élevé le volume de liquide dans l'estomac, le régime de vidange gastrique reste élevé et peut compenser tout effet inhibiteur apporté par la boisson contenant des hydrates de carbone.

Les bienfaits d'une augmentation du volume gastrique sur la transition des liquides et des nutriments sont optimisés par la consommation de 400 à 600 ml de liquide immédiatement avant l'effort.

Le débit d'évacuation augmente linéairement jusqu'à un niveau de remplissage de 600 à 1000 ml avec un débit maximal de 20 à 25 ml/min. Puis, en consommant toutes les 15 minutes durant l'effort 150 à 250 ml de liquide, on remplace le liquide passé dans l'intestin et on maintient un important volume gastrique.

Bien que des études antérieures aient indiqué qu'un liquide plus froid était évacué plus rapidement de l'estomac que le même liquide à la température de la pièce, ce facteur n'est probablement pas autant important à l'effort.

Vidange gastrique

- volume : volume augmenté, vidange accéléré
- contenu énergétique : plus d'énergie, vidange ralentie
- osmolalité : concentration accrue, vidange ralentie
- exercice : plus de 75% du maximum, vidange ralentie
- pH : trop loin de 7, vidange ralentie
- niveau d'hydratation : la déshydratation ralentit la vidange et augmente le risque de troubles gastro-intestinaux

Absorption intestinale de liquide

- hydrates de carbone : une concentration faible à modérée de glucose et de sodium accroît l'absorption de liquide
- sodium : une concentration faible à modérée de sodium accroît l'absorption de liquide
- osmolalité : les liquides hypotoniques à isotoniques contenant du Na Cl et du glucose accroissent l'absorption de liquide

Principaux facteurs de la vidange gastrique et de l'absorption de liquide

Pendant les exercices de très longues durées (allant jusqu'à 8 à 10 heures), l'apport de NaCl est impératif pour éviter l'apparition d'une hyponatrémie symptomatique.

L'hyponatrémie est due à un apport de sodium trop faible par rapport à la quantité d'eau ingérée (au-delà de 4 litres) et survient après plusieurs heures d'exercice. L'hyponatrémie constitue une urgence médicale absolue.

L'apport sodé est recommandé quand la durée de l'activité physique est supérieure à trois heures et doit se faire à des concentrations de 1,2 g/l de NaCl (20 mmol/l de Na⁺ et de Cl⁻) dilué dans la boisson.

Il semble donc licite de ne pas proposer d'apport de sel lors d'une intervention incendie.

2. Les équipements de protection individuelle du Sapeur-pompier^{22,23}

2.1.L'équipement vestimentaire du SP

La silhouette traditionnelle du Sapeur-pompier s'est modernisée, au cours des quinze dernières années.

L'arrêté du 6 mai 2000 fixe les tenues, insignes et attributs des SP. (JO n°120 du 24 mai 2000 page 7794)

La tenue d'intervention des Sapeurs-pompiers dans un but de garantir un niveau de sécurité suffisant aux différents acteurs des secours. Avec la récente réforme de départementalisation des services d'incendie et de secours, l'achat des équipements de protection représente un coût important pour ces établissements publics. A titre d'exemple, la tenue de feu complète (casque et veste d'intervention compris) avoisine les 1200 euros²⁴.

Mais la sécurité d'un soldat du feu n'a pas de prix.

Les équipements de protection individuelle vont du casque aux chaussures de sécurité en passant par les gants, le ceinturon, etc... Ils sont destinés à protéger des risques dus aux contraintes du travail : exposition cutanée à la chaleur, chute d'objet...Entièrement adaptées à ses tâches et à ses gestes, les tenues dites « F1 » apparues en 1982, lui offrent désormais confort et protection.

Le Sapeur-pompier porte en permanence la tenue pionnier, composé généralement d'un T-shirt et d'un pantalon en coton. Ce vêtement a la particularité de ne pas être retiré avant l'intervention.

Certains types de sinistres imposent le port d'équipement spécifique, par exemple lors de présence de produits radioactifs ou chimiques.

2.1.1. La veste de feu²⁵ (voir photo ci-après)

Les équipements de Sapeurs-pompiers répondent à des normes imposées par des directives européennes et françaises (AFNOR).

La veste d'intervention du modèle mis en service en 1987 à la Brigade de Sapeurs-pompiers de Paris était confectionnée en peau de mouton tannée au chrome. Le cuir offre une excellente protection au rayonnement thermique, est souple, imperméable et résiste au pliage sans fendiller. Malheureusement, il évacue mal la chaleur et est particulièrement lourd.

Une des principales difficultés pour les industriels est de produire des vêtements isolants des fortes températures extérieures et des radiations thermiques, sans faire de concession sur l'évaporation de la sueur²⁶. La sudation est en effet l'unique moyen pour le Sapeur-pompier d'éliminer le surplus de chaleur produite par l'effort physique.

Par exemple, un vêtement confectionné avec un tissu répondant à la norme EN 469 vise principalement les buts suivants²⁷ :

- propagation de flamme limitée
- protection contre les flammes et la chaleur
- résistance suffisante à la rupture
- résistance suffisante au déchirement
- résistance au mouillage superficiel
- résistance à la pénétration de l'eau
- protection contre les produits chimiques liquides
- résistance à la vapeur d'eau
- confort maximal
- entretien facile
- longévité du produit

Les textiles faits de fibres intrinsèquement non feu (Nomex®, Kevlar®, Kermel®, PROFLEX 4®...) ont l'avantage de ne pas provoquer de réaction allergique ou d'irritation (pas d'imprégnation d'ignifugation).

Leurs propriétés non feu sont permanentes et leur durée de vie importante.

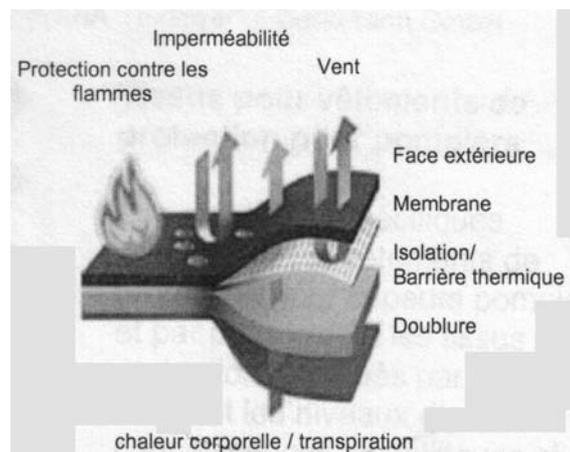


Les anciennes vestes de cuir des Sapeurs-Pompiers sont peu à peu remplacées par de nouvelles vestes en tissu non-feu, qui ont l'avantage de mieux résister à la chaleur et aux radiations. Ces nouvelles vestes offrent un gain de poids agréable (environ 1,5 kg) et une meilleure respirabilité.

La nouvelle veste des Sapeurs-Pompiers de Paris comporte des bandes autoréfléchissantes jaune et gris argent. Le jaune a été choisi pour sa visibilité importante en milieu urbain. Le gris argent permet une visibilité maximale la nuit.

La veste est issue d'une construction multicouche (4 couches) :

- une couche externe thermostable et déperlante ;
- une barrière thermique et d'étanchéité munie d'une membrane en insert imper-respirante hydrophile ;
- une doublure intercalaire constituée de bourrelets en para-aramide pour garantir un matelas d'air et des courants de convection même sous compression ;
- une couche intérieure constituée de mono-filaments pour une bonne glissance et un confort accru au contact de la peau



Exemple de construction d'un tissu quadruple épaisseur pour vêtement de Sapeur-pompier (doc IBENA)

La meilleure des vestes d'intervention ne saurait pourtant offrir une protection efficace contre le rayonnement des flammes si celui qui la porte n'était pas suffisamment couvert en dessous. Pas question, même en cas de canicule, de partir au feu torse nu sous la veste. « Plus on est couvert, plus on est protégé » ont coutume de dire les Sapeurs-pompiers.

Ces nouvelles vestes apportent une meilleure sécurité pour les personnels mais peuvent occasionner plus d'accidents.

Le surpantalon protège efficacement les jambes

Le sapeur s'approche plus près du feu, ne ressent pas la chaleur qui cependant peut lui infliger des brûlures au niveau des cuisses, non couvertes par la veste : l'action de la chaleur sur les pantalons mouillés par l'eau provoque un effet « pattemouille ».



Binôme d'attaque portant la tenue de feu, l'ARI et un surpantalon

C'est pour y remédier que les Sapeurs-Pompiers de Paris ont mis en service en 1993, un surpantalon en aramide destiné à être enfilé rapidement par-dessus le pantalon et les bottes.

Le surpantalon évite ou diminue :

- le risque de brûlures graves ;
- le risque de coupure ou de traumatisme en cas d'explosion ;
- empêche la pénétration des liquides toxiques ou corrosifs.

2.1.2. Le casque

Le casque est un important élément dans la protection de la tête du sapeur, il assure la protection contre le feu mais aussi contre toute chute d'objet venant d'en haut.



Le casque des Sapeurs-Pompiers a toute son histoire, qui a permis une impressionnante évolution, du casque de fer au casque moderne en plastique ultra-léger (casque type américain).

Ci-contre, une gravure du XVIII^e siècle montre un pompier de Nancy, portant un casque à camail, c'est-à-dire cachant la nuque. C'est un véritable prototype de l'équipement prenant en compte la nécessité de la protection de la tête et des épaules des pompiers.

Pendant un bon demi-siècle, le casque Frank en acier chromé modèle 1933 fut le symbole même de la silhouette du Sapeur-Pompier français. Il assurait une bonne protection de la partie supérieure de la tête contre les projections et les chocs mais ne couvrait ni la nuque ni le visage. De plus, il fallait l'ôter pour se munir d'un appareil respiratoire isolant.

Près de 15 ans de recherche à la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris ont permis le développement d'un casque révolutionnaire, qui s'impose peu à peu à tous les pompiers du monde, et d'abord à la BSPP en 1985. Fabriqué par la société Gallet, il est, techniquement et esthétiquement, une révolution : c'est le seul casque de Sapeur-Pompier semi-intégral



Le casque F1 est réalisé en respiratoire revêtu de nickel par galvanoplastie. Il est garni intérieurement d'une calotte qui amortit les chocs. Il est doté d'un écran facial miroité or qui protège du rayonnement et d'un écran oculaire transparent, l'un et l'autre étant escamotables sur la calotte. Des bandeaux de tour de tête et un coussin de nuque, le tout réglable, complètent le confort. Une mentonnière de cuir et une jugulaire de fixation réglables assurent la stabilité.

Il est bien sûr possible de porter un appareil respiratoire isolant avec le casque. Le poids total du casque F1 est de 1250 grammes.

En intervention, le casque permet aussi de reconnaître le genre du sapeur (type et couleur du casque) et son grade (bande de couleur).

Une cagoule de protection peut être portée sous le casque. De couleur écru, en matériau thermostable non inflammable et non fusible, elle assure la protection de la tête et du cou sous le casque. A l'origine, utilisée lors des feux de bateaux et des incendies de forêts, elle tend à remplacer le tour de cou lors des feux urbains. Elle protège également le sapeur du froid l'hiver.

2.1.3. Les gants²⁸

Ils sont indispensables pour éviter toutes brûlures des mains. Ils doivent non seulement permettre une protection efficace des mains mais permettre une bonne dextérité.

Si cela est évident aujourd'hui, il faut savoir que cet équipement de protection individuelle n'est apparu dans la panoplie du Sapeur-pompier qu'au début des années soixante. A cette époque, bon nombre de sapeurs voulant protéger leurs mains achetèrent eux-mêmes des gants de chantier et les utilisèrent pour les opérations de déblais. Il a fallu attendre la fin des années quatre-vingt-dix pour voir apparaître son cahier des charges.



Ils répondent à la norme EN 659 :

- résistance à l'abrasion, à la déchirure et à la perforation ;
- bonne longévité ;
- résistant à la flamme, à la chaleur de contact de 650°C pendant 10 secondes, à la chaleur convective et radiante ;
- manipulations en milieu humide, gras et chaud.

Ces gants en cuir sont doublés du même tissu anti-feu composant les vêtements. L'actuel gant de protection comporte un sous gant anticoupure et possède un protège artère.

Un crispin, doté d'un système de réglage, vient recouvrir le bas des manches de la veste de protection.

2.1.4. Les bottes

Elles constituent un élément important de protection, permettant l'isolation contre l'eau, les produits toxiques, les restes de cendres et de braises incandescentes.

Les bottes d'intervention incendie sont en cuir. Elles peuvent être doublées de matériaux imperméables permettant le passage de l'humidité due à la transpiration (Gore-tex®).

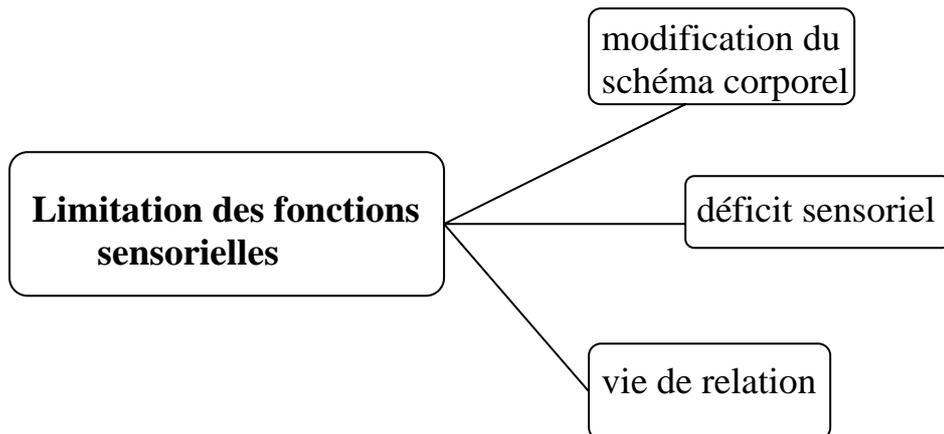
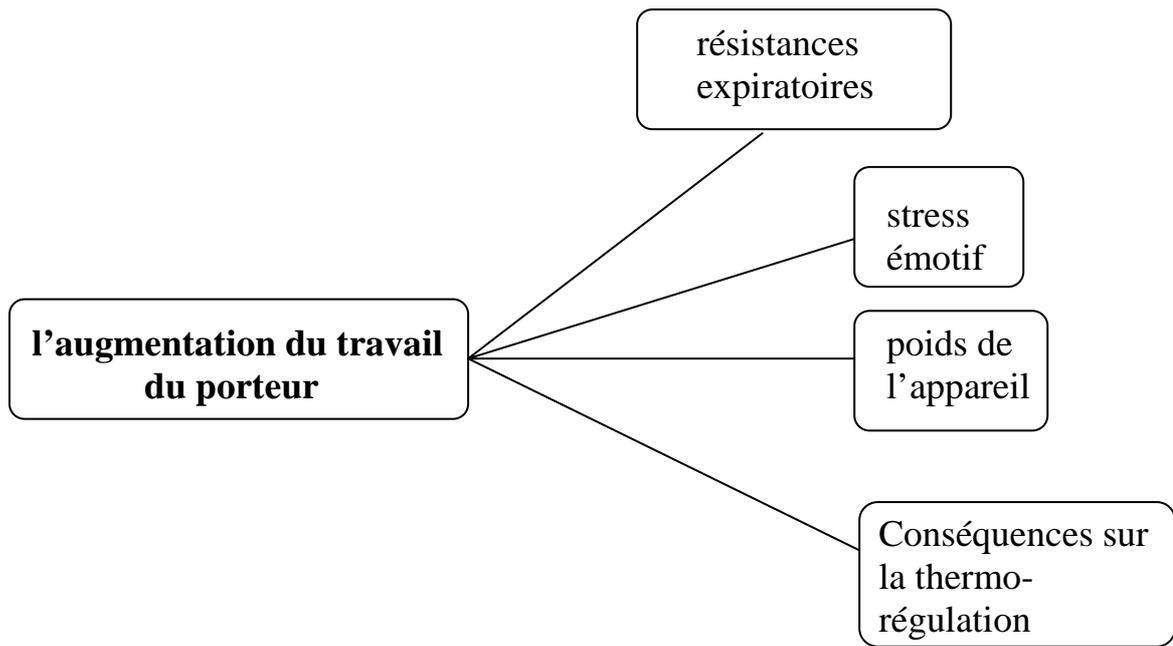
2.2.L'appareil respiratoire isolant (ARI)^{29,30}

La description suivante a pour objet les ARI à circuits ouverts : l'air vicié est évacué à l'extérieur, contrairement aux ARI à circuit fermé où l'air expiré est recyclé.

Principe de fonctionnement : l'ARI sert à fournir au porteur un air respirable isolé de l'atmosphère ambiante. L'utilisateur respire à la demande de l'air détendu à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique.

Les contraintes physiologiques liées au port de l'ARI sont principalement de deux ordres (cf. schémas)

- l'augmentation du travail du porteur et
- une limitation des fonctions sensorielles.

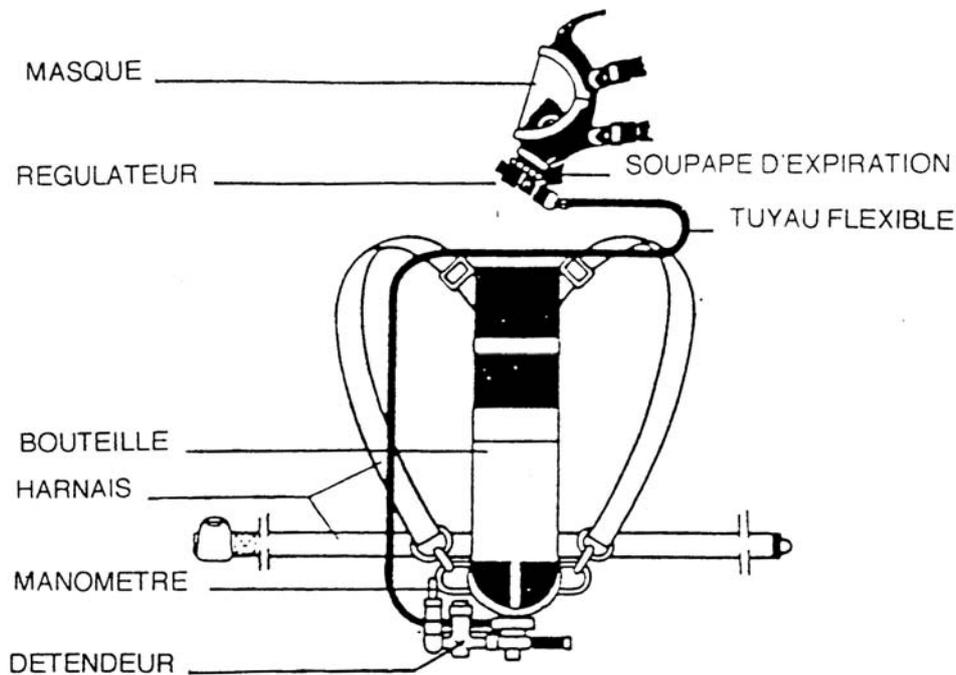


2.2.1. Descriptif d'un ARI

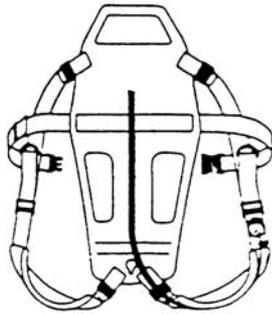
L'ARI se compose :

- **d'une réserve d'air comprimé**, contenu dans une ou deux bouteilles, le plus souvent en métal ;
- **d'un dispositif de portage, le harnais**, conçu de manière à répartir de manière homogène le poids de l'appareil ;
- **d'un ensemble de détente**, permettant à l'air comprimé de passer d'une haute à une moyenne pression. Il abaisse la pression de 200 ou 300 bars à 6 ou 7 bars, tout en conservant un débit d'air continu et régulier ;
- **d'une soupape d'alimentation** du masque en air à moyenne pression. Le régulateur abaisse la pression de 7 bars à une très légère surpression (3 millibars) ce qui empêche les gaz toxiques de pénétrer à l'intérieur du masque ;
- **d'un masque facial étanche** aux gaz toxiques, ce qui complète la sécurité liée à la surpression.

Le poids de l'appareil qui peut atteindre 16 kg. Une norme définit un poids maximum de 18 kg.



L'appareil respiratoire isolant (ARI)



Le harnais

Le harnais joue un rôle capital puisqu'il répartit les charges de l'ARI. Les sangles doivent être convenablement serrées afin que l'ARI ne bouge pas lors de l'exercice, mais suffisamment lâches pour ne pas comprimer le thorax et gêner la mécanique ventilatoire.

La qualité de l'air utilisé pour le remplissage des ARI est régie par la norme NFS 76-001, qui prend en compte la valeur maximale d'exposition, c'est-à-dire la valeur moyenne admise pour un travailleur pendant huit heures. L'air comprimé est débarrassé d'éventuels polluants, en particulier : le CO, le CO₂ et les vapeurs d'huile pouvant résulter d'un compresseur défectueux. L'air est également asséché afin de garantir une plus grande longévité des appareils, en luttant contre la corrosion. Par ailleurs la condensation lors de la décompression est évitée, et par conséquent l'inhalation d'un air humide voire l'inhalation de gouttelettes d'eau est évitée.

Les principaux équipements de sécurité sont les suivants :

- **La balise sonore de localisation** : petit boîtier qui déclenche un signal de détresse de 120 décibels si le porteur reste immobile plus de 30 secondes. Possibilité de déclenchement manuel. N'est pas utilisé par toutes les équipes.
- **La ligne de vie** : permet à la première équipe de faire sa reconnaissance et de revenir facilement sur ses pas dans l'obscurité ou dans la fumée. La technique repose sur le principe du « fil d'Ariane ».
- **La lampe portative**
- **La ligne personnelle**
- **La corne**, permettant de communiquer de façon simple, au moyen d'un code pré-établi
- **Les moyens de radio transmission** : poste portatif équipé d'un micro, d'un ostéophone ou d'un laryngophone.
- Certains ARI sont dotés d'un raccord supplémentaire permettant d'alimenter un deuxième masque destiné à une victime ou à un deuxième Sapeur-pompier en difficulté dont les bouteilles seraient vides.

2.2.2. Le port de L'ARI modifie la dynamique cardio-respiratoire

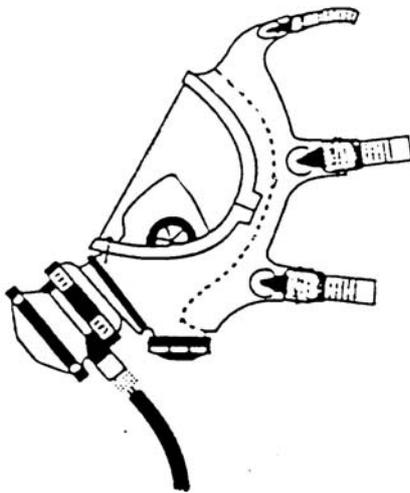
Les résistances respiratoires sont augmentées :

La résistance inspiratoire provient de la nécessité d'obtenir une légère dépression à l'intérieur du masque, de manière à ouvrir la valve d'admission d'air.

La résistance expiratoire est l'effort nécessaire au sujet pour rejeter l'air expiré par la soupape d'expiration. Dans le cas des masques à pression positive, cet effort ne doit pas excéder 10 mbars (mais être supérieur à 4,2 mbars suivant la réglementation).

Ces efforts supplémentaires sont à l'origine d'une dépense d'énergie non négligeable. Dans les masques à pression positive, la pression télé-expiratoire ne retombe jamais à zéro. Il persiste donc toujours une pression résiduelle dans le circuit expiratoire. L'existence de cette pression positive favorise les échanges gazeux en améliorant le recrutement alvéolaire, comme les systèmes de bien sûr le font lors de la ventilation non invasive des sujets présentant une défaillance cardiaque gauche.

L'espace mort est augmenté :



L'espace mort représente le volume restant libre entre les alvéoles pulmonaires et la soupape expiratoire de la pièce faciale.

Il s'agit d'un espace ventilé mais non perfusé³¹.

L'espace mort comprend les bronchioles, les bronches et les voies aériennes supérieures ainsi que le volume restant libre à l'intérieur du masque. Une proportion importante du volume courant reste alors piégée dans l'espace mort et ne participe pas aux échanges.

Lorsque l'efficacité ventilatoire n'est pas bonne, l'élimination du CO₂ se fait mal par hypoventilation alvéolaire. Il s'installe alors une hypoxie avec une hypercapnie, ces deux éléments étant liés par une relation non linéaire.

Une partie de l'air expiré, riche en CO₂ est inspiré à nouveau (phénomène de « re-breathing ») ce qui provoque une hyperventilation et une sécrétion d'hormones catécholaminergiques.

Pour remédier à ces effets nocifs, les constructeurs ont développé des demi-masques qui présentent une séparation entre la partie haute et la partie basse du masque.

La réglementation prévoit que la teneur en CO₂ de l'air inhalé ne doit pas dépasser une valeur moyenne de 1% en volume.

2.2.3. Le port de l'ARI induit un intense stress émotif

Le stress émotif est majeur au moment du départ de l'intervention. Les causes sont multiples et dépendent amplement du sujet et de son expérience antérieure.

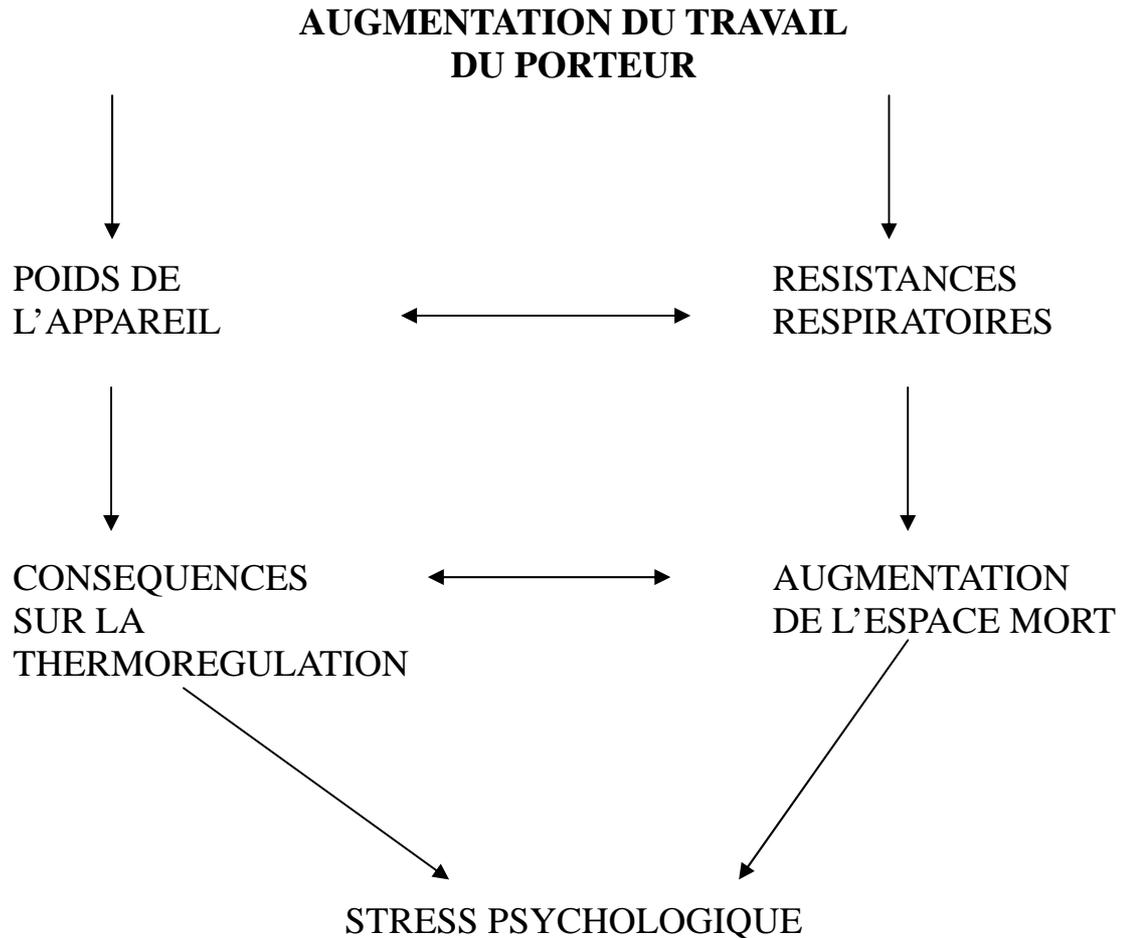
L'influence du stress psychologique est inversement proportionnel à l'importance de l'effort physique. On peut donc estimer que le port de l'ARI, qui requiert un effort physique conséquent, protège d'une certaine façon le sujet d'un stress psychologique trop intense.

Les principaux facteurs du stress psychologique sont :

- Une anxiété précédant l'intervention et amenant le sujet à s'interroger sur la nature exacte de l'intervention. Rien n'est plus éprouvant pour un pompier de ne pas savoir où il va et sur quel type d'intervention. L'ignorance est source de tous les fantasmes.
- Un sujet jeune et inexpérimenté ;
- La claustrophobie ;
- Le manque de pratique au port de l'ARI

On doit en particulier chez ces sujets redouter des réactions inadaptées comme le réflexe d'arrachement du masque qui expose à une inhalation toxique. Ces réactions de panique peuvent être prévenues si le sujet est solidement entraîné ou alors, il convient de le réformer du port de l'ARI.

- La nature de l'intervention : victime, chaleur, bruit, fumée, feu... ainsi que le changement soudain des conditions d'intervention (embrasement soudain) ;
- Une pénétration plus ou moins aveugle dans un milieu hostile, avec des facultés sensorielles amoindries ;
- Un relatif isolement du monde extérieur.



2.2.4. Les conséquences physiologiques du port de l'ARI

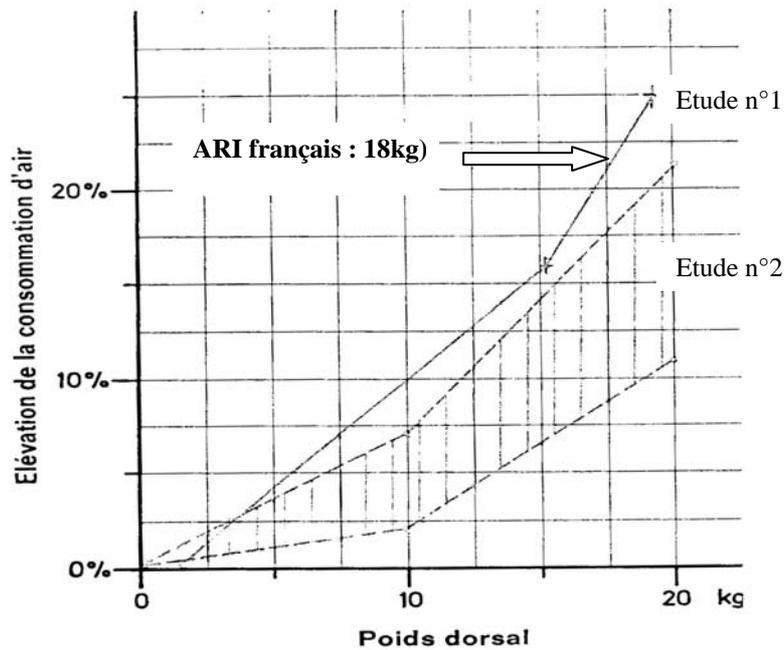
- une sécrétion de catécholamines avec élévation du niveau métabolique ;
- une augmentation de la fréquence cardiaque ;
- une augmentation de la fréquence ventilatoire. En effet, les mécanismes de thermolyse sont restreints par l'équipement vestimentaire et le masque. La seule possibilité physiologique est une perte de calories par l'air expiré, au prix d'une hyperventilation, délétère sur le plan de la conscience.

Par ailleurs, la déperdition hydrique importante liée au port de l'appareillage, en diminuant la masse corporelle, aboutit, à la longue, à une augmentation de la température centrale.

Mais le poids de l'appareil respiratoire reste le principal facteur limitant de l'endurance du Sapeur-pompier entraîné. Il a été montré que l'élévation de l'influence du poids sur la dépense d'énergie était plus grande entre 15 et 20 kg que celle produite entre 10 et 15 kg³².

Le *graphique suivant* illustre parfaitement le rôle néfaste du poids de l'appareil sur la consommation d'oxygène. L'auteur confronte ici ces propres résultats (ligne pleine) et celle d'une étude antérieure (case hachurée – essais de Schleusing et Ohl).

On voit que pour un appareil respiratoire de 18 kg (norme française), l'élévation de la consommation d'oxygène est proche de 20%.



Elévation exprimée en pourcentage de la consommation d'air respiratoire par rapport au poids de l'appareil respiratoire isolant

(Confrontation de deux études)

Le port de l'ARI français augmente de 20 % la consommation d'air respiratoire.

Influence de l'ARI sur les fonctions sensorielles

Modification du schéma corporel

- le poids de l'appareil freine le porteur dans sa course, le gênant dès qu'il monte un étage ou qu'il se baisse. Même rendu solidaire par des sangles réglables, l'ARI peut présenter un ballant particulièrement sensible au moment de la course ou du passage d'obstacle.
- l'encombrement des bouteilles dans le dos du porteur est à l'origine d'une gêne permanente. Le fond de la bouteille limite l'extension de la tête lors des passages délicats.
- Le harnais limite la flexion, l'extension et la rotation du tronc. Il en est de même de la flexion de la tête en avant et de sa rotation sur les côtés.

Déficit sensoriel

- **le champ visuel est rétréci**, ce qui oblige des mouvements plus fréquents de la tête. Ce champ peut être encore diminué par un serrage incorrect du casque.
- **l'acuité visuelle peut être diminuée** par la présence de buée à l'intérieur du masque. Elle l'est encore davantage si des projections salissent sa face externe et que le Sapeur-pompier évolue dans une atmosphère opaque.
- **l'acuité auditive est perturbée** par les bruits de ventilation issus de la détente des gaz.
- **la perte de l'odorat** est la conséquence d'un système isolant le sujet de l'atmosphère extérieure. Elle fait prendre un risque supplémentaire par la non perception de certains gaz incolores (butane, propane) ou de vapeurs d'hydrocarbures, effluents hautement inflammables et explosifs.
- **Le toucher est rendu maladroit** par les gants qui n'autorisent pas la manipulation de petits objets.
- **La perception des rayonnements est diminuée** par le masque et les gants et rend l'appréciation de la chaleur plus difficile.

La vie de relation est globalement affectée pour un pompier en tenue de feu, portant ARI, casque et tenue de feu.

- difficulté à communiquer avec ses coéquipiers ou les victimes :
 - la perception auditive de bruits ou d'ordres est diminuée par le port du casque ;
 - la voix n'est plus perceptible qu'à un ou deux mètres.
 Le porteur peut être tenté d'ôter un court instant son masque pour se faire comprendre, geste entraînant un risque d'intoxication.

- adaptation à un environnement hostile rendue malaisé par un appareillage lourd, encombrant et amoindrissant toutes les fonctions sensorielles.

- La dépense d'énergie est plus importante et aboutit à une fatigue plus précoce.

CONTRAINTES PHYSIQUES	CONTRAINTES PHYSIOLOGIQUES	CONTRAINTES SENSORIELLES	CONTRAINTES ENVIRONNEMENT
Poids ↗ (+10 à 16 kg) Encombrement ↗ Déséquilibre Mouvance + difficile Amplitude ventilatoire ↘	Capacité vitale Pression expiration ↗ Pression inspiration ↗ Espace mort	Vue Audition ↘ Olfaction communication	Chaleur Environnement hostile ↗
CONSEQUENCES	CONSEQUENCES	CONSEQUENCES PSYCHOLOGIQUES	
Efforts musculaires Besoin en O2 ↗ fatigue	Ventilation moins efficace ↓ Fréquence ventilatoire Consommation air ↗ CO2 sanguin pouls	Lucidité Maîtrise ↘ stress ↗	

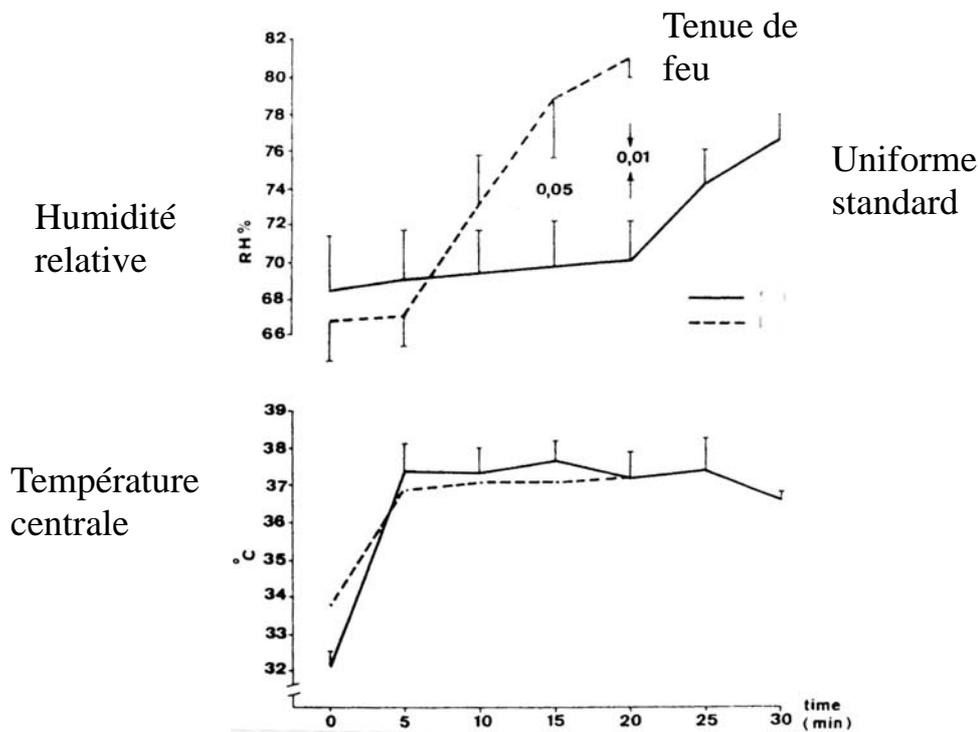
A.R.I et modifications sur l'organisme

3. L'aptitude physique du Sapeur-pompier

3.1. Les contraintes physiques subies par les Sapeurs-pompiers

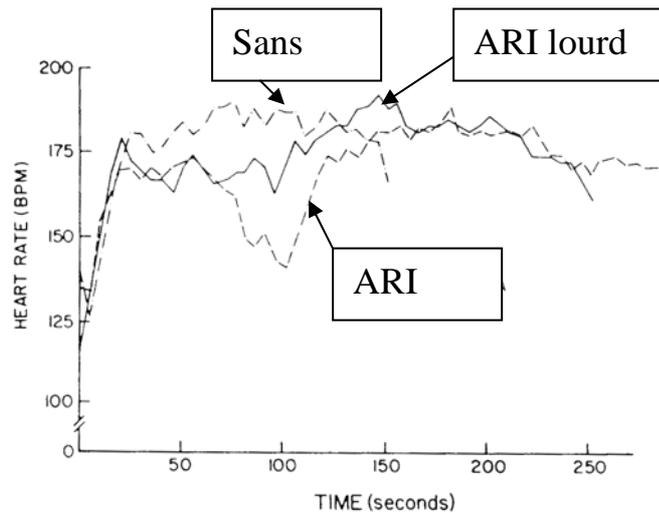
Le secours incendie nécessite le port de l'ARI et de la tenue de feu. Les efforts réalisés sous ces conditions requièrent une intense dépense énergétique^{33,34}.

- ❖ Le poids de l'équipement de protection qui comprend les vêtements et l'ARI, pèse de 15 à 26 kg. Il est à l'origine d'une augmentation de la consommation d'énergie de 20% à 33% (suivant les auteurs), au cours de la marche ou de la montée d'un escalier^{35,36}.
- ❖ Le simple fait de porter un ARI augmente la fréquence cardiaque de 15 bpm.
- ❖ Les individus s'exerçant dans un environnement chaud se sentent épuisés et ont tendance à interrompre leur activité lorsque leur fréquence cardiaque atteint 145 bpm³⁷.
Des Sapeurs-pompiers s'entraînant en simulateur de feu avaient une fréquence cardiaque supérieure à cette fréquence cardiaque critique de 145 bpm.
- ❖ La consommation d'oxygène en tenue de feu complète atteignait 80% de la VO₂ max au cours de la montée d'un escalier³⁸.
- ❖ Les contraintes physiologiques induites par l'utilisation de l'équipement de protection durant l'exercice à l'intérieur d'une chambre d'expérimentation pouvaient être attribuées principalement au stress thermique, en relation avec la forte humidité générée par leurs vêtements imperméables³⁹.



Température et humidité relative à l'intérieur d'un uniforme standard britannique et d'une tenue de feu (moyenne et écart-type), au cours d'un exercice

- ❖ Le poids additionnel de l'équipement est un paramètre majeur de la dépense énergétique.
- ❖ La fréquence cardiaque augmente rapidement dès la première minute puis fait un plateau à 90%-100% jusqu'à ce que l'attaque du feu soit terminée⁴⁰ : cf graphe ci après.
L'extinction d'incendie de moyenne importance représente une activité anaérobie à l'origine de fréquences cardiaques élevées, ne dépendant pas du port d'un ARI, qu'il soit léger ou lourd.



Heart rates of single subject measured every 5 s during each of three fire fighting drills.

Fréquence cardiaque enregistrée chez des Sapeurs-pompiers au cours d'une manoeuvre, en fonction de la présence d'un ARI ou non⁴¹.

Lorsque les contraintes extérieures habituellement présentes au cours d'un incendie sont éliminées (chaleur, stress émotionnel,...), combattre un incendie représente un travail physique correspondant à 60-80% de la $VO_2\text{max}$ ⁴².

Des opérations durant 20 à 30 minutes sous ARI dans les conditions actuelles de combat, requièrent un appareil cardio-vasculaire dont la $VO_2\text{max}$ est d'au moins 3,5 l/min⁴³.

- ❖ La fréquence cardiaque augmente en réponse au stress thermique mais elle augmente plus vite que ne le fait la consommation totale d'oxygène, ceci étant à l'origine d'un stress physiologique supplémentaire⁴⁴.
- ❖ Entrer dans un immeuble en feu et déterminer l'origine de l'incendie demande une grosse dépense d'énergie. La capacité d'un sapeur à ressortir de l'immeuble, particulièrement lorsqu'il effectue un sauvetage, est fortement dépendante de sa résistance à la fatigue⁴⁵.
- ❖ Enfin, comme la $VO_2\text{max}$ décline avec l'âge de façon physiologique, un entraînement physique « effectif » est nécessaire afin de maintenir le haut niveau de travail physique requis par l'utilisation de l'ARI⁴⁶.

3.2. Les contraintes psychologiques du travail de Sapeur-pompier 47,48,49,50,51,52,53,54,55,56

Le stress est considéré comme une réaction d'adaptation globale de l'individu à une situation perçue comme pouvant menacer son intégrité physique ou psychique.

De manière générale, les interventions sérieuses, perçus comme critiques par les Sapeurs-pompiers, sont stressantes sur le plan émotionnel, en raison de :

- leur occurrence soudaine, inattendue, brutale
- leur capacité à provoquer des sentiments d'impuissance, d'effondrement ou de colère réactionnelle
- leur corrélation à des émotions intenses, porteuses d'angoisse voire de douleur morale (ressenties ou perçus chez les victimes)
- leur capacité à confronter les individus à la mort, à l'atteinte grave de l'intégrité physique ou morale, de soi ou des autres...

Des stressseurs physiologiques présents lors de l'intervention, viennent s'ajouter à ce tableau. Il faut en effet également prendre en compte :

- les contraintes thermiques brutales, changeantes
- les baisses du taux d'oxygène dans l'air, dues au feu, nécessitant le port stressant de l'appareil respiratoire isolant
- les effets des matières toxiques et chimiques, ou malodorantes
- l'éventuel manque physique du à la fatigue, au surmenage
- les modifications neurophysiologiques du stress intense, tachycardie, tremblement, suées, essoufflement ...

Il faut insister sur les effets nocifs du stress dit « cumulatif », qui provoque le cheminement progressif vers l'épuisement physique et mental, lorsque les interventions répétées, même anodines ou habituelles, sont vécues avec pénibilité par le Sapeur-pompier. Dans ce cas, ce dernier va, au fil des sorties, vivre les conséquences du stress jusqu'à la sensation de ne plus parvenir à les contrôler, d'être submergé. Il se sentira alors menacé durant les interventions, se percevant comme incapable de mettre en oeuvre sa capacité à faire face.

Les effets néfastes du stress professionnel chez les Sapeurs-pompiers peuvent aboutir de manière progressive à de véritables tableaux pathologiques rendant les individus inopératoires.

En juillet 1994, une bombe explose dans une rame de métro à la station Saint-Michel à Paris. Les autorités politiques qui visitent les victimes de l'attentat sont

impressionnées par l'importance des troubles psychiques. Le président de la République charge alors Xavier Emmanuelli, secrétaire d'Etat à l'action humanitaire d'urgence de créer un dispositif approprié à la prise en charge de tels blessés psychiques : la Cellule d'Urgence Médico-Psychologique (CUMP) pour les victimes d'attentats, de catastrophes et d'accidents collectifs est alors mise en place.

Quelques années plus tard vient la reconnaissance de syndrome post-traumatiques des sauveteurs et la mise en place de cellules de soutien psychologique pour les SDIS (CAMPsy : Cellule d'Aide-MédicoPsychologique).

En phase pré-opérationnelle.

Avant les éventuelles interventions, à la prise de poste par exemple, les différentes études et observations réalisées montrent que, sur le plan comportemental, les effets du stress apparaissent au travers soit d'une certaine **nervosité ou attente anxieuse**, pouvant se traduire par de l'irritabilité et une tension dans les contacts sociaux, soit par un **comportement d'évitement**, voire d'inhibition, marqué par la crainte, l'appréhension de l'alerte.

Ces réactions individuelles peuvent être majorées, lorsqu'un évènement difficile, une intervention tragique ou vécue comme telle par les individus, se sont produits quelques temps auparavant, sans qu'une conclusion psychologique de la mission n'ait eu lieu.

A cela peuvent s'ajouter des prises excessives de **stimulants** tels que le café, le tabac, les médicaments, l'alcool... la dépendance à ces substances se faisant progressivement et insidieusement.

Par ailleurs, le Sapeur-pompier doit parfois **attendre durant de longues heures** sans déclenchement de l'alerte et, bien qu'étant toujours occupé par l'entretien des matériels ou l'entraînement, le manque d'intervention peut susciter ennui et perte de motivation par un mécanisme de sous-stress dont les effets sont également négatifs.

Sur le plan cognitif, les effets du stress se traduisent par de l'angoisse et la peur :

- d'un évènement déjà vécu auparavant et redouté,
- de la confrontation à la mort,
- d'une atteinte de l'intégrité physique ou mentale,
- de ne pas être à la hauteur et de représenter un danger pour les collègues,
- de laisser transparaître en cours d'intervention des émotions non contrôlables, vécues comme disqualifiantes aux yeux des collègues,
- pour les volontaires des petites communes de secourir leurs proches.

A cela s'ajoute le retentissement des **problèmes personnels et familiaux** qui peut venir parasiter les pensées ou le raisonnement des individus.

Les difficultés relationnelles au sein des équipes ont un effet néfaste sur les sujets, quand elles ne sont pas occasionnées justement par la situation de stress elle-même.

Il faut par ailleurs aussi **prendre en compte la personnalité pathologique éventuelle des individus**. Dans ce cas, le sujet se trouve prédisposé au stress et les effets de ce dernier se montreront rapidement dévastateurs et nocifs non seulement sur la performance de l'individu, mais sur celle de l'équipe entière.

Sur le plan physiologique, outre les troubles organiques tels que l'asthme, l'obésité, les pathologies cardio-vasculaires...que peuvent présenter les Sapeurs-pompiers, le surmenage physique, les conditions d'alimentation difficiles, par les conséquences qu'elles entraînent, sont des sources de stress avérées.

C'est pourquoi une certaine hygiène de vie doit, dans la mesure du possible, être respectée par les individus.

Au moment de l'intervention, les stressseurs sont nombreux.

Il faut d'abord tenir compte du **phénomène de l'alerte** qui provoque, on le comprend, une modification de l'ambiance qui devient très riche en émotions. Ses effets seront minimes sur un sujet vigile, en service, mais très importants sur un individu non vigile, comme c'est le cas lorsque la mise en alerte est non sélective, que l'appel est notifié à tout le personnel du centre de secours. L'effet de l'inattendu est toujours stressant.

Sur le plan du comportement, l'intervention du Sapeur-pompier est fortement marquée par la **contrainte du temps**. Le Sapeur-pompier doit agir le plus rapidement possible, depuis le déclenchement de l'alerte jusqu'à la fin de la mission. Durant leur entraînement, les Sapeurs-pompiers apprennent à exécuter une somme de tâches essentielles en un minimum de temps. Cette exigence de rapidité, cette contrainte temporelle est un des facteurs de stress les plus puissants de la profession.

Sur les lieux de l'intervention, confrontés à **l'affolement éventuel des populations** secourues, les personnels peuvent se trouver non seulement gênés par les comportements des victimes mais également contaminés à leur tour par la peur (ou même la panique), s'ils se trouvent débordés par les exigences de la situation. Ceci se traduira par une agitation anxieuse désordonnée ou, au contraire, par une inhibition, une incapacité à agir.

L'exposition à des vues insoutenables, quoique habituelle chez les Sapeurs-pompiers, peut néanmoins engendrer un stress intense chez l'individu transitoirement fragilisé par du surmenage, des troubles physiques, des préoccupations anxieuses pouvant dépasser le cadre professionnel.

Le sentiment d'impuissance face à une situation de détresse extrême vécue par une victime provoque toujours de vives émotions qui, avec le temps, se transforment en sentiments d'angoisse, en douleur morale profonde, surtout si ces émotions n'ont pas pu être verbalisées.

Certaines réactions sont normales et adaptatives. L'angoisse est bien sûr au coeur des réactions émotionnelles normales, tant dans sa forme d'expression psychique que physique. Son intensité reste modérée, elle n'entraîne pas de trouble du comportement et ces troubles anxieux sont rapidement résolutifs en quelques heures. Parfois aucune manifestation anxieuse ne se produit, comme si le choc avait été instantanément surmonté, mais cela ne signifie en rien que le sujet a été protégé de tout impact traumatique. De même, les blessures physiques ne protègent en aucun cas des blessures psychiques, elles sont même parfois un facteur aggravant.

En phase post-opérationnelle

Les intervenants se réfugient dans le silence, source de ruminations négatives, de raisonnements néfastes.

Durant le trajet du retour, on ne se parle pas. On s'évite même, peut-être. Les personnels pratiquent le déni et le refoulement de leurs émotions. Avouer une peur, une tristesse ou une détresse est injustement perçue comme une faiblesse. Certains diront que les collègues ne leur feraient plus confiance, ou douteraient de leur habilité professionnelle. D'autres penseront que tout le monde se moquera.

Pourtant les différentes études ayant porté sur l'impact des expériences émotionnelles insistent sur les effets bénéfiques du partage social.

Face à l'alerte, le Sapeur-pompier en vient à développer le même type de **conduite d'évitement**. Cela peut aller du simple désir d'échapper à l'intervention en souhaitant ne pas être disponible par exemple, jusqu'à la fuite réelle, organisée. En fait, entre chaque alerte, le sujet reste plongé dans un stress anticipé, marqué par une forte appréhension de l'appel.

Après la mission, même si celle-ci a été banale, le Sapeur-pompier peut connaître de façon plus ou moins intense les effets physiologiques du stress : tachycardie, tremblements, sueurs. A long terme, des troubles organiques peuvent s'installer : hypertension, affections psychosomatiques, perturbations du sommeil...

L'individu « à la dérive » peut alors se tourner vers le médicaments, l'alcool, le tabac dont les prises vécues comme lénifiantes présentent le danger d'une évolution lente vers une conduite de dépendance.

En situation normale, la phase post-opérationnelle est suivie d'une **période de décompression** durant laquelle le Sapeur-pompier se libère des tensions accumulées pendant l'intervention. Elles expriment au travers de comportements de repli ou d'excitation toutes les angoisses, les peurs ressenties. Les rires, l'humour sont souvent présents. Les émotions réprimées s'extériorisent grâce à des remarques dont le cynisme est à la hauteur du stress vécu. Le sujet traumatisé ne participera pas, restant isolé, revivant les images 'choc' de l'opération, se dégageant avec peine de l'ambiance émotionnelle qu'elle aura suscitée. Certains rapportent que le film des évènements continue de se dérouler dans leur tête pendant plusieurs jours.

Le defusing ou verbalisation immédiate

Le « traitement » spécifique du stress post-interventionnel est le defusing : chaque intervenant doit pouvoir **verbaliser ses difficultés au cours d'une séance plénière**.

Son but est de réduire l'apparition des troubles psychologiques en favorisant une meilleure compréhension de l'évènement traumatisant ainsi que des réactions des intervenants. (Voir plus loin)

A cela s'ajoutent des sources de stress liées à :

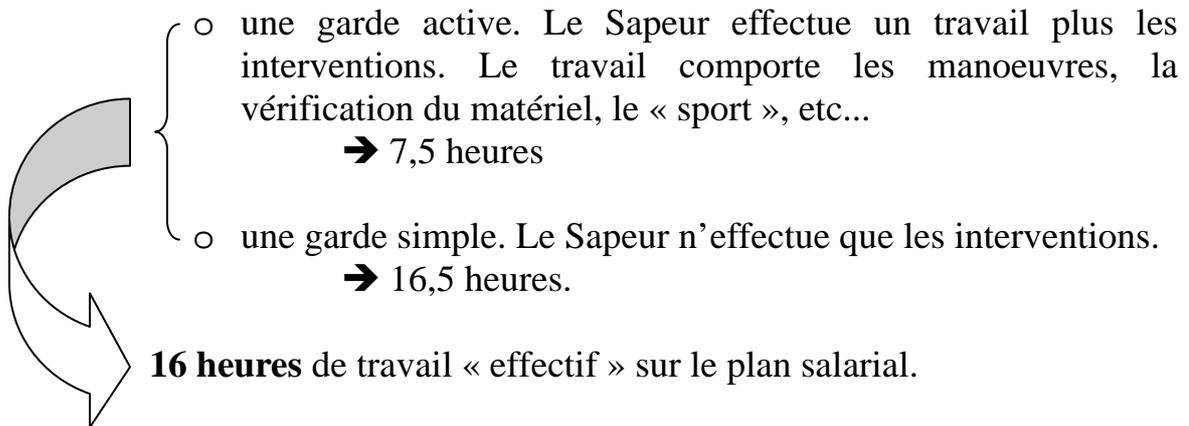
- la nature diversifiée des interventions : risques chimiques, environnements difficiles...
- l'atteinte potentielle de l'intégrité physique,
- la confrontation à la souffrance, à la mort...

3.3. L'aptitude physique réglementaire du Sapeur-pompier

Le régime de travail du Sapeur-pompier Professionnel en Loire-Atlantique (Nantes et Saint-Nazaire)

Le volume horaire annuel est de 1600 heures.

Au cours de 24 heures de travail, on considère que le Sapeur-pompier remplit :



Finalement, considérant le volume horaire annuel, le Sapeur-pompier a
 $1600 \text{ H} / 16 \text{ H} = 100$ jours de garde.

Les sapeurs du groupement de Saint-Nazaire ont adopté le système 24/48 : 24 heures de gardes suivies de 48 heures de repos.

Au cours d'une journée de travail, les sapeurs ont 1 à 2 heures de sport obligatoire, après la manoeuvre. Le matin, l'activité physique est encadrée. L'endurance et la musculation sont les principales activités proposées. Le soir, l'activité est facultative. Elle se présente alors le plus souvent sous forme de sports collectifs (football, volley) ou d'un jogging.

Les accidents survenant au cours de l'entraînement représentent la première cause d'accident de travail : selon une récente étude suédoise⁵⁷, 75% des accidents de travail des Sapeurs-pompiers surviennent au cours d'un sport d'équipe ou de contact (football...). Cette catégorie de blessures est responsable pour 83% des dépenses médicales. Par contre, les sports individuels ne sont responsables que de 7% des blessures survenant en entraînement.

Les conditions de travail des Sapeurs-pompiers sont telles qu'un examen médical initial est obligatoire⁵⁸.

En effet, il n'est pas concevable que des individus censés porter secours à autrui, ou devant combattre dans des circonstances dangereuses présentent une déficience physique ou psychologique quelconque.

Les limites ne sont pas faciles à poser, c'est pourquoi le Médecin Sapeur-Pompier s'aide d'une grille établie à l'origine pour les militaires.

Un certain nombre de critères médicaux sont de ce fait nécessaires afin de recruter des éléments en bonne santé, susceptibles de mener à bien les missions sans mettre sa propre vie en danger, ni celle de ses co-équipiers ou des victimes.

L'aptitude médicale aux fonctions de Sapeur-pompier est prononcée par un Médecin Sapeur-pompier habilité.

3.3.1. Les textes officiels régissant l'aptitude physique du Sapeur-pompier volontaire (SPV) ⁵⁹

La visite d'engagement ou de réengagement

Le cadre légal de cette visite est fixé par arrêté du 6 mai 2000 qui exige :

- Une taille égale ou supérieure à 1,60 m pour les hommes et les femmes sans dérogation possible.
- L'absence de difformité incompatible avec le port de l'uniforme.
- L'absence d'antécédents rachidiens pathologiques.
- L'absence de trouble objectif ou subjectif de l'équilibration
- L'absence de toute lésion névropathique (épilepsie, éthylisme) ou mentale
- Une acuité visuelle égale ou supérieure à 5/10 pour un oeil, égale ou supérieure à 1/20 pour l'autre sans correction optique, la perception satisfaisante de la totalité des couleurs
- Une acuité auditive normale ou voisine de la normale
- Un examen général clinique et radiologique qui devra porter tout particulièrement sur l'appareil cardio-vasculaire et pulmonaire. Des Epreuves Fonctionnelles Respiratoires sont systématiquement effectuées. Chaque infirmerie en Loire-Atlantique dispose d'un spiromètre.
- Une absence de manifestation d'hyperréactivité bronchique.
- Satisfaire aux épreuves déterminantes de la valeur fonctionnelle (indice de robustesse de Ruffier, indice respiratoire de bien sûr, indice cardiaque de Ruffier, indice de Ruffier-Dickson, test de Martinet) et du contrôle de la faculté d'équilibre (épreuve de Romberg, test de Fukuda). (voir en annexe le test de Ruffier)
- Satisfaire aux conditions obligatoires de vaccination (voir paragraphe suivant)

La visite des Sapeurs-pompiers volontaires de plus de 40 ans.

Les examens habituels sont complétés à partir de 40 ans par un bilan biologique (cholestérol total, triglycérides, glycémie, créatininémie, uricémie, numération et formule sanguine, gamma GT, examen des urines avec protéinurie, glycosurie, acétonurie) et un électrocardiogramme.

L'aptitude physique des Sapeurs-pompiers de plus de 40 ans, quel que soit leur grade, est contrôlée tous les 3 ans.

3.3.2. Les textes officiels régissant l'aptitude physique du Sapeur-pompier professionnel

Le terme de Sapeur-pompier naît avec le recrutement de militaires du Génie de la Garde pour constituer un bataillon de pompiers chargés de défendre Paris contre le feu à partir de 1831.

Le terme s'est ensuite étendu à la Province. Les effectifs varient peu et s'établissaient en 1999 de la manière suivante, pour un total de 44 000 SP :

SPP civils : 35300

SP militaires : 8700

dont : Brigade des SP de Paris : 7000

Bataillons des sùr de Marseille : 1700

L'aptitude du Sapeur-pompier Professionnel est celle du sportif de compétition.

Les candidats Sapeurs passent un concours organisé à l'échelle départementale, qui dure cinq jours. Celui-ci consiste en un test éliminatoire de natation, en épreuve physique et sportive (équilibre statique, endurance musculaire abdominale et des membres supérieurs, souplesse, vitesse, coordination, endurance cardio-respiratoire), en questions courtes sur un sujet de portée générale avec deux problèmes de mathématiques.

Une fois admissible, l'admission est prononcée après entretien avec un jury. Il y a en outre des épreuves facultatives (secourisme ou matériels et techniques).

Au moment du recrutement, le candidat qui souhaite devenir Sapeur-pompier Professionnel subit comme le Volontaire une visite médicale, durant environ une heure, afin de déterminer son aptitude à tenir cet emploi.

Le cadre légal de cette visite est fixé par arrêté du 6 mai 2000. (J.O. 11 juin 2000)

Cette visite fait référence aux normes prévues par le Ministère des Armées pour l'aptitude au service militaire et utilise le « SIGYCOP » du Ministère de l'Intérieur.

L'intérêt de ce barème est de pouvoir transposer les résultats du bilan médical en niveau d'aptitude. Cette technique permet de renseigner (sans déroger au secret médical) le commandement pour qu'il puisse affecter ou employer de la manière la plus rationnelle les personnels dont il dispose.

S	MEMBRES SUPERIEURS	1 à 6
I	MEMBRES INFERIEURS	1 à 6
G	ETAT GENERAL	1 à 6
Y	YEUX ET VISION	1 à 6
C	SENS CHROMATIQUE	1 à 4
O	ORELLES ET AUDITION	1 à 6
P	PSYCHISME	0 à 5

Le sigle SIGYCOP et sa signification

1 est le résultat le meilleur, 6 le résultat le moins bon

Les coefficients attribués aux différents sigles sont les suivants :

- six coefficients de 1 à 6 pour les sigles S, I, G, Y et O.
- quatre coefficients de 1 à 4 pour le sigle C.
- six coefficients de 0 à 5 pour le sigle P. Le zéro indique que l'intéressé n'a pas eu d'entretien avec un psychiatre lors de sa sélection, et ne peut donc être proposé que par le médecin généraliste des centres de sélection de l'Armée de Terre. Ceci n'est que provisoire, car il est transformé en coefficient de 1 à 5 à la fin du troisième mois de l'engagement.

Signification des coefficients :

- **Le coefficient 1** traduit l'aptitude à tous les emplois, même les plus pénibles, les plus contraignants ou les plus stressants.
- **Le coefficient 2** autorise la plupart des emplois. C'est le coefficient limite pour une aptitude professionnelle.
- **Le coefficient 3** limite d'emblée l'éventail des emplois opérationnels.
Y3 et O3 correspondent aux normes définies par le Ministre des Transports par un arrêté de 24 mars 1981. Pour la conduite des poids lourds et des transports en commun, il est exigé une acuité visuelle de 15/10 pour les deux yeux après correction. L'acuité de l'oeil le plus faible ne peut être inférieur à 5/10 après correction.
C3 détermine la valeur minimum du sens chromatique compatible avec l'emploi de conducteurs de véhicule.
P3 contre-indique l'affectation à un emploi contraignant ou exigeant un esprit d'initiative ou conférant une responsabilité.
- **Le coefficient 4 :**
Attribué à S, I ou G, il exempte de tout entraînement physique. Il limite par conséquent les sujets à des activités sédentaires ou à des emplois s'apparentant à leur profession civile.
Y4 et O4 correspondent aux normes requises pour la conduite de véhicules légers.
Pour mémoire, P4 rendait à l'époque du Service National l'inaptitude au service militaire.
- **le coefficient 5 :** réduit l'aptitude à certains emplois en particulier opérationnels. P5 entraîne une inaptitude à toutes les formes d'emploi.
- **Le coefficient 6** rend compte d'une inaptitude totale.

Un indice temporaire T peut être attribué à l'un des coefficients des divers sigles du profil médical à l'exception du C et P.

Cet indice marque l'existence d'une affection susceptible de guérir ou d'évoluer favorablement avec ou sans traitement. Il entraîne une restriction temporaire ou partielle de l'aptitude. S'il est attribué à un coefficient commandant l'inaptitude, il correspond à une proposition d'ajournement en attente d'un nouvel examen médical.

Le profil minimum acceptable pour le SIGYCOP d'un Sapeur-pompier professionnel est le suivant (profil B) :

S	I	G	Y	C	O	P
2	2	2	3	3	3	2

Le Sapeur-pompier Professionnel doit de plus, comme dans le cas du Sapeur-pompier volontaire, satisfaire aux exigences suivantes :

- un taille égale ou supérieure à 1,60 m pour les hommes et 1,55 m pour les femmes sans dérogation possible.
- L'absence de difformité incompatible avec le port de l'uniforme
- L'absence de trouble objectif ou subjectif de l'équilibration
- L'absence de toute lésion névropathique (épilepsie, éthyliste) ou mentale
- L'absence d'antécédents rachidiens pathologiques.
- Une acuité visuelle égale ou supérieure à 5/10 pour un oeil, égale ou supérieure à 1/20 pour l'autre sans correction optique, la perception satisfaisante de la totalité des couleurs
- Une acuité auditive normale ou voisine de la normale
- Un examen général clinique et radiologique qui devra porter tout particulièrement sur l'appareil cardio-vasculaire et pulmonaire.
- Une absence de manifestation d'hyperréactivité bronchique.
- Satisfaire aux épreuves déterminantes de la valeur fonctionnelle (indice de robustesse de Ruffier, indice cardiaque de Ruffier, indice de Ruffier-Dickson, test de Martinet) et du contrôle de la faculté d'équilibre (épreuve de Romberg, test de Fukuda).
- Satisfaire aux conditions obligatoires de vaccination. Les vaccinations obligatoires sont celles prescrites par l'article L.10, premier alinéa du code de la Santé Publique. En fonction des spécialités pratiquées et des signes de contamination encourus, le Médecin Sapeur-pompier chargé du contrôle de l'aptitude doit proposer les vaccinations adaptées, notamment : la vaccination contre la leptospirose, l'hépatite A, la typhoïde, la rage.

L'examen médical initial comprend :

- un entretien avec recherche des antécédents familiaux et personnels, appréciant les facteurs de risques, en particulier respiratoires, cardio-vasculaires et psychologiques.
- Un examen général avec biométrie dont les données cliniques orienteront le choix des examens biologiques envisagés ci-après.
- Des examens complémentaires comprenant :
 - Un examen ophtalmologique comprenant l'acuité visuelle, le champ visuel, la vision des couleurs ;
 - Un examen de l'audition ;
 - Des épreuves fonctionnelles respiratoires avec boucle débit-volume ;
 - Une radiographie pulmonaire.

Selon les données de l'examen clinique, un audiogramme et un ECG de repos peuvent être réalisés.

- des examens biologiques comprenant notamment :
 - glycémie, cholestérol, triglycérides, gamma-GT et transaminases ;
 - glycosurie, protéinurie, hématurie à la bandelette.

Les résultats de l'examen sont consignés dans le dossier médical.

La visite de contrôle ou visite de maintien en activité

Les spécificités des missions du Sapeur-pompier nécessitent un suivi rigoureux des personnels.

A partir de son engagement, et jusqu'à l'âge de 45 ans, l'aptitude physique des Sapeurs-pompiers volontaires quel que soit leur grade, est contrôlée tous les deux ans et demi.

Pour les Sapeurs-pompiers Professionnels, la visite médicale est annuelle et obligatoire de même que la pratique du parcours sportif.

Ce contrôle impose :

- un entretien portant sur les évènements médicaux familiaux et personnels ;
- la vérification du carnet de vaccination ;
- un examen clinique orienté sur la recherche de facteurs de risques cardio-vasculaires qui comprend notamment une biométrie ;
- un contrôle de l'acuité visuelle et auditive ;
- un examen radiologique pulmonaire ;
- une spirométrie (CV, VEMS, Tiffeneau, DEP) ;
- un ECG de repos voire une épreuve d'effort si besoin ;
- des examens biologiques si nécessaire.

Pour être maintenu en activité opérationnelle, les profils seuils exigés sont les suivants :

- jusqu'à 39 ans : profil B

S	I	G	Y	C	O	P
2	2	2	3	3	3	2

- de 40 à 49 ans : profil C

S	I	G	Y	C	O	P
3	3	3	3	3	4	2

- après 49 ans : profil D

S	I	G	Y	C	O	P
3	3	3	4	3	4	2

- le profil E correspond à une activité non opérationnelle qui impose pour le Sapeur-pompier professionnel un aménagement de son poste de travail sur proposition du médecin-chef, voire un reclassement dans un autre corps.

S	I	G	Y	C	O	P
4	4	4	4	4	5	2

3.3.3. L'aptitude du Sapeur-pompier féminin

La fonction de Sapeur-pompier est librement accessible aux femmes. Le seul aménagement concerne les conditions de déroulement et de notation aux épreuves d'aptitude physique (les mêmes pour les deux sexes) qui ont été allégées en faveur des femmes pour tenir compte de leur morphologie.

On considère actuellement que tout Sapeur-pompier volontaire féminin présentant une grossesse déclarée est inapte aux activités opérationnelles pendant une durée de un an et ne doit reprendre sa fonction qu'après avis favorable de son médecin de Corps.

DEUXIEME PARTIE

PROTECTION INDIVIDUELLE ET COLLECTIVE DES SAPEURS-POMPIERS SUR SITE

Lors d'un incendie, le Sapeur-pompier a trois objectifs :

- lutter contre la propagation des flammes c'est-à-dire circonscrire le sinistre et en assurer l'extinction ;
- protéger les biens et surtout :
- sauver les vies.

Les missions se déroulent dans un milieu particulièrement hostile, comme on l'a vu précédemment. En effet, les fumées et les gaz issus d'un incendie s'avèrent ne pas être que de simples résidus ou des sous-produits de la combustion mais constituent en réalité un véritable mélange combustible

Ils sont déterminants dans l'apparition de ces phénomènes que les anglo-saxons dénomment « backdraft » (explosion de fumées) et « flashover » (embrasement généralisé éclair).

Les situations présentant des risques d'explosion de fumées et d'embrasement généralisé éclair sont particulièrement délicates à identifier. Elles peuvent se présenter lors des différentes phases de l'incendie et intéresser plusieurs zones adjacentes au sein d'une même enveloppe batimentaire.

J'aborderai les risques encourus par les Sapeurs-pompiers en fonction du moment et du lieu de leur intervention.

Lorsqu'un accident impliquant un Sapeur-pompier survient malgré tout, comment organiser la prise en charge médicale ?

1. Le déroulement des opérations de secours en cas d'incendie :

Les missions des Sapeurs-pompiers prévues initialement pour la lutte contre les feux se sont considérablement diversifiées au fil des ans, les Pompiers devenant le premier maillon dans la chaîne des secours, quelque soit le danger.

Ainsi, les interventions de la Brigade des Sapeurs-pompiers de Paris pour la lutte contre les incendies ne représentent que 5% de l'ensemble de son activité opérationnelle. L'essentiel des interventions concerne le secours à personne (70%).

Mais l'extinction d'un sinistre reste une spécificité propre du métier de Sapeur-pompier, d'où il tire toutes ses lettres de noblesse.

1.1. La mise en place du dispositif de secours incendie

L'alerte est donnée dans l'immense majorité des cas par un appel téléphonique (18, 17, 15, ou numéro européen 112).

L'appel est traité par un opérateur au sein d'un centre disposant de moyens de télécommunication variés et en interrelation : le Centre de Traitements de Appel (CTA), est situé au sein du CODIS (Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours). En Loire-Atlantique, le CODIS est sur le site de sûr, à la Chapelle-sur-Erdre.

Grâce aux interrelations, l'intervention des personnels EDF et GDF est automatiquement déclenchée par le CTA, afin d'assurer les coupures du courant et du gaz.

L'opérateur bénéficie d'une aide à la décision informatisée. Selon les circonstances de l'évènement et de sa localisation, celui-ci transmet des ordres et des motifs de départ en temps quasi-réel au centre de secours concerné. Il peut à tout moment demander l'avis d'un officier superviseur.

Voici des **exemples de départ-type pour des feux de bâtiments** :

Type	Consigne
Feu concernant un lieu où l'on loge	2 FPT + VSAB + VL
Feu concernant un lieu où l'on loge comprenant un étage non accessible à échelle à coulisse	2 FPT + EPA + VSAB + VL
Feu concernant des établissements recevant du public (ERP) ne faisant pas l'objet d'un plan répertorié	2 FPT + EPA + VSAB + VL

FPT : Fourgon essoufflement - EPA : Echelle Pivotante Automatique - VL : Véhicule Léger – VSAB : Véhicule de Secours et d'assistance aux Blessés

Voir en annexe la mise en alerte de la chaîne de commandement au SDIS 44 (consigne A501)

L'engagement des secours répond à plusieurs objectifs :

- Une intervention la plus rapide possible, donc engagement des moyens disponibles du centre le plus proche du sinistre.
- Le recueil du maximum d'informations permettant d'anticiper les événements : engagement d'emblée maximaliste ou au contraire recours à des détachements préconstitués.
Ainsi, lors d'un important sinistre, le COS est capable d'estimer l'apogée de l'incendie. Dès la deuxième heure après l'appel, le COS peut adapter les effectifs sur zone et s'assurer d'un soutien sanitaire.
- Engagement modulé et coordonné des équipes médicales dans le secours à victime suivant la gravité perçue lors de l'appel, ou réelle après observation. Recours privilégié aux équipes de sauveteurs secouristes.

A la Brigade des Sapeurs-pompiers de Paris, les interventions incendies sont couvertes de façon régulière par trois groupements de Sapeurs représentant un effectif opérationnel d'environ 4500 militaires.

A chaque départ de feu (hormis quelques cas particulier où la situation est avérée bénigne et parfaitement circonscrite), un minimum de 12 hommes sont engagés, soient deux Fourgons essoufflement Parmi eux, quelque soit la situation 8 à 10 seront systématiquement équipés d'un appareil respiratoire isolant.

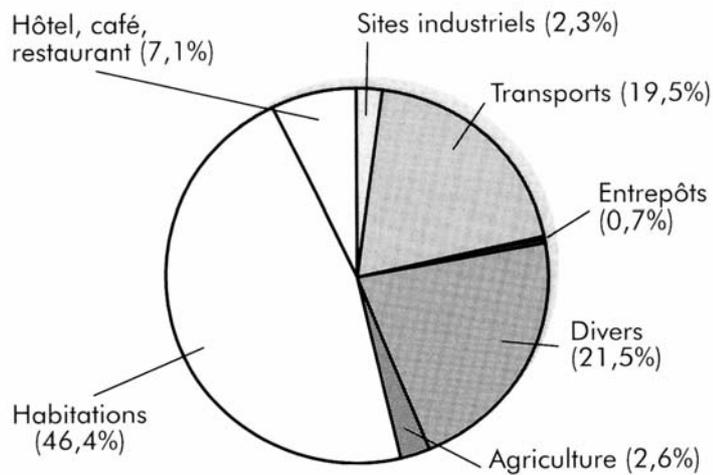
Pour toute intervention incendie, un VSAB est automatiquement déclenché afin de porter secours aux éventuelles victimes mais également dans le cadre du soutien sanitaire des personnels.

Les renseignements obtenus lors de l'appel doivent entraîner une **réponse sanitaire modulable**.

La réponse doit prendre en compte :

- le type de local concerné : habitation pavillonnaire ou collective, simple hangar,
- le potentiel évolutif : l'environnement immédiat,
- la localisation du sinistre,
- les délais d'arrivée sur les lieux,
- l'accessibilité et
- l'heure de survenue.

RÉPARTITION DES INCENDIES PAR TYPE DE SITE



Répartitions des incendies par type de site⁶⁰

L'évaluation rapide du sinistre par le commandement permet de déterminer quels sont les moyens à mettre en œuvre :

- sur le plan quantitatif : plan rouge, nombre de Sapeurs-pompiers, nombre de FPT, nombre de VSAB, etc...
- sur le plan qualitatif : SPP, SPV, MSP, SMUR.

En Loire-Atlantique, le SSSM intervient essentiellement lorsque

- **plus de 40 Sapeurs-pompiers sont engagés sur zone ou**
- **moins de 40 Sapeurs-pompiers sont engagés mais il existe une notion de danger supplémentaire (substances dangereuses : feu dans un atelier de peinture, etc...)**

Le CODIS déclenche alors l'intervention sur zone d'un Médecin Sapeur-pompier de garde départementale. Celui-ci a à sa disposition un véhicule professionnel (cf. + bas l'équipement).

En opération, des règles communes sont à respecter avant, pendant et après l'engagement.

1.2. Les mesures de protection collectives

1.2.1 En amont :

La formation des Sapeurs-pompiers et les entraînements en simulateurs d'incendie les mettent en condition réelle de progression et d'extinction. Ces entraînements permettent une acclimatation de l'organisme au stress thermique et psychologique.

1.2.2. Sur le site

a) Avant l'engagement : une procédure de vérification du matériel :

- ❖ vérification de l'état général du masque ;
- ❖ contrôler la pression de la bouteille au manomètre. Un Sapeur-pompier ne doit pas pénétrer dans la zone à risque si la pression est inférieure à 180 bars pour les ARI remplis à 200 b et 280b pour les ARI remplis à 300b.
- ❖ vérifier l'armement du sifflet à l'ouverture de la bouteille ;
- ❖ établir un code d'alerte selon les moyens de communication employés : sonores, filaires, radio ;
- ❖ Capeler l'ARI à l'air frais, à l'extérieur de la zone à risque ;
- ❖ Contrôler l'étanchéité du masque.

Ces procédures ne peuvent être exécutées de manière rigoureuse que grâce à un entraînement régulier, qui offre au sapeur la possibilité de réaliser ses contrôles de manière quasi automatique.

Après la reconnaissance initiale, le chef d'agrès définit la technique opérationnelle, décide d'engager du personnel sous ARI et désigne :

- les porteurs d'ARI,
- le point d'entrée,
- le contrôleur responsable de la gestion des porteurs.

Le chef d'agrès doit connaître l'aptitude au port de l'ARI de ces personnels afin que les binômes soient homogènes et efficaces.

En cas d'intervention d'un Médecin Sapeur-pompier, celui-ci peut contredire le chef d'agrès en ce qui concerne l'aptitude présumée d'un sapeur au port de l'ARI.

Les personnels les plus performants au port de l'ARI sont chargés en priorité, en raison de leur endurance, des missions de reconnaissance.

Une première reconnaissance sous ARI est toujours conduite en la présence du binôme de sécurité. Les porteurs de l'ARI sont reconnus pour leurs capacités de maîtrise de soi, de gestion de leur stress émotionnel et de leur endurance.

Ces individus sont bien identifiés par le médecin comme des sujets plus à risque de fatigue précoce : ils se trouvent en première ligne sur le sinistre, et peuvent être confrontés à de nombreux dangers ou à la vision de scènes traumatisantes (victimes calcinées,...).

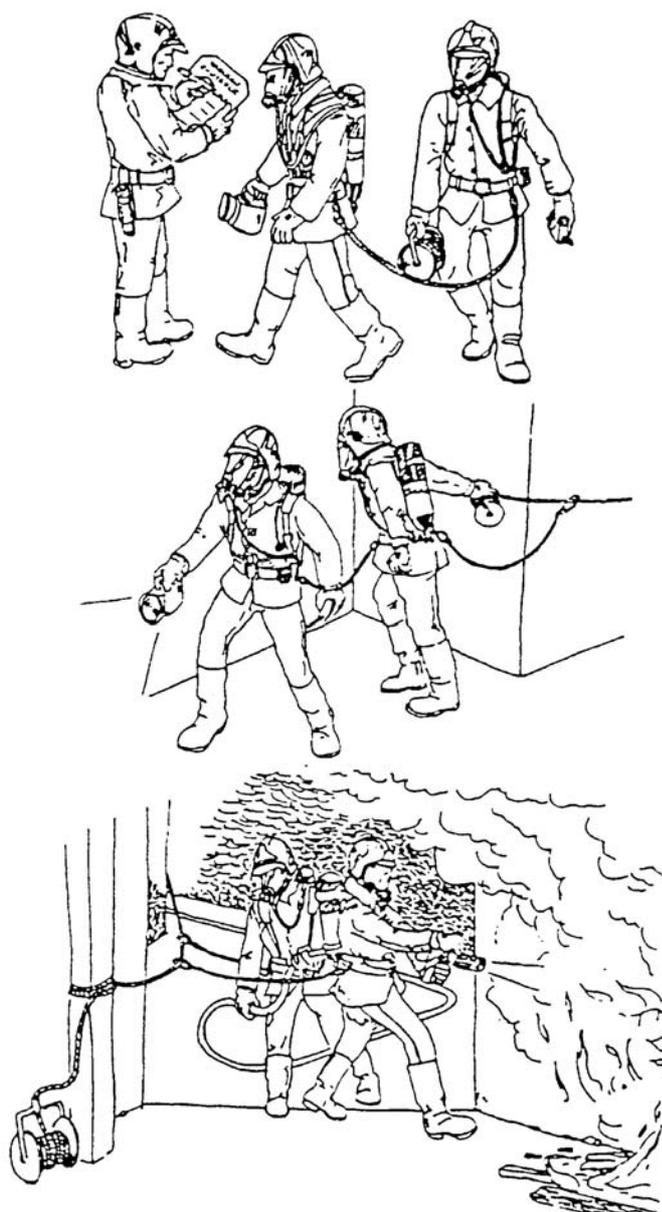
b) En cours d'engagement, des procédures de survie sont mises en place :

❖ Enregistrement et surveillance du binôme :

Les porteurs d'ARI travaillent toujours en binôme. Au cours d'une mission, si pour une raison quelconque un membre du binôme doit rejoindre la sortie, l'autre membre doit le suivre.

❖ Les moyens de communications appropriés sont mis en place en fonction de l'expérience de chacun : radio, liaisons filaires, laryngophone, capsule émettrice fixée sur la pièce labiale, écouteur micro d'oreille, corne d'appel...

❖ L'utilisation de la ligne de vie peut être remplacée dans les opérations courantes par la lance du dévidoir tournant ou la lance à débit variable.



Le chef du binôme donne les plaques de contrôle au contrôleur qui les renseigne (nom, pression de bouteille et heure d'engagement). Le binôme s'engage alors dans la mission de reconnaissance, en restant solidaire par la liaison personnelle du chef de binôme. L'équipier est relié à la ligne guide, ce qui permet un retour sûr et rapide. Au cours de la progression, les porteurs doivent faire demi-tour, soit lorsque le manomètre indique la moitié de la pression de départ, soit lorsque le contrôleur le leur demande.

Lors de l'attaque du sinistre, une plus grande liberté de mouvement peut être nécessaire. Dans ce cas, les deux porteurs s'accrochent individuellement à la ligne guide par leur liaison personnelle.

Utilisation de la ligne de vie

Le contrôleur est un Sapeur-pompier chargé de superviser au maximum 10 porteurs (soient 5 binômes) dont un binôme appelé **binôme de sécurité**. Le contrôleur fait assurer l'approvisionnement en bouteille de rechange en s'assurant de leur remplissage adéquat. Il est constamment en relation avec le Commandant des Opérations de Secours (COS) et le tient informé du déroulement de l'opération.

Lorsqu'un signal de détresse retentit, tous les binômes engagés doivent rejoindre la sortie. Le contrôleur engage immédiatement le binôme de sécurité pour retrouver le binôme en difficulté.

Le Médecin Sapeur-pompier se doit d'être renseigné de cette mesure d'urgence et prêt à accueillir un éventuel pompier blessé : évaluation rapide de l'état de

conscience, de la ventilation et de la fonction cardiaque pouvant nécessiter une oxygénothérapie, traces de brûlures, état psychologique...

c) **Pendant la montée en puissance de l'intervention,**

- ❖ **la mise en place de la cellule d'assistance respiratoire** a pour but de remplir les bouteilles d'ARI, en cas d'intervention longue. Le Médecin Sapeur-pompier veille à ce que la structure soit placée hors des gaz toxiques et pas trop près d'une zone pouvant s'enflammer.

- ❖ **l'inondation des structures en feu** est parfois à l'origine d'eaux de ruissellement polluées. C'est le cas pour certains feux industriels. L'eau transporte des acides ou des alcalins réalisant par endroit de véritables pataugeoires chimiques. Le rôle du Médecin Sapeur-pompier est de détecter ces eaux polluées et de prendre les mesures qui s'imposent :
 - baliser les zones polluées potentiellement corrosives pour les personnels,
 - cantonner les eaux et les polluants,
 - faire traiter l'eau par des respiratoire

1.3. Le Médecin Sapeur-pompier : histoire de sa naissance, ses fonctions actuelles.

1.3.1. Histoire de la Médecine Sapeur-pompier

Les garde pompes de Paris ont eu un « chirurgien », c'est-à-dire l'ancêtre des médecins, dès le 20 décembre **1770**.⁶¹

Ce n'est toutefois qu'à partir de **1831** que les compagnies de Sapeurs-pompiers eurent les leurs. Notons que **ces médecins étaient élus** comme tous les gradés de cette formation.

Avec les décrets de décembre 1875 et de novembre 1903 qui réorganisaient les Sapeurs-pompiers au plan national, les médecins sont maintenus sous le nom de '**majors**', comprenant plusieurs classes.

Soulignons que ces médecins ne s'occupaient réglementairement que des Sapeurs-pompiers accidentés sur les lieux d'un incendie, bien que quelques rapports nous apprennent qu'ils ne se dérobaient pas, évidemment, quand il s'agissait d'un sinistré. Ils étaient aussi plus bénévoles que volontaires et consultaient assez souvent gratuitement les familles démunies de Sapeurs-pompiers.

A la fin du XIX^{ème} siècle, le docteur Le Page, médecin commandant des Sapeurs-pompiers d'Orléans, fonde un service de secours médical en formant des secouristes et en les équipant d'un matériel de base. Une fois encore, ce matériel n'était destiné à porter secours qu'aux seuls pompiers accidentés.

Au début du XX^{ème} siècle, le service de santé continue de s'étoffer avec la **création d'une infirmerie par compagnie et l'équipement des fourgons-pompes avec les boîtes de premier secours**. Le médecin dispose désormais d'une automobile. Les premiers malades couchés sont transportés en **ambulance à partir de 1913**.

Dans l'Entre-deux-guerres, les Sapeurs-pompiers s'intéressent de plus en plus à la **réanimation des « asphyxiés »**, c'est-à-dire surtout les nombreuses victimes des émanations du gaz d'éclairage. **Le Docteur Cot**, du Régiment de Sapeurs-pompiers de Paris devient le promoteur inconditionnel des méthodes à mettre en oeuvre dans ces conditions, à partir de 1924. En adaptant la médecine de guerre issue de la Première Guerre Mondiale, Cot donne naissance au **service mobile d'urgence**, préfigurant nos actuels SAMU. Désormais, tous les grands Corps de Sapeurs-pompiers commencent à porter secours à ces asphyxiés au moyen des ancêtres de nos VSAB.

Le Dr Cot précisa que pour exercer une bonne médecine d'urgence il fallait disposer d'un service rapide, efficace et public. Il fallait que les soins aillent à la victime et non pas la victime vers l'hôpital. Cot précisa également qu'un traitement débuté sur place permettait d'améliorer l'état du traumatisé, et que les

transports vers l'hôpital devaient s'effectuer à bord de véhicules adaptés tels que les ambulances.

En **1925** un décret assure le recrutement de médecins volontaires dans les centres de secours. Leurs rôles consistaient au début à surveiller et à soigner les Sapeurs-pompiers malades et blessés lors d'une intervention. Puis dans les années quarante, ils devaient apporter leur aide en complétant les soins donnés aux victimes par les premiers secours.

Au cours des années Cinquante naquit le **service de santé et de secours médical**, comprenant des médecins et des pharmaciens tous volontaires. Des postes de médecins-chefs sont créés dans le but d'organiser le service de santé et d'assurer la formation médicale du personnel.

L'augmentation du nombre des accidents de la route après 1960 a préoccupé les pouvoirs publics. Dès cet instant, le maillage exceptionnel que réalisaient les différents centres de secours sur le territoire a fait des Sapeurs-pompiers les Sauveteurs des accidentés de la route, puis du travail. **L'enseignement du secours routier** est promu par une circulaire de février 1962. Cette date est aussi marquée par la naissance des premiers Véhicules de Secours aux Asphyxiés et aux Blessés (VSAB).

Quatre décennies ont passés et désormais la principale activité des Sapeurs-pompiers est le secours à victime, et ce pour plus de la moitié des missions. Notons qu'il s'agit d'une mission partagée avec les centres hospitaliers.

Il faut attendre plus d'un siècle et demi (**1999**) pour que la fonction de Médecin Sapeur-pompier soit pleinement reconnue, sanctionnée par une formation spécifique qui permet l'obtention du Diplôme InterUniversitaire SSSM (Service de Santé et de Secours Médical).

1.3.2. Les fonctions du Médecin Sapeur-pompier (MSP)

Le Médecin Sapeur-pompier exerce au sein du SSSM des missions fixées par l'arrêté du 26 décembre 1997.

Il a un rôle de médecin du travail, de formation, et un rôle opérationnel :

Extrait de l'article 24 : Le service de santé et de secours médical exerce les missions suivantes :

1° La surveillance de la condition physique des Sapeurs-pompier ;

La principale difficulté pour le MSP est de connaître individuellement chaque Sapeur-pompier alors qu'il n'est pas son médecin traitant. Pour remplir efficacement ce rôle, le MSP doit s'intégrer parfaitement dans le Corps des Sapeurs-pompier mais aussi établir une relation de confiance avec eux.

2° L'exercice de la médecine professionnelle et d'aptitude des Sapeurs-pompier professionnels et de la médecine d'aptitude des Sapeurs-pompier volontaires ;

Le MSP doit constituer un dossier médical individuel confidentiel.

3° Le conseil en matière de médecine préventive, d'hygiène et de sécurité, notamment auprès du comité d'hygiène et de sécurité ;

Il est également de son rôle par exemple, de vérifier qu'il y a suffisamment de bouteilles d'eau dans le CCF. De rappeler la nécessité de porter une tenue adaptée à chaque intervention. Ne pas quitter l'ARI dans les opérations de déblaiement après incendie, etc. ...

4° Le soutien sanitaire des interventions des services d'incendie et de secours et les soins d'urgence aux Sapeurs-pompier ;

Le soutien sanitaire peut aussi s'exercer au cours de manoeuvres. Par exemple, médicalisation de certains stages et formations potentiellement dangereux pour les participants.

5° La participation à la formation des Sapeurs-pompier au secours à personnes ;

6° La surveillance de l'état de l'équipement médico-secouriste du service.

Il participe en outre aux missions de prévision, de prévention et aux interventions des services d'incendie et de secours, dans les domaines des risques naturels et technologiques, notamment lorsque la présence de certaines

matières peut présenter des risques pour les personnes, les biens et l'environnement.

Etre Médecin Sapeur-pompier nécessite une indispensable bonne connaissance de l'ensemble des activités des Sapeurs-pompiers. C'est pourquoi une formation spécifique est ouverte aux médecins leur permettant d'acquérir un diplôme de l'ENSOP avec mention 'Médecin Capitaine Sapeur-pompier Volontaire'.

La formation initiale actuelle des MSP volontaires est organisée depuis 1999 sur une vingtaine de journées comportant 6 modules. Cette formation rémunérée peut se réaliser en 2 ans.

Le médecin reçoit une formation sur :

- les premiers secours (3 jours),
- la médecine d'urgence (5 jours)
- l'organisation de la défense et de la sécurité civile, des Sapeurs-pompiers (3 jours),
- la santé publique (5 jours).

Trois journées permettent de découvrir la vie d'un service de santé et de secours médical d'un SDIS.

1.3.3 Les moyens dont disposent le Médecin Sapeurs-pompiers

Le Médecin assurant la garde départementale dispose **d'un véhicule spécialisé : le VLM (Véhicule Léger Médicalisé)**, qui peut être de type berline, break ou monospace. Le VLM est utilisé pour les missions suivantes :

- médicalisation sur les lieux d'une détresse ;
- médicalisation d'un transport sanitaire avec le VSAB ;
- escorte du VSAB.

Le VLM est soit un véhicule appartenant au SDIS, soit le véhicule personnel du Médecin, en particulier lorsqu'il s'agit d'un Médecin Sapeur-pompier Volontaire exerçant loin d'un important Centre de secours. Dans ce dernier cas, un arrêté de 30 octobre 1987 autorise le médecin utilisant son propre véhicule du droit de disposer du matériel de signalisation lumineuse et sonore, dans le cadre de la garde départementale.

Le VLM d'un médecin comporte :

- du **matériel de diagnostic** : tensiomètre, stéthoscope, électrocardiogramme, détecteur de CO dans l'air expiré...
- du **petit matériel** : un nécessaire à perfusion et à prélèvement, une seringue électrique, des médicaments de première urgence...
- du **matériel de réanimation** :

- scope-défiibrillateur,
- matériel d'intubation

La présence lointaine d'une équipe de SMUR est un facteur fondamental dans le choix du VLM et de son équipement.

2. Phases critiques pour les Sapeurs-pompiers au cours du combat contre un incendie^{62,63}

2.1. Les différents stades d'un incendie (cf. schéma)

Prenons le cas d'un incendie survenant dans un espace clos, comme c'est le cas d'un feu d'appartement. Il peut être décrit en fonction des stades de sa croissance :

1. ignition
2. croissance
3. flashover – backdraft
4. BLEVE
5. feu déclaré
6. extinction

Bien que tous les feux ne suivent pas parfaitement cette représentation, elle fournit une base de discussion pratique. Tous les feux incluent une ignition, mais tous ne peuvent pas forcément se développer. Ils peuvent être affectés par une suppression manuelle ou automatique de leur activité, avant de se développer plus.

Stade de l'ignition : à partir d'un certain seuil calorique, des flammes apparaissent ;

Stade de croissance : il suit l'ignition. Le feu croît initialement en fonction du combustible présent, sans pratiquement aucune influence de la part du compartiment. Le feu peut être décrit suivant son taux d'énergie et de la génération de produits de combustion. A condition que suffisamment de combustible et d'oxygène soient disponibles, le feu continue de croître, augmentant la température du compartiment.

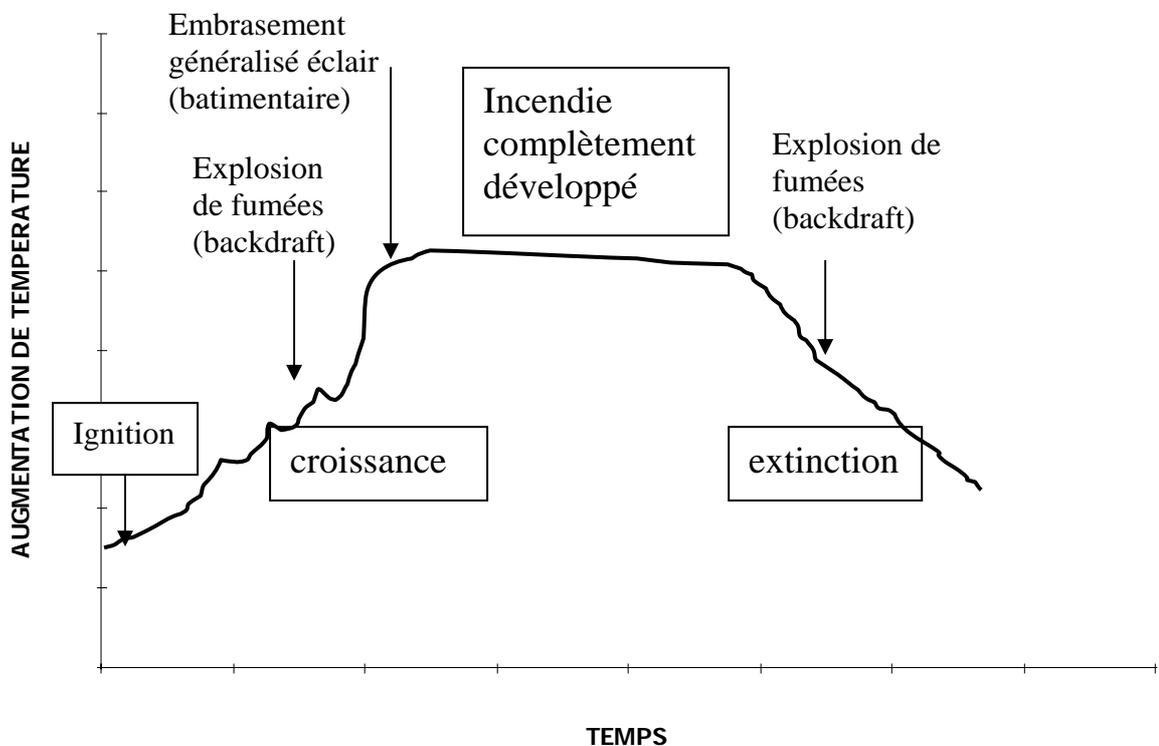
Backdraft : ce phénomène décrit l'explosion des fumées (cf plus bas).

Flashover : ce phénomène définit l'embrasement généralisé éclair, où tous les éléments combustibles du compartiment participent à l'incendie. (cf plus bas)

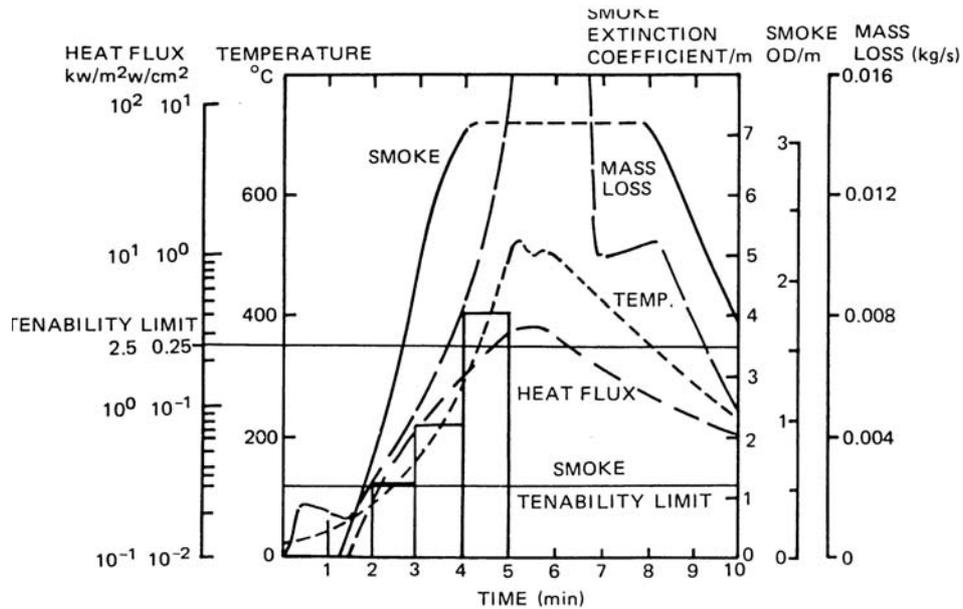
BLEVE : « Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion ». Il s'agit de l'explosion d'une enceinte contenant un fluide chauffé par l'incendie. L'explosion d'une bouteille de gaz est redoutée par les équipes de secours. La position exacte de tous les fluides pouvant générer un BLEVE doit être indiquée sur les plans de secours. Les Sapeurs-pompiers peuvent ainsi refroidir leurs enceintes de façon stratégique.

Feu complètement déclaré : lors de ce stade, la chaleur dégagée est la plus forte. Habituellement, durant ce stade, plus de gaz subissent une pyrolyse qu'une oxydation, en raison de la baisse de l'oxygène dans le compartiment. Dans ce cas, le feu est dit « contrôlé par la ventilation ». S'il y a des ouvertures dans le compartiment, les gaz non brûlés quittent le compartiment et sont capables de brûler au dehors.

Phase d'extinction : elle survient lorsque les combustibles sont entièrement consommés et que la chaleur décline.



Description générale d'un incendie d'appartement en l'absence de contrôle humain



Evolution de la chaleur, de la fumée et de la masse perdue au cours des dix premières minutes de l'incendie d'un canapé (polystyrène avec coussins et revêtement en polyuréthane).

L'histogramme montre la température moyenne pendant les cinq premières minutes. Durant la quatrième minute, la température moyenne est de 220°C et suffisamment de chaleur sera accumulée à la surface de la peau pour provoquer des brûlures et empêcher la fuite.

2.2. Analyse des temps d'action au cours de la lutte contre un incendie :

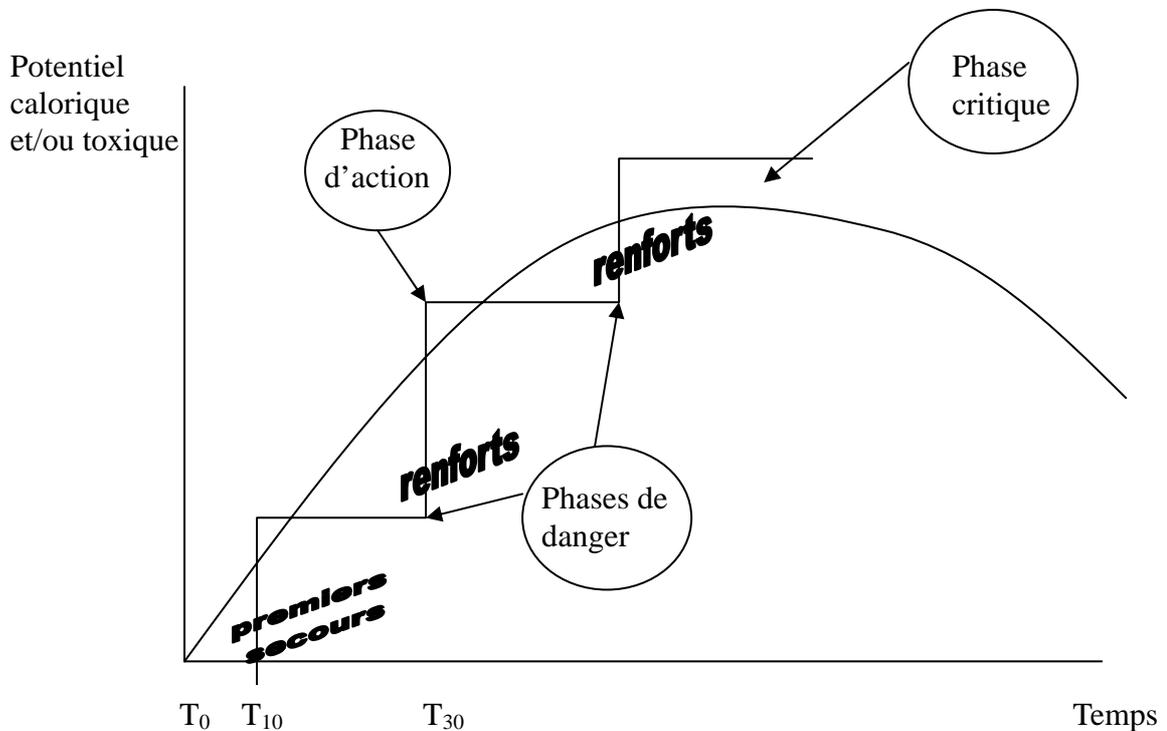
Prenons le cas d'un appel reçu par le Centre de Transmissions des Appels (CTA). En fonction de l'appel initial, le CODIS déclenche un train de moyens.

Lorsque les Sapeurs-pompiers arrivent sur zone, les binômes sont tous bien équipés de leur ARI.

A ce moment, l'incendie est en phase de croissance, tant sur le plan calorique que toxique. L'attaque du sinistre peut être efficace tout de suite et aboutir à sa maîtrise immédiate. C'est le cas idéal, celui par exemple d'un début de feu d'appartement.

Si l'incendie est de taille plus importante, comme par exemple un feu d'entrepôt, les Sapeurs ne bénéficient que d'une courte phase d'action : l'effet des agents extincteurs n'est que temporairement supérieur à la chaleur dégagée. Ces phases n'offrent normalement que peu de difficultés et que peu de danger pour les personnels : ils sont bien équipés, prêts à toute éventualité.

En réalité, la majorité des accidents provient de la synergie de l'opération. C'est à ce moment que peuvent survenir des phénomènes de flashover et de backdraft (cf paragraphe suivant).



Analyse des temps d'action et des phases de danger au cours de la lutte contre un incendie

Comme le montre le schéma ci-dessus, l'opération peut nécessiter l'envoi de renforts. Dans mon exemple, ceux-ci arrivent à T+30 minutes. La mise en place opérationnelle des renforts permet à nouveau une courte phase d'action, suivie potentiellement par une nouvelle phase de danger, où **le nombre de Sapeurs n'est pas suffisant** compte tenu de la taille du sinistre.

Bientôt, grâce aux renforts, les Sapeurs-pompiers sont maîtres du sinistre... mais on peut individualiser une **phase critique** pour les personnels en raison d'une **baisse générale du niveau d'attention**.

Une certaine passivité (« il n'y a plus de danger : le feu est contrôlé ») peut être à l'origine de blessures traumatiques : le Sapeur qui a descendu dix fois l'escalier pourra chuter en raison d'un manque de vigilance et d'une fatigue accrue.

La fin de l'action peut être l'occasion pour certains d'un dépassement de ses limites : on fournit le dernier effort pour tout éteindre, l'émulation aidant. Et l'accident se produit.

2.3. Explosion de fumées (backdraft) et embrasement généralisé éclair (flashover)

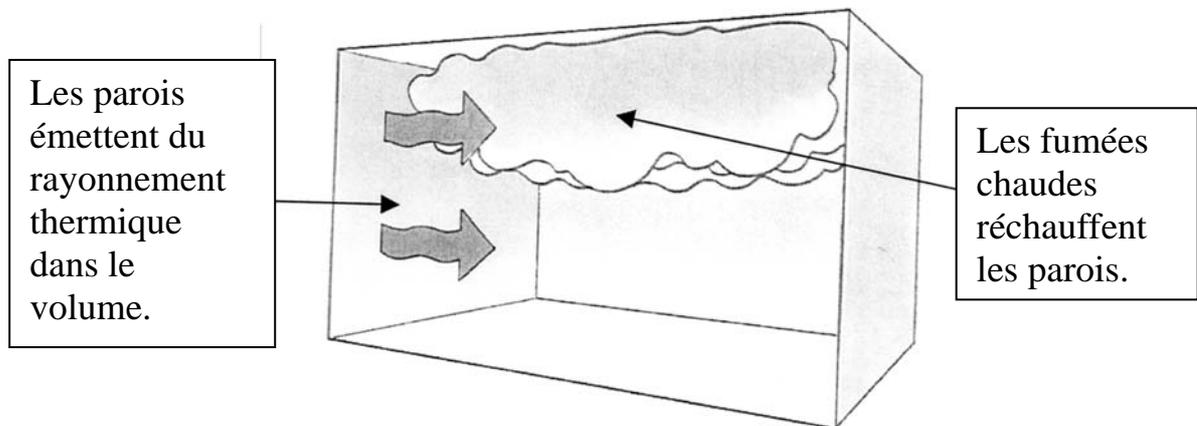
J'ai déjà expliqué les mécanismes à l'origine d'un feu.

Dans le cas des phénomènes qui nous intéressent, l'enveloppe batimentaire constitue un piège, dans lequel la chaleur se trouve confinée. Lors d'un sinistre, le potentiel calorifique se trouve augmenté par la libération de fumées et de gaz de combustion hautement inflammables.

2.3.1. le phénomène de backdraft :

Le backdraft survient lorsque des fumées surchauffées, accumulées dans un volume clos explosent lors d'un apport d'air.

Sous l'effet de l'accumulation des fumées et de la chaleur, une mise en pression s'opère.



Echauffement du volume

Les fumées sont très chargées en gaz imbrûlés, en suies et en gaz de pyrolyse. Le mélange se rapproche de sa limite supérieure d'inflammabilité. L'oxygène ayant été en grande partie consommé dans la phase initiale et l'apport d'air extérieur étant insuffisant, la vitesse de réaction est ralentie : l'incendie passe d'une combustion vive à une combustion lente.

Le taux de CO est important et de nombreuses molécules riches en carbone, plus ou moins oxydées, sont présentes.

Une chaleur intense règne à l'intérieur du volume. Le volume de fumées augmentant, la limite supérieure d'inflammabilité du mélange combustible est dépassée. Il suffit alors qu'une entrée d'air se produise (apport de comburant) pour que le mélange puisse rentrer dans sa zone d'inflammabilité.

L'amenée d'air peut survenir de différentes manières. Par exemple :

- une vitre cède sous l'effet de la chaleur, de la surpression ou de la dilatation des huisseries ;
- les Sapeurs-pompiers ouvrent une porte, cassent une vitre ou, plus schématiquement, percent l'enveloppe du volume dans un but de reconnaissance.



Le résultat est fulgurant : au contact des points d'ignition (braises) dans le volume, **une violente explosion se produit** : le local s'embrase et une boule de feu apparaît dans l'ouverture créée, due à la détente de la surpression.

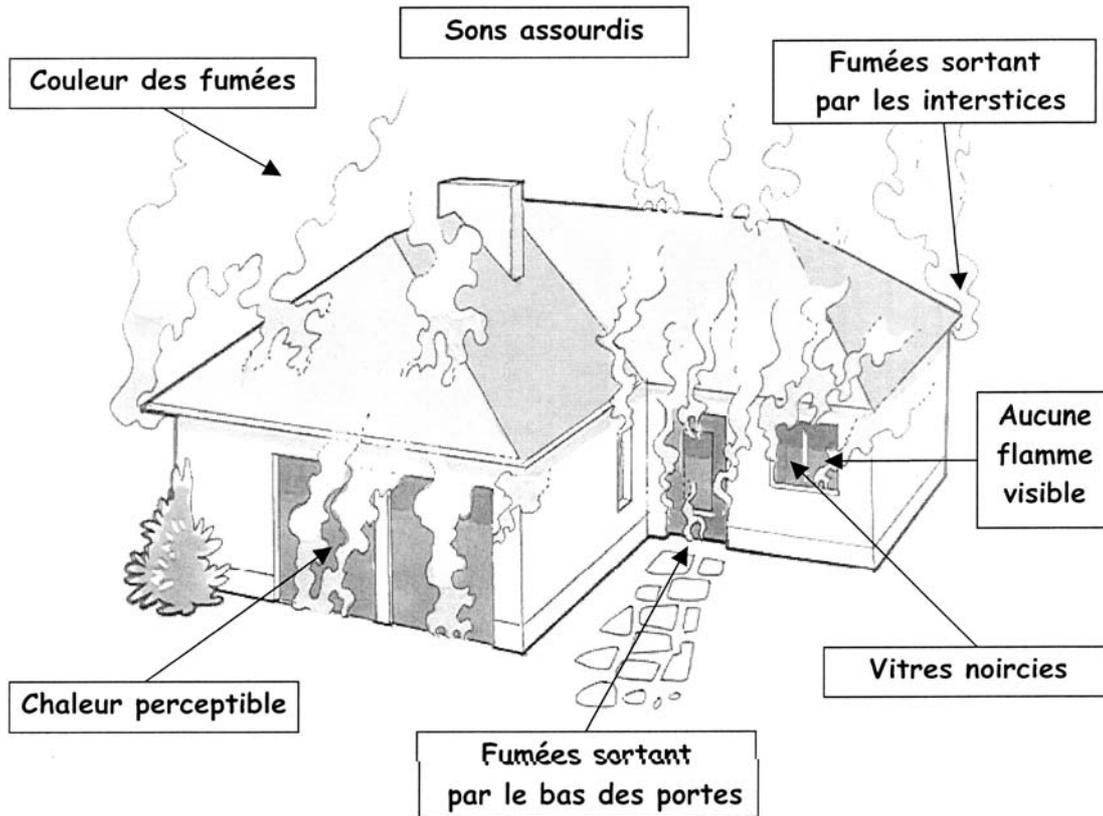
Comme dans toutes les explosions, un effet de souffle aggrave les conséquences thermiques de l'allumage : les structures sont soumises à une onde de surpression qui peut causer d'importants dégâts et mettre en péril la stabilité de l'édifice.

Les personnels sont exposés aux effets cumulatifs des brûlures, du blast, de blessures par projections et chutes de matériaux.

Des signes d'alarme évoquant l'imminence d'un backdraft doivent être recherchés:

- Le volume clos laisse « transpirer » une impression de chaleur intense ;
- Il s'échappe sous forme « pulsée » des fumées denses, grasses et colorées.
- Aucune flamme nette n'est visible.

L'attention des intervenants doit être maximale face à ces signes d'alarme s'avérant difficiles à repérer.



Signes d'alarme annonciateurs de l'explosion de fumées

2.3.2. Le phénomène de flash-over :

Un flash-over survient dans un milieu semi-ouvert. Il résulte du passage instantané d'une situation de feu localisé à un embrasement généralisé des matériaux combustibles qui s'y trouvent.

Lorsqu'un feu se développe en milieu semi-ouvert :

- les échanges entrées/sorties existent ;
- le feu, étant suffisamment alimenté en air, se développe et la quantité de fumées produites augmente rapidement ;
- les fumées s'accumulent en partie haute du volume et la chaleur provoque une augmentation de la production des gaz de distillation ;
- les flammes sont vives.

L'augmentation simultanée de la température (500 à 650°C) et de la pression conduit à la formation d'un mélange hautement inflammable. De petites flammes apparaissent dans la couche de fumées, à l'interface avec l'air, lorsque

la température d'auto inflammation des gaz est atteinte. Celles-ci s'intensifient en rouleaux de flammes courant dans les fumées proches du plafond (« roll-over »).

Cette situation annonce l'imminence de l'embrasement généralisé éclair, les combustibles présents dans le local (surfaces, objets) ayant été chauffés jusqu'à atteindre leur point d'auto inflammation.

L'embrasement généralisé éclair peut se produire à partir de 500°C.

C'est alors le **passage brutal d'un feu localisé à un feu généralisé** :

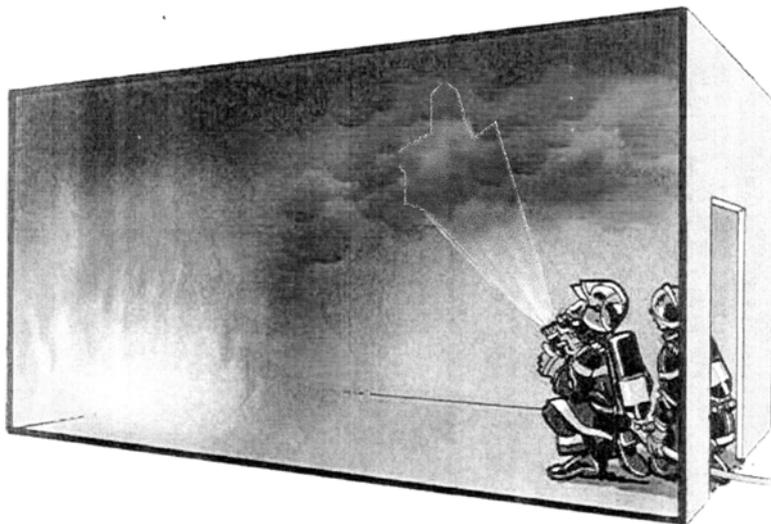
- le lieu du sinistre se retrouve entièrement embrasé pendant un très long moment ;
- la température ambiante atteint environ 1000°C.

L'incendie localisé dans une seule partie du volume transforme celui-ci en un brasier considérable risquant de :

- piéger mortellement les intervenants et les victimes ;
- déstabiliser le dispositif de lutte et de secours ;
- propager l'incendie.

L'analyse des accidents liés à ce phénomène démontre qu'une personne exposée en sort rarement indemne.

En plus de l'observation des signes d'alarme, il existe un moyen d'évaluation du danger au travers de l'estimation du potentiel énergétique présent dans la couche de fumées en partie haute du volume.



Dans la pratique, l'action consiste simplement à ouvrir puis à fermer très rapidement une lance en jet diffusé d'attaque en visant la couche dense de fumées dans la partie haute du volume. En effet, de l'eau finement projetée dans une ambiance suffisamment chaude se vaporise en absorbant une grande quantité d'énergie.

En présence d'une énergie moindre, elle retombe rapidement sans se vaporiser. Ainsi, si une grande partie de l'eau projetée est transformée en vapeur, le danger est présent et le risque d'embrasement généralisé éclair est réel.

L'ordre de repli est latent, aucune progression ne doit se faire dans le volume sinistré sans une action préalable sur la couche de fumées.

Si les gouttes retombent, l'ambiance thermique du volume n'est pas très élevée et la progression du binôme d'attaque peut se faire par étapes de 1 à 2 mètres.

Caractéristiques	EXPLOSION DE FUMÉES (backdraft)	EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR (flash-over)
Enveloppe batimentaire	Locaux clos	Locaux semi-ouverts
Facteur déclenchant	Apport d'air (O ₂)	Chaleur
Fumées	- très denses, grasses - sortant sous pression (pulsées) - de couleurs inhabituelles (jaunâtres, brunâtres, ...)	-denses, créant une couche de fumées -sortant facilement - de couleurs classiques
Flammes	- aucune - lueurs colorées	-visibles (bien jaunes) -vives, petites flammes très visibles -rouleaux de flammes
Chaleur	- importante - répartie	-importante et écrasante -provient du haut du volume
Sons	Assourdis	Nets
Structures	- fenêtres noircies très chaudes - murs et volets chauds - vibration des portes et des baies	Ouvertures importantes alimentant le foyer en air frais
Type de feu	Couvant	Vif
<u>Risques majeurs</u>	<u>- blast</u> <u>- effondrement</u>	<u>-brûlures</u> <u>-propagation</u>

Principales caractéristiques du flash-over et du backdraft⁶¹

3. **Prise en charge médicale d'un personnel blessé sur les lieux de l'intervention**^{64,65,66,67,68,69,70}

Dès sa mise en alerte par le CTA-CODIS, le Médecin Sapeur-pompier de garde départementale se dirige vers les lieux du sinistre. Il est le conseiller technique du Commandant des Opérations de Secours (COS).

Il doit veiller, en collaboration avec le commandement, au **respect des consignes de sécurité** :

- Engagement obligatoire des personnels sous ARI et en vêtement anti-feu correctement mis;
- Seuls les personnels n'étant pas déclarés inaptes au port de l'ARI devraient être autorisés à combattre l'incendie ;
- La mission de reconnaissance est assurée par le binôme le plus rompu à cette mission. Les Sapeurs qui constituent le binôme de reconnaissance sont choisis pour leur excellence physique et leur capacité à résister au stress.
- Evacuation des Sapeurs lorsqu'un signal de détresse retentit. Mise en alerte du Médecin Sapeur-pompier afin de secourir au plus vite un éventuel blessé.
- Surveillance de l'état physique et psychologique des personnels engagés.

Les interventions incendie génèrent environ 21% des accidents en service (chiffre BSPP 1993-1995), soit 1,3 accidents pour 1000 interventions.

Quatre-vingt cinq pourcents des accidents sont de nature traumatique⁷¹, les entorses de cheville étant les plus fréquentes, situation tout à fait comparable à d'autres corps de Sapeurs-pompiers. Les brûlures représentent 10% à 20% des accidents en service, les intoxications environ 15%.

Parmi tous les types d'intervention, c'est sur feu que se produisent le plus d'accidents.

Le bilan circonstanciel a un intérêt fondamental.

Il repose sur l'interrogatoire des Sapeurs témoins de l'accident afin de déterminer, en particulier, le nombre de victimes présentes.

Le Médecin Sapeur-pompier attend la victime en recueillant le maximum **d'informations susceptibles d'orienter son examen clinique** :

➤ **L'environnement** :

- Notion de fumées dans un espace clos
 - Chaleur et/ou flammes
 - notion de substances inflammables ou explosives présentes sur les lieux du sinistre,
 - présence de produits chimiques (ateliers, etc...),
 - notion d'effondrement (planchers...),
 - notion d'explosion de fumées et d'effet potentiel de blast ;
- Quelle était **la mission du Sapeur-pompier** au moment de l'accident :
- « sauvetage-mise en sécurité », « attaque et extinction », « reconnaissance », « assistance et dégagement de victime », « psychiatriques ».
- Le personnel était-il équipé d'un ARI ?

Le **ramassage** du Sapeur-pompier blessé peut se faire dans des circonstances variées. Le médecin peut aider à déterminer quels sont les premiers soins à apporter : gestes élémentaires de survie ou techniques secouristes simples avant dégagement rapide.

Au cours de traumatismes bénins (trauma de membres, brûlures, ...), le dégagement de la victime doit se faire rapidement afin de la mettre hors de la zone potentiellement dangereuse. Le **relevage et le brancardage** sont assurés au mieux par les Sapeurs-pompiers qui connaissent déjà la topographie du terrain. Soutien, transport à bras, brancard, ... tout est possible à condition d'être certain de l'absence de traumatisme du rachis.

La mise en place d'attelles apportera un confort appréciable au blessé.

Les actions du Médecin Sapeur-pompier seront adaptées en fonction du bilan circonstanciel. Il n'est pas possible de décrire ici toutes les lésions susceptibles de survenir au cours d'une intervention pour feu.

Les lésions traumatiques n'ont pas de spécificité par rapport à la traumatologie des civiles. Cependant, ces lésions sont un facteur aggravant si d'autres phénomènes sont associés : blast, intoxication... Si les lésions traumatiques sont les plus fréquentes, des accidents médicaux sont possibles. On trouve au premier plan les accidents cardio-vasculaires. Les syndromes sont identiques à ceux que l'on trouve dans la population générale. En conséquence, je ne les détaille pas dans cette présentation.

Le Médecin s'attache à mettre en évidence de manière spécifique une inhalation de fumées ou des lésions de blast.

3.1. Le Sapeur-pompier est-il victime d'une inhalation de fumées ?

Le Sapeur-pompier est dégagé rapidement et mis en condition.

- **au cours de l'inspection, le diagnostic est confirmé par :**
 - Des dépôts de suies au niveau des orifices respiratoires et des parties découvertes,
 - Des signes d'irritation oculaire (hyperhémie conjonctivale, blépharospasme),
 - une toux : symptôme quasi pathognomonique de l'inhalation de fumées, d'autant plus qu'elle ramène des crachats striés de sang.
 - une cyanose, mais qui peut être absente en cas d'intoxication oxycarbonée importante.

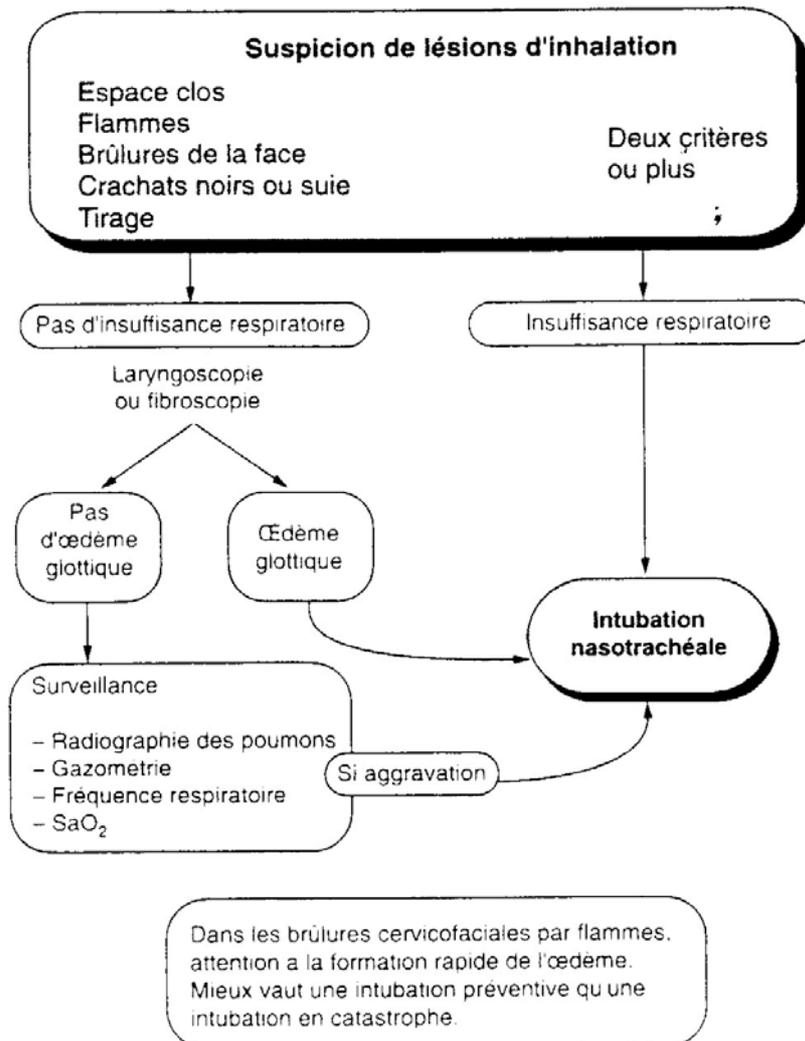
- **l'interrogatoire recherche :**
 - une douleur rétrosternale, une oppression thoracique pouvant témoigner d'une ischémie myocardique ;
 - Des signes neurologiques à type de troubles de la conscience. qui constituent toujours un indice de gravité.
Si le sujet est confus, non coopérant ou agité, l'indication de l'oxygénothérapie hyperbare doit être discutée⁷².

- **l'examen physique tente de mettre en évidence :**
 - Une dyspnée :
 - Dyspnée inspiratoire en cas d'atteinte laryngée : la question est : faut-il intuber ?
 - Dyspnée expiratoire en cas de bronchospasme : l'intérêt des béta-2-mimétiques est prouvé⁷³.
 - Des difficultés à parler, une modification de la voix, un stridor, un wheezing, un sifflement, tous ces signes devant être considérés comme des signaux d'alarme, annonceurs d'une atteinte respiratoire d'expression retardée. La question de l'intubation précoce doit être posée.
 - des râles bronchiques, des crépitants, témoignant d'une forme grave d'intoxication. Une auscultation normale n'élimine pas le diagnostic d'inhalation de fumées.
 - Des troubles hémodynamiques ou du rythme cardiaque.
 - Un examen otoscopique même en cas de blast d'apparence bénin. Cet examen peut être différé.

- Le reste de l'examen clinique dresse le bilan exhaustif des toutes les lésions traumatiques et des brûlures.

A la moindre suspicion d'inhalation de fumée, une **oxygénothérapie** sera mise en place, au masque à haute concentration. La rapidité de mise en place de l'oxygénothérapie conditionne le pronostic immédiat.

Une voie veineuse est posée secondairement.



Arbre décisionnel pour l'intubation chez les victimes d'inhalation de fumée (proposé par la Société française d'étude et de traitement des brûlures).

En cas d'intoxication cyanhydrique, un traitement chélateur par l'hydroxocobalamine sera mis en route

Chez l'adulte, la dose de 5 g IV est administrée en perfusette en moins de 30 minutes, en l'absence d'arrêt cardiaque. En cas d'inefficacité

circulatoire initiale, cette dose sera portée à 10g, associée à une oxygénothérapie intensive

Inhalation de fumées = poly-intoxication
 antidote majeur des patients symptomatiques = oxygène
 2^{ème} antidote (cyanure) = CYANOKIT

3.2. Le Sapeur-pompier est-il victime d'un blast ?

La notion d'une explosion revêt une spécificité propre aux missions des Sapeurs-pompiers. Si le bilan circonstanciel trouve la notion d'une explosion, le médecin doit être capable de repérer des lésions de blast.

Le diagnostic de blast doit pouvoir être évoqué sur la seule notion du contexte, cette pathologie pouvant être cliniquement muette dans un premier temps et se décompenser secondairement de manière brutale.

Le blast dépend^{74,75}:

- **Du milieu** : en milieu gazeux, l'amortissement est proportionnel au cube de l'éloignement entre la source et un point donné. Les lésions concernent alors surtout les organes creux.
 - **De la topographie** : en enceinte close, la réverbération crée de multiples ondes dont les pressions de crêtes s'ajoutent. Le blast en milieu fermé revêt de ce fait un caractère de gravité particulier. Au niveau d'un orifice étroit, l'onde de choc se comporte comme un jet et engendre des lésions graves dans sa projection.
 - **De la position de la victime** : bien sûr, il s'agit d'abord de l'éloignement par rapport à la source de l'explosion. Par ailleurs, un sujet couché dans l'axe du déplacement de l'onde de choc présente des lésions moins graves qu'en position debout face à l'explosion. Enfin, le poids de la victime influe également sur la gravité des lésions, celles-ci étant d'autant moins graves que la victime est lourde.
- En cas d'imminence d'un phénomène d'explosion de fumées, le binôme d'attaque doit s'allonger côte à côte sur le ventre, et attendre l'explosion.**

Le blast primaire regroupe les lésions dues à l'action directe de l'onde de choc.

- le **blast auditif** témoigne de l'exposition de la victime à une onde de choc d'au moins 0,5 bar, mais son observation ne permet pas le plus souvent d'établir un pronostic. Il se révèle par une **hypercousie** ou une surdité, des acouphènes, des vertiges, une sensation ébrieuse ou une otorragie.

En cas de rupture tympanique, l'essentiel du traitement repose sur la prévention d'une surinfection.

L'examen clef est l'**audiogramme**, qui explore globalement la fonction auditive et permet de dépister une surdité même en l'absence de signes fonctionnels ou cliniques.

Le plus souvent, le blast auriculaire relève d'un traitement médical par corticoïdes et des vasodilatateurs. Le patient doit être soustrait aux milieux bruyants durant la stabilisation des lésions.

L'intérêt de l'audiogramme lors de la visite médicale annuelle trouve ainsi sa justification. Des anomalies peuvent être mises en évidence par rapport à un audiogramme de référence.

- Le **blast pharyngé** est la conséquence de la contusion des tissus mous par le squelette pharyngé. **Son observation est un élément pronostic essentiel du sujet basté** car les seuils de blast pharyngés et pulmonaires sont proches. En pratique, un patient manifestant des signes de blast pharyngé présente également un blast pulmonaire exprimé ou non. Les signes fonctionnels sont pauvres, le principal étant une dysphonie. Le blast pharyngé peut être objectivé par fibroscopie sous forme d'ecchymoses ou de pétéchies d'apparition précoce et disparaissant en 48 heures.
- Le **blast pulmonaire** est dû au traumatisme par le grill costal qui, violemment enfoncé par l'onde de choc, provoque une contusion pulmonaire ou une rupture de la membrane alvéolo-capillaire. Il peut être cliniquement entièrement latent et apparaître jusqu'à 36 heures après le blast ce qui justifie une surveillance en milieu spécialisé.
Il se manifeste par une **dyspnée** d'apparition progressive ou brutale, associée à un oedème du poumon de type lésionnel.
- Le **blast oculaire** trouve son origine dans la différence de densité des structures de l'oeil, responsables de lésions de désinsertion. L'onde de dépression majeure les lésions par un phénomène de succion.
La victime décrit des **phosphènes** accompagnés d'une diminution de l'acuité visuelle ou du champ visuel ou une cécité.

Le casque intégral à visière des Sapeurs-pompiers les protège de ce type d'accident. L'accident peut malheureusement survenir hors de la période d'attaque, à distance et sans casque de protection.

- Le **blast abdomino-pelvien** est responsable de nausées, de vomissements, d'hématémèse, de douleurs abdominales.

Le blast secondaire est dû à la projection de débris. Il correspond en réalité à des lésions associées au phénomène de blast proprement dit.

Le blast tertiaire résulte de la projection de la victime par l'explosion et d'effets secondaires à l'explosion tels que brûlures, intoxication par des fumées, irradiation, ensevelissement (blast quaternaire).

Lorsque survient une explosion, le Médecin Sapeur-pompier recherche par degré d'urgence décroissante s'il existe :

- Une douleur thoracique ? une dyspnée ? des troubles hémodynamiques ?
Ces signes sont-ils les éléments d'un blast thoracique ?
La réalisation d'un ECG est d'une importance capitale pour éliminer une souffrance myocardique, une atteinte péricardique.
- Une douleur abdominale, des nausées ?
S'agit-il d'un blast abdominal ?
- Des acouphènes, une hypoacousie ?
Ces signes conduisent obligatoirement à la réalisation d'un examen ORL, à la recherche d'un blast auditif.
- Des phosphènes accompagnés d'une diminution de l'acuité visuelle ou du champ visuel ou une cécité : un blast oculaire est à redouter.

4. Après l'incendie

Après l'engagement, les procédures de rangements et de remise en service sont systématiques :

- ❖ nettoyage du masque ;
- ❖ remplissage des bouteilles et vérification de la pression ;
- ❖ nettoyage de tous les éléments ;
- ❖ plomber et remettre bouchons et plaques de contrôle sur toutes les bouteilles opérationnelles ;
- ❖ ranger le matériel à son emplacement d'origine ;
- ❖ retirer du service tout matériel ayant subi une agression chimique ou thermique importante et le faire contrôler ;
- ❖ mise à jour du registre de contrôle et de suivi des ARI.

Les **débriefings** et les **retours d'expériences** permettent une critique constructive de l'intervention et permettent d'élaborer des consignes opérationnelles et de faire évoluer des plans particuliers d'intervention (PPI).

Le débriefing doit se faire au plus tôt après l'intervention et être considéré comme une étape normale suite à une intervention 'lourde'.

Il s'agit de réunir l'ensemble des intervenants dans un local placé au calme. On les avertit ensuite que le débriefing n'est pas une thérapie de groupe. On assure que ce qui est dit ne sera pas répété à la hiérarchie.

Le débriefing se fait en trois temps :

- dans un premier temps, l'animateur (un médecin, un psychiatre,...) favorise une expression en groupe des émotions et de l'intensité du stress vécu. C'est la phase dite de rappel des faits.
- S'installe ensuite une discussion sur les symptômes des intervenants. Sont passées en revues les pensées de chacun durant l'intervention.
- Enfin, il s'agit d'aider le groupe à mobiliser de nouvelles ressources afin d'affronter d'autres situations critiques.

Les Sapeurs-pompiers sont soumis à un stress professionnel ou organisationnel bien spécifique. Cette spécificité est en grande partie due à des contraintes d'urgence et de nécessité de performance.

Le Médecin Sapeur-pompier, s'il peut rester sur zone encore quelque temps, doit veiller une nouvelle fois au **respect des consignes de sécurité**.

- ❖ Pendant la phase de déblai, les sapeurs ne sont pas dispensés du port de l'ARI : les gaz toxiques adsorbés par les matériaux de construction sont relargués dans l'atmosphère. Des fibres d'amiante peuvent être mises en suspension en grande quantité.
- ❖ Pendant la phase de nettoyage / rangement, les risques ne sont pas négligeables : la tension nerveuse tombe, la vigilance a tendance aussi à se relâcher. Sous l'action conjointe de l'inondation et des dégâts matériels, les risques d'accidents demeurent.
- ❖ Les Sapeurs doivent se **réhydrater activement** en consommant la solution de réhydratation, éventuellement complétée par un potage pour l'apport de sel.

4.1. La récupération physique après intervention

Le Médecin Sapeur-pompier a pu repérer au cours de l'opération des sujets plus fragilisés que d'autres.

Il doit s'enquérir de leur état de fatigue objective et dispenser des consignes de manière à mieux récupérer.

4.1.1. Dépistage du surmenage

En physiologie de l'exercice, la récupération se définit comme l'intervalle de temps qui permet la restitution totale des capacités physiques⁷⁶.

La récupération est :

- cardiovasculaire et respiratoire : retour aux valeurs de repos,
- métabolique : restitution de l'état hydroélectrique initial, reconstitution des réserves énergétiques,
- structurale : récupération des lésions musculaires,
- biologique,
- nerveuse.

En cas de non récupération, une fatigue passagère (overtraining) peut survenir, caractérisée par :

- une diminution de l'appétit,
- un amaigrissement,
- une pression artérielle de repos plus élevée,
- des troubles du sommeil,
- une instabilité émotionnelle,
- des troubles du comportement,
- une réduction de la tolérance aux lactates,
- une diminution des défenses immunitaires,
- une recrudescence des accidents.

Ces signes représentent de véritables signaux d'alerte. Le dépistage précoce d'une fatigue passagère nécessite un sens clinique développé de la part du médecin ou de l'entraîneur et un effort d'observation constant pour juger de l'état physique ou mental du Sapeur-pompier.

Le Sapeur lui-même est mauvais juge : sa tendance est de les attribuer à un entraînement insuffisant. En poussant le niveau de celui-ci, il ne fait qu'accroître le déséquilibre entre exercice et récupération.

4.1.2. Sommeil et récupération^{77,78}

A la Brigade des Sapeurs-pompiers de Paris, l'activité incendie est au plus fort entre 17 et 21 heures. L'intervalle 4H-8H est une période « creuse ». Les interventions incendies de nuit (21H-4H) gardent un niveau soutenu alors que l'ensemble des interventions ont tendance à baisser.

La majorité des interventions (tout type confondu) se déroule en fin de matinée (10-12H) et en milieu d'après-midi (16-18H), aux heures de veille des sauveteurs.

Sur le plan physiologique, une seule nuit de privation de sommeil n'entraîne pas de diminution de la VO_2 max ou de modifications des paramètres cardio-vasculaires. Cependant, les sujets perçoivent leur exercice comme étant plus dur et leur endurance diminue d'environ 10%.

Après privation de 2 nuits de sommeil, les valeurs de VO_2 max ne changent pas mais le temps pour atteindre l'épuisement chute de 20%.

La privation partielle de sommeil (réveil de 3 heures au milieu de la nuit, coucher tardif ou lever précoce à 3 heures du matin) montre que l'organisation interne du sommeil est perturbée.

Les études montrent que le sommeil lent profond apparaît comme obligatoire.

La réduction de la quantité de sommeil provoquée soit par une fragmentation du sommeil par un réveil en milieu de nuit, soit par un lever précoce ou un coucher tardif, s'accompagne d'une moins bonne tolérance à l'effort physique. De plus, on note une mise en jeu précoce du métabolisme anaérobie qui a pour conséquence une fatigue musculaire plus prononcée, responsable d'une baisse de la puissance maximale d'environ 20 W et d'une diminution du pic de VO_2 max.

Seule la privation de sommeil en milieu de nuit est responsable d'une exagération de la fréquence cardiaque à l'effort maximal et sous-maximal.

Mais c'est surtout sur les capacités psychomotrices et cognitives que la privation de sommeil se fait le plus sentir. La privation de sommeil entraîne outre une irritabilité, une détérioration des capacités de mémorisation, de décodage des signes et de logique.

4.2. Les procédures de déclaration d'accident du travail :

Les Sapeurs-pompiers représentent une des professions les plus exposées en ce qui concerne les accidents du travail⁷⁹.

Après l'incendie, le Sapeur blessé doit constituer un dossier comportant : la déclaration d'accident du travail et un certificat médical descriptif.

Toute restriction d'aptitude ou décision d'inaptitude concernant un Sapeur-pompier doit faire l'objet d'une information du Médecin-chef, qui peut réexaminer le Sapeur-pompier concerné à sa propre initiative ou à la demande de l'intéressé.

❖ Chez les professionnels :

- En cas d'accident de service ou de trajet, celui-ci doit « résulter d'une action violente et soudaine d'une cause extérieure provoquant au cours du travail ou du trajet une lésion du corps humain ». Le Sapeur-pompier doit en apporter la preuve et mettre en évidence une relation avec son service.
- En cas de maladies contractées, celles-ci doivent être reconnues par les tableaux des affections professionnelles.
- Le chef de service délivre à la victime un certificat de prise en charge seulement s'il existe une relation certaine de cause à effet entre l'accident et le service, par exemple une brûlure. Dans ce cas il est dispensé de l'avance des frais.

❖ Chez les volontaires :

- Le service commandé comporte les interventions, les manoeuvres, les stages, les entraînements physiques, le cross organisé par le corps ou la DDSIS, les travaux d'entretien du matériel, les trajets aller-retour entre le domicile ou le lieu de travail et le centre de secours et entre le centre et les lieux d'intervention.
- En cas d'accidents ou de maladies contractées, un dossier d'accident en service commandé sera mis en place et transmis à la DDSIS. Le chef de centre remet à la victime la feuille d'accident et de prise en charge lui permettant la gratuité des soins.
- Le président du CASDIS décide de l'imputabilité au service pour une ITT inférieure à 15 jours.

Le Médecin Sapeur-pompier peut se prononcer sur une inaptitude temporaire du Sapeur-pompier.

L'arrêté du 6 mai 2000 prévoit une obligation d'information du Médecin Sapeur-pompier chargé de l'aptitude de tout arrêt de travail supérieur à 21 jours, pour cause de maladie ou d'accident, survenu ou non en service.

DISCUSSION

Au cours d'une intervention incendie, les Sapeurs-pompiers sont confrontés à de nombreuses contraintes physiques et psychologiques.

La surveillance médicale des Sapeurs-pompiers en mission incendie doit être renforcée.

Elle doit pouvoir bénéficier d'un protocole précis et validé.

1. Le rôle du Médecin Sapeur-pompier doit être renforcé pour une sécurité accrue des personnels

1.1. Phases critiques au cours d'un incendie

Les phénomènes d'explosion de fumées et d'embrassement généralisé éclair peuvent survenir lors des différentes phases d'un même incendie et intéresser plusieurs zones adjacentes. Les risques pour les Sapeurs-pompiers sont ainsi fonction du moment et du lieu de leur intervention.

L'embrassement généralisé éclair apparaît dans la phase de croissance du feu. C'est le moment où le feu localisé se généralise.

L'explosion de fumées peut être plus insidieuse. Elle peut survenir aussi bien en phase de croissance qu'en phase de déclin. L'attention des intervenants est alors relâchée ce qui rend cette phase d'autant plus délicate et dangereuse.

Si l'explosion survient et que le Sapeur-pompier est blessé, il est suspect d'être basté jusqu'à la preuve du contraire. Il peut présenter une décompensation respiratoire secondaire.

En cas d'imminence d'un flashover ou d'un backdraft, le Sapeur doit rester accroupi ou allongé sur le ventre derrière son écran d'eau. Le jet de flammes lui passe ainsi de part et d'autre.

Le feu et les explosions modifient bien entendu considérablement la topographie des lieux. Les gaines et fourreaux électriques peuvent être mis à nu. Si l'on ajoute à cela les tonnes d'eau que déversent les Sapeurs-pompiers sur le brasier,

on comprend aisément le **risque d'électrisation**. Le risque peut être vital en déclenchant une fibrillation ventriculaire et des brûlures profondes gravissimes.

Un technicien EDF est toujours appelé par le CTA pour isoler électriquement le secteur.

Les consignes de prudence doivent être rappelées au personnel :

- tenir compte de la résistance cutanée (humidité ambiante, sécrétion sudorale) ;
- tenir compte de la présence de matériaux non conducteurs sur le plan vestimentaire. A ce titre, plus les semelles sont isolantes, meilleure sera la protection.
- Tenir compte de la présence de matériaux conducteurs comme certaines bouteilles d'Appareil Respiratoire Isolant.

Les nouvelles bouteilles en matériaux composites apportaient à ce titre un net avantage puisqu'elles ne conduisent pas le courant, contrairement aux bouteilles en acier. Ces bouteilles sont pour le moment interdite en France suite à l'explosion de l'une d'entre-elle en 2003.

Lorsqu'un accident survient au cours de la lutte contre un incendie, le Médecin Sapeur-pompier doit être capable d'analyser, à l'aide du COS, l'éventualité de la survenue d'un phénomène de backdraft ou de flashover. Le praticien peut alors orienter son examen clinique à la recherche de brûlures potentiellement étendues, de lésions de blast.

Relarguage de gaz toxiques après l'incendie :

Bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'une phase critique, les opérations de déblaiement ne sont pas sans risque.

Certains matériaux, tels que le béton, peuvent absorber sous l'effet de la chaleur les gaz de combustion. Ces matériaux, une fois l'incendie éteint, sont susceptibles de relarguer les gaz toxiques (le CO en particulier). Il existe donc un risque potentiel pour les membres des équipes de secours lors des opérations de déblai. Le port de l'ARI est à conseiller formellement.

1.2.Prise en charge d'un personnel blessé sur les lieux de l'intervention

Prélèvements sanguins, traitement par l'hydroxocobalamine :

Outre l'oxygène, d'autres traitements sont-ils nécessaires ?

L'intoxication cyanhydrique est l'intoxication la plus grave : elle est rapide et mortelle dans la plupart des cas. Sa confirmation passe par le dosage des cyanures sanguins. Mais ce dosage est irréalisable en préhospitalier. Notons que le dosage des lactates plasmatiques remplace avantageusement la recherche directe des cyanures sanguins⁸⁰.

Il permet de confirmer une intoxication par les cyanures.

Cependant tout retard à la mise en route d'un traitement antidote peut être préjudiciable. Aussi, j'approuve l'institution d'un traitement précoce par l'hydroxocobalamine dès qu'une forte suspicion d'intoxication cyanhydrique. D'autant plus que ce traitement a une faible toxicité⁸¹.

Durée de l'oxygénothérapie :

Les prélèvements sanguins réalisés au cours du bilan initial ont un intérêt pour la prise en charge ultérieure. Quelques prélèvements sur tubes héparinés sont donc à effectuer. Ainsi, outre le dosage des lactates, la carboxyhémoglobinémie permet d'adapter au mieux la durée de la surveillance et de l'oxygénothérapie.^{82,83}

Je considère qu'une oxygénothérapie initiée sur le lieu de l'accident, l'a été sur des signes objectifs.

Elle doit donc être poursuivie par masque ou sonde nasale chez les sujets conscients au minimum jusqu'à l'obtention des résultats des dosages sanguins.

L'hospitalisation, au moins de courte durée, est donc inévitable.

Brèves inhalation de fumées :

Le diagnostic d'inhalation de fumée est rendu difficile chez les Sapeurs-pompiers, protégés par leur ARI. L'inhalation de gaz et de fumées représente environ 5 % des accidents de travail chez les Sapeurs-pompiers⁸⁴.

Il s'agit d'accidents survenant aussi bien pour des sapeurs sous ARI que des sapeurs non protégés. Les Sapeurs-pompiers nomment « coup de fumées » les courtes intoxications qui peuvent survenir au cours de leur mission. Le coup de fumées intervient même lorsqu'une protection respiratoire est utilisée (16% des accidents). Cette observation est d'une importance capitale et ne doit pas être méconnue du Médecin Sapeur-pompier.

Ces inhalations sont généralement brèves, minimales mais parfois itératives.

La notion d'espace clos et fumée dense est souvent présente.

Trois fois sur quatre, l'inhalation intervient pour des fumées d'incendies. Une fois sur quatre il s'agit d'intoxication oxycarbonée pure.

Ces accidents touchent plus souvent les sapeurs que des plus hauts gradés, bien entendu puisque les sapeurs montent « au front » de l'incendie.

Le coup de fumée survient essentiellement au moment de l'attaque et de l'extinction (72%) et de la reconnaissance (12%).

Les accidents peuvent survenir à tout moment et sont **augmentés en cas de :**

- problème technique (appareil défectueux) ;
- fin d'autonomie en air nécessitant un changement de bouteilles dans une atmosphère enfumée ;
- mauvaise application faciale : accrochage, défaut de mise en place, retard de mise en place ;
- retrait délibéré pour oxygéner une victime.

Ces accidents sont limités si les consignes de sécurité sont strictement respectées. L'entraînement doit être régulier.

Les sujets inaptes au port de l'ARI doivent être bien repérés. En particulier chez les hommes, la barbe diminue l'étanchéité du masque facial. La barbe n'est donc pas compatible avec le port de l'ARI.

La difficulté de la prise en charge de ces intoxications est réelle. En premier lieu, le Sapeur-pompier n'est pas toujours disposé à informer le médecin de l'accident. La crainte d'être déclaré inapte est peut-être la principale motivation.

Les signes cliniques sont frustes. S'ils sont présents, la prise en charge des formes peu symptomatiques n'est pas codifiée. Faut-il initier une oxygénothérapie systématique ? Quel est l'intérêt des prélèvements sanguins ?

Je propose une surveillance de courte durée en milieu hospitalier, avec dosage de la carboxyhémoglobine, des lactates. L'oxygénothérapie aux lunettes me paraît une alternative à l'oxygénothérapie au masque.

1.3. Critères d'hospitalisation d'un Sapeur-pompier blessé

- a) Tout sujet présentant des **signes de choc** doit être transféré en milieu spécialisé, dès que son état le permet.
- b) Tout sujet présentant une **lésion nécessitant des soins spécialisés urgents** doit être adressé au centre hospitalier le plus proche. Un bilan radiographique pourra y être proposé.
- c) **Tous sujet exposé à la fumée même asymptomatique doit être hospitalisé**, compte tenu du possible survenu d'un œdème pulmonaire après une période de latence allant de 12 à 48 heures. L'amélioration initiale des patients présentant un syndrome d'inhalation de fumées n'exclut pas une aggravation respiratoire secondaire, même si l'intoxication a été brève.
Notons que l'évolution précoce est marquée dans 40% des cas par une bronchopneumonie et représente la principale cause de mortalité chez les patients présentant une défaillance respiratoire.
Suivant les cas, cette hospitalisation se fera aux urgences (pour surveillance), en réanimation en cas d'intoxication ou de lésions d'inhalation sans brûlures ou dans un centre de brûlés en cas de brûlures cutanées associées.
- d) Tout personnel se plaignant de **douleurs thoraciques** ou de maux de gorge doit être placé en observation 24 heures, en milieu hospitalier.

En concertation avec la régulation du centre 15, le transfert sera médicalisé ou non. Il paraît difficile pour le Médecin Sapeur-pompier de garde d'assurer à la fois la médicalisation du transport et le soutien sanitaire de l'opération. La médicalisation devra donc être assurée par un médecin disponible⁸⁵.

1.4. Le Médecin Sapeur-pompier : un acteur de prévention des accidents

1.4.1. Réglementer le temps de travail maximal sous ARI ⁸⁶

Le port de l'Appareil Respiratoire Isolant nécessite de bonnes qualités physiques.

La capacité de travail maximale du porteur d'un ARI est réduite de 20%.

L'augmentation de la consommation d'oxygène à des niveaux d'exercices sous-maximaux et la diminution de la VO₂ max, sont expliqués en partie en raison du port de l'ARI et de la tenue de feu.

L'aptitude médicale suffit en principe pour porter l'ARI. Il n'existe aucun texte officiel définissant les conditions à remplir autorisant son port. Cependant, on conçoit que cette aptitude puisse être remise en question.

Elle dépend de la condition physique et psychologique du Sapeur-pompier (ex : claustrophobie, asthme).

Elle doit pouvoir être remise en question pendant ou avant l'intervention, en fonction de paramètres objectifs.

Les interventions pour incendies sont de durée variable. L'énergie que doit déployer chaque Sapeur-pompier est largement fonction de la durée de cette intervention. En effet, il doit en principe utiliser plusieurs bouteilles d'ARI successivement. Cependant, l'effort à fournir sous ARI est éprouvant et la durée d'utilisation doit être réglementée.

Le temps de travail maximal au cours d'un exercice modérément difficile dépend de façon indubitable de la motivation personnelle du Sapeur-pompier et de son degré d'entraînement.

Pour certains auteurs, des sujets hautement motivés et bien entraînés peuvent travailler au moins 15 minutes à leur VO₂ max. Pour des sujets mal entraînés, la VO₂ max peut n'être soutenue que pendant 4 à 5 minutes.

Tous les effets indésirables de l'ARI sont accentués lorsqu'il est porté avec la tenue protectrice dans un environnement chaud.

Lorsque l'ARI est porté au cours d'opérations particulièrement pénibles, la période maximale de travail continu avant l'épuisement des réserves d'air est de 20 à 30 minutes.

Certains Sapeurs-pompiers préconisent donc la règle suivante, dite « **règle des 20 minutes** » : pas plus de 20 minutes avec une bouteille d'ARI.

Cependant, cette règle peut (et doit) souffrir de dérogations. Prenons l'exemple d'un feu d'appartement. Fréquemment, 30 minutes suffisent à éteindre

complètement un début de sinistre. Dans ce cas, le Sapeur termine sa mission après les 20 minutes seuil, dans un environnement pas trop hostile.

Lorsque l'incendie n'est pas maîtrisé, le CODIS envoie des renforts. La présence sur l'intervention de plus de 6 Sapeurs génère un stress collectif. Ce stress, accompagné des conditions d'intervention qui se durcissent, augmentent considérablement la consommation d'oxygène des porteurs et peuvent abaisser l'autonomie de l'ARI de 30 à 20 minutes.

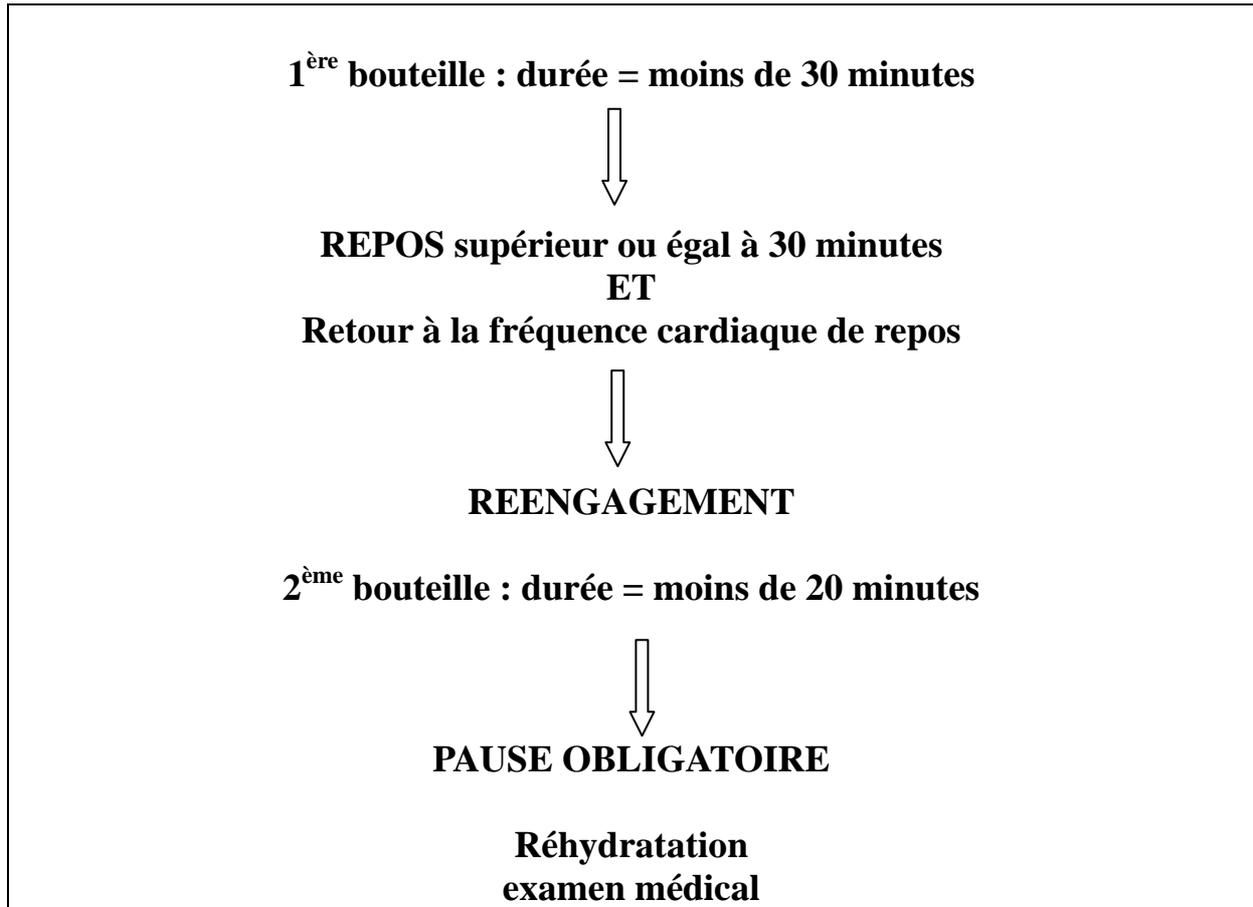
Après une première bouteille, le Sapeur doit impérativement observer une période de repos d'au moins 30 minutes. Il semble préférable d'attendre le retour de la fréquence cardiaque proche de son niveau initial avant d'autoriser à nouveau le port de l'ARI⁸⁷.

Le réengagement avec une nouvelle bouteille d'ARI ne doit pas dépasser, dans l'idéal, 20 minutes.

La montée en puissance est le principal danger : les Sapeurs peuvent facilement abuser des bouteilles d'ARI, faute de renforts suffisants au départ. Puis, rapidement, les renforts arrivant, les consignes de sécurité peuvent être appliquées de façon plus pragmatique.

Le Médecin Sapeur-pompier présent lors de la montée en puissance veille à ce que les Sapeurs ne consomment pas trop de bouteilles d'ARI. Ils doivent respecter dans la mesure du possible la « règle des 20 minutes ».

Au total :



Le nombre de bouteilles d'ARI consommé ne peut être fixé arbitrairement. Par exemple, un Sapeur-pompier chargé de maintenir la pression auprès du Fourgon Pompe Tonne (FPT), n'est pas soumis aux mêmes contraintes que le binôme d'attaque. La quantité d'énergie fournie est très différente et la fatigue n'est pas la même.

L'utilisation consécutive de 2 bouteilles d'ARI pour des postes exposés doit être suivie d'une pause obligatoire.

En ce qui concerne les postes moins exposés, moins « physiques », l'appréciation doit être laissée au Médecin Sapeur-pompier.

1.4.2. Le Médecin Sapeur-pompier peut modifier l'aptitude d'un sapeur en cours d'intervention

Compte tenu des dangers que génère l'intervention, je considère que **l'aptitude d'un sapeur évolue**. L'aptitude qu'il avait initialement doit pouvoir être remise en question constamment.

Seul le Médecin Sapeur-pompier a la capacité de détecter et modifier l'aptitude, au bénéfice d'une plus grande sécurité pour tous.

Pour profiter au maximum des phases de repos, le Médecin Sapeur-pompier **choisit une zone de repos à l'écart de la zone de danger**, disposant :

- de boissons de réhydratation,
- des barres énergétiques.

Le Médecin, éventuellement aidé par un Infirmier Sapeur-pompier, **contrôle les fonctions vitales des personnels dans le VSAB** :

- au moment des pauses réglementaires. Une pause pourrait être rendue obligatoire après l'utilisation consécutive de 2 bouteilles d'ARI
- à la demande expresse d'un Sapeur,
- ou quand le médecin le juge nécessaire, quelque soient les circonstances.

Au cours de l'examen médical, le sapeur peut manifester sa fatigue, verbalement ou par son aspect. La fatigue ressentie peut être mesurée au moyen de l'échelle de Borg, échelle bien connue des physiologistes (voir en annexe).

La fréquence cardiaque est étroitement corrélée à la sensation de fatigue⁸⁸.

En première approximation sur le terrain, sa mesure donne un aperçu fiable de la fatigue de l'individu. De la même manière, il existe une corrélation assez importante avec la fréquence respiratoire.

La prise du pouls et de la fréquence respiratoire au repos, sont complétées par la mesure de la tension artérielle.

La prise de la température centrale peut mettre en évidence une hyperthermie.

Au terme de ce bilan initial, le Médecin Sapeur-pompier doit pouvoir se prononcer sur la capacité du Sapeur à reprendre sa fonction.

Que le Sapeur ait été victime ou non d'un accident pendant l'intervention, **deux catégories** peuvent être individualisées (cf. schéma) :

❖ **inaptitude opérationnelle complète**

➤ **temporaire :**

Le Sapeur est mis au repos par le Médecin jusqu'à nouvel ordre.

Le Médecin Sapeur-pompier évalue la durée de l'inaptitude temporaire.

Il convient avec le sapeur concerné d'un nouvel examen médical au bout d'un certain délai.

Par exemple : + état subjectif de fatigue,
 + signes essoufflement,
 + un stress intense...

➤ **définitive (pour l'opération) :**

Par exemple : + brûlure grave,
 + coup de fumée,
 + traumatisme réduisant la mobilité : entorses de
cheville, respiratoire...
 + douleur thoracique suspecte...

Le Sapeur-pompier quitte l'intervention sur décision médicale.

Suivant les cas de figure, il est transféré vers l'hôpital le plus proche ou rentre à son domicile.

❖ **inaptitude opérationnelle aux missions exposées :**

Par exemple : + brûlure peu étendue,
 + traumatisme bénin, empêchant seulement le port de
l'ARI dans de bonnes conditions de sécurité,
 + utilisation consécutive de plusieurs bouteilles d'ARI
dans des conditions extrêmes

Le Médecin Sapeur-pompier évalue la durée de l'inaptitude temporaire.

Il convient avec le sapeur concerné d'un nouvel examen médical au bout d'un certain délai : de une heure au minimum pour une inaptitude temporaire simple, jusqu'à la fin de l'opération pour une inaptitude au port de l'ARI.

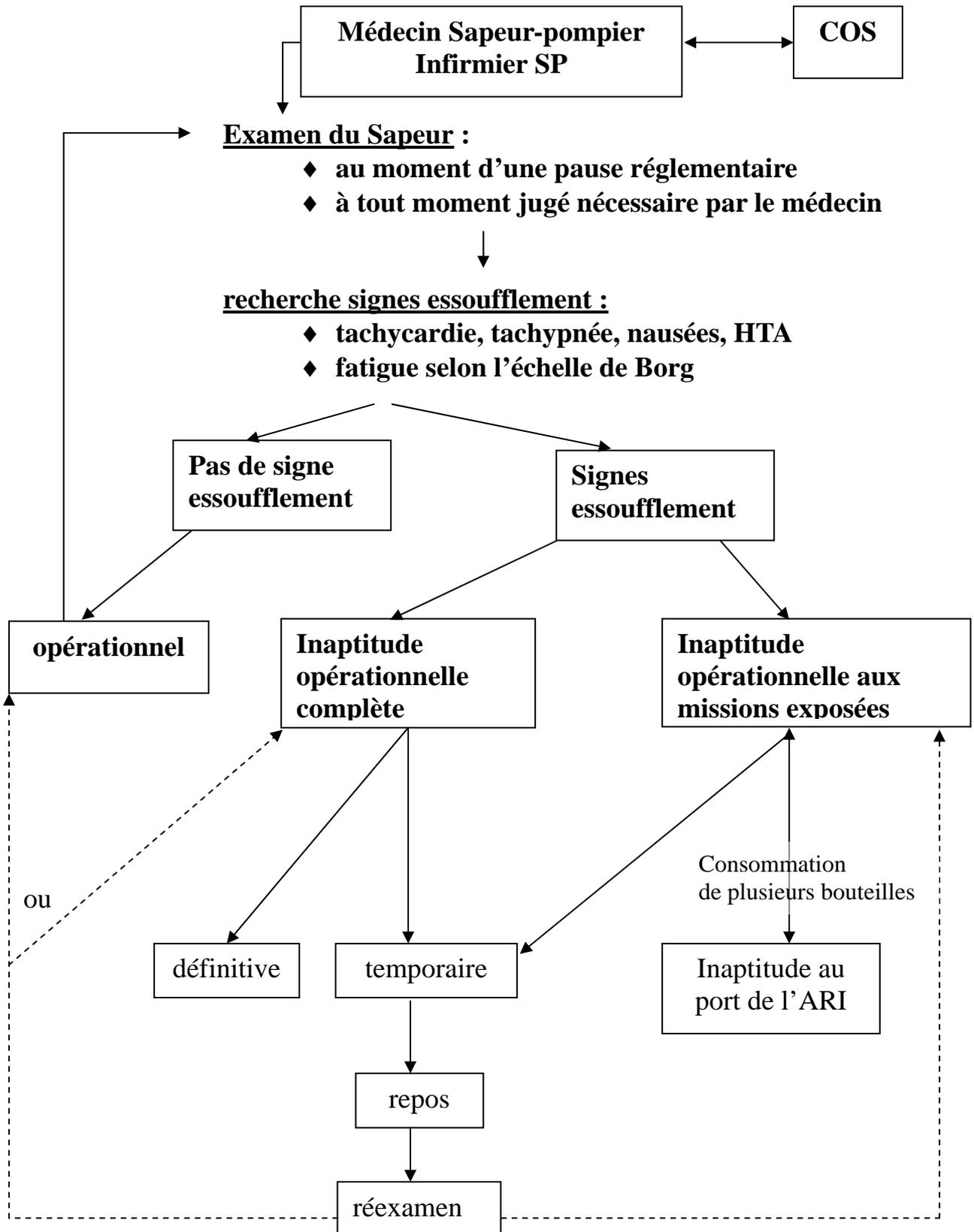
Le Médecin communique au COS ses conclusions.

Ces dispositions pratiques soulèvent de nombreuses questions.

Lorsqu'un médecin n'est pas présent sur le site, comment organiser le soutien sanitaire ? L'intérêt de la mise en opération d'une équipe composée d'Infirmiers Sapeurs-pompiers est d'actualité dans la région nantaise.

Comment définir des limites en ce qui concerne les brûlures ? Doit-on s'attacher au grade de la brûlure, à son étendue ou à sa localisation ?

Le Médecin Sapeur-pompier doit se montrer ferme en vertu du principe de précaution, mais savoir rester souple dans l'application de ces recommandations.



Modification de l'aptitude d'un Sapeur-pompier au cours d'un incendie

* bouteilles d'ARI standard , ISP : Infirmier Sapeur-pompier - COS : Commandant des Opérations de Secours

1.4.3. Le Médecin Sapeur-pompier assure une surveillance et un soutien psychologique

Le médecin doit **détecter des réactions de stress dépassé**, comme par exemple :

- Les **manifestations anxieuses paroxystiques**, attaques de panique et crises d'agitation pouvant générer des réactions agressives voire quérulentes ;
- les **états de stupeur**, de sidération ou d'inhibition anxieuse ; ces réactions peuvent facilement passer inaperçues alors que leur potentiel évolutif est au moins aussi grand que les réactions d'agitation psychomotrice ;
- les **phénomènes conversifs** et crises hystériformes, d'expression très diverse ;
- les **états délirants** aigus souvent caractérisés par une forte composante thymique, proches d'états maniaques ou d'états mixtes ; des états dépressifs graves avec ou sans symptômes psychotiques peuvent aussi apparaître très rapidement ;
- des **lésions psychosomatiques** d'apparition immédiate ont aussi été décrites, tels des accès hypertensifs, des crises d'asthme ou différentes lésions dermatologiques (poussée d'eczéma, de psoriasis, de lichen plan, alopecie voire calvitie) ;

Les conséquences à long terme sur le Sapeur-pompier sont :

- une augmentation des affections cardio-vasculaires
- des troubles psychologiques allant du simple trouble du comportement au tableau dépressif majeur
- un facteur de risque de conduites addictives
- l'état de stress post-traumatique

Le Sapeur-pompier se vit comme un professionnel protégé des impacts négatifs des interventions qu'il réalise. C'est pourquoi la prévention des conséquences néfastes du stress passe par une prise de conscience individuelle des personnels face à leur propre réactivité au stress.

Connaître ses réactions face aux situations difficiles, sa manière de récupérer un fois la crise passée est le meilleur moyen de gérer et prévenir les effets du stress. Une démarche préventive, de loin considérée comme la plus efficace, repose sur l'enseignement aux individus d'une hygiène de vie adaptée à l'exercice quotidien de leur profession. Ceci signifie qu'une prise en charge des équipes est nécessaire, au moyen de séances de formation à la gestion du stress.

Chaque individu devrait être capable d'atténuer l'intensité du stress issu des situations de vie habituelle par des attitudes, des comportements correspondant à

une hygiène de vie adaptée : aménagement de temps de repos suffisants, mise en place dans la vie personnelle d'une démarche de vie cohérente (accord des buts et des valeurs), évitement des abus d'alcool, de café et de tabac, pratique régulière d'une activité de loisir...

Chaque sauveteur a besoin de ressentir la certitude de pouvoir être protégé, soigné par le groupe, l'équipe.

Le Médecin Sapeur-pompier a la possibilité de comprendre le ressenti émotionnel des individus, dans une atmosphère de compréhension. Il peut apporter des conseils et informer sur les problèmes rencontrés.

1.5. La qualité et le volume de la boisson à apporter doivent faire l'objet d'une véritable stratégie de réhydratation

1.5.1. Intervention pour incendie et déshydratation

Les efforts physiques réalisés par les Sapeurs sont à l'origine d'une déshydratation qui affecte leur efficacité. L'exercice par temps chaud est à l'origine d'une sudation et donc d'une **déshydratation accrue** qu'il convient de surveiller et de corriger.

Pour les Sapeurs-pompiers, les pertes d'eau par voie cutanée sont de loin les plus importantes quantitativement : elles représentent environ 70 à 80% des pertes en eau, selon l'intensité de l'exercice et les conditions climatiques.

Si l'évaporation n'est pas permise par l'ambiance (air humide), comme c'est le cas sous ARI, la contrainte thermique ne peut être compensée : **la déshydratation est majeure et la sueur qui ruisselle est inefficace au plan thermolytique.**

Signalons que ce dernier élément constitue un problème majeur à la tolérance physiologique au port de **protection NBC** (protection Nucléaire, Biologique et Chimique) en climat chaud, évènement proche de ce qui peut se passer dans une protection complète de Sapeur-pompier contre un incendie⁸⁹.

En effet, la tenue NBC constitue un véritable écran de l'élimination de la chaleur produite par les muscles lors de l'activité physique. En raison de la forte imperméabilité de ces tenues à la vapeur d'eau, la couche d'air entre la peau et le vêtement se sature en vapeur d'eau, ce qui réduit considérablement les possibilités d'évaporation de la sueur. A titre d'exemple, on a relevé des débits sudoraux de 1,5 l/h lors d'activités opérationnelles à la chaleur en Guyane chez des sujets portant une tenue de protection NBC.

Les Sapeurs-pompiers en intervention doivent pouvoir changer de T-shirt dès que celui-ci est trempé par la sueur : la sudation n'est possible qu'avec des vêtements secs.

1.5.2. Aspect pratique de la réhydratation hydroélectrolytique chez les Sapeurs-pompiers au cours d'une intervention pour feu^{90,91}

La capacité logistique à déployer rapidement des Sapeurs-pompiers à la chaleur ou d'autres environnements hostiles, signifie en fait que les individus commencent l'opération avant d'être totalement acclimatés.

Il n'existe aucune étude permettant de définir quelle solution est la plus adaptée pour les Sapeurs-pompiers : eau pure ? café ? jus de fruit ? Actuellement tout est permis.

- La réalisation d'un état d'hyperhydratation corporelle préalable à une contrainte thermique chaude pourrait constituer une contre-mesure efficace aux effets défavorables de la déshydratation. Cependant, l'ingestion abondante d'eau seule limite l'efficacité de cette approche en raison de la réponse rénale qui élimine rapidement l'apport hydrique excédentaire par voie urinaire. Par ailleurs, l'hyperhydratation risque de provoquer une hyponatrémie préjudiciable à l'exercice.
- La restauration des pertes hydrominérales est pleinement justifiée lors de l'activité physique à la chaleur car elle permet de prévenir, outre la baisse de performance, l'apparition d'accidents graves liés à une charge thermique excessive.
Pour cela, **la qualité et le volume de la boisson à apporter doivent faire l'objet d'une véritable stratégie de réhydratation, prenant en compte la perte hydrique prévisible en fonction des caractéristiques de l'activité opérationnelle (type, intensité, durée) et des conditions climatiques.**
- On devrait **utiliser les variations de masse corporelle pour connaître la quantité d'eau perdue au cours d'un exercice**, et pour assurer une réhydratation harmonieuse après l'exercice⁹².
On se heurte néanmoins à des difficultés pratiques : comment rechercher de façon fiable une différence de poids chez un individu harnaché de plus de 20 kg de matériel ? Sans compter les erreurs liées au simple fait que la bouteille d'ARI s'est vidée, ou que les vêtements sont imbibés de sueur. Ceci devrait faire l'objet d'une étude sur le terrain afin de recevoir une validation pour les Sapeurs-pompiers.
- Il existe dans le commerce de nombreuses solutions orales de réhydratation, toutes développées pour répondre à un public le plus large possible. De toute évidence, divers facteurs kinésiques et

environnementaux se conjuguent pour conditionner la composition optimale de la solution de réhydratation orale⁹³.

Je propose d'adopter le schéma d'hydratation suivant :

- boire de 400 à 600 ml d'eau plate avant l'effort. Cet apport constituant la ration d'attente, permet d'attaquer le feu sans déficit hydrique préalable. Il réhydrate un Sapeur mal préparé.
- Boire au moins 500 ml d'eau sucrée après la première bouteille d'ARI (composition de l'eau ci-dessous)
- Puis, boire de 150 à 200 ml toutes les vingt minutes une boisson constituée de :
 - Eau : 1000 ml,
 - Hydrates de carbone : 5%,
 - Pas d'adjonction de sel pour les conditions présentes, ni d'autres substances (potassium, bicarbonates, vitamines...), si la durée totale de l'effort reste inférieure à 3 heures.
 - Parfum (citron, orange,...) afin d'améliorer l'acceptabilité.

La quantité est à adapter en fonction de l'intensité de l'exercice et des conditions « climatiques ».

Ce schéma doit pouvoir être validé par des études sur le terrain.

2. Forces et faiblesses de mon travail

2.1. Ce travail ne concerne qu'une petite partie des activités des centres de secours.

Les missions des Sapeurs-pompiers prévues initialement pour la lutte contre les feux se sont considérablement diversifiées au fil des ans, les Pompiers devenant le premier maillon dans la chaîne des secours, quelque soit le danger.

Ainsi, les interventions de la Brigade des Sapeurs-pompiers de Paris pour la lutte contre les incendies ne représentent que 5% de l'ensemble de son activité opérationnelle.

L'essentiel des interventions concerne le secours à personne (70%). Ce point est paradoxal puisque le secours à personne est une mission partagée, sous la responsabilité des centres 15 des CHU.

Mais l'extinction d'un sinistre reste une spécificité propre du métier de Sapeur-pompier, d'où il tire toutes ses lettres de noblesse.

L'expérience des incendies de forêts aurait pu être utilisée pour ce travail. Cependant, nous sommes dans une région peu exposée par ce genre d'incendie, même si on se souvient du récent incendie en forêt du Gâvre, dans la région de Blain.

2.2. Je n'ai pu participé à aucune intervention incendie grandeur nature.

Plusieurs raisons expliquent cette déception.

- Les interventions pour incendie sont peu nombreuses.
- Encore plus rare est la nécessité d'un Médecin Sapeur-pompier sur site. En effet, dans la majorité des cas heureusement, le sinistre est rapidement maîtrisé : les secours sont bien organisés, les personnels sont suffisamment entraînés.
- Mes disponibilités m'ont fait raté une occasion lors d'un important sinistre survenu en pleine nuit. J'étais tout simplement de garde aux urgences et non remplaçable...

2.3. Je ne suis pas Sapeur-pompier volontaire :

Il est difficile lorsque l'on est étranger au monde des Sapeurs-pompiers d'avoir une compréhension complète des nombreuses procédures.

La qualité de mes interlocuteurs m'a permis de m'initier, au moins sur le plan théorique, aux réalités concrètes de la lutte contre l'incendie.

3. Décalage entre les contraintes subies et les capacités réelles des Sapeurs-pompiers.

Le Sapeur-pompier doit-il être considéré comme un athlète ?

Au cours du combat contre un incendie, la condition de l'excellence physique est posée, au regard des contraintes physiologiques posées par l'équipement et l'hostilité de l'environnement⁹⁴.

Les Sapeurs-pompiers travaillent à un niveau d'énergie sous-maximale lors d'une opération d'extinction d'incendie. Cette notion est d'une importance considérable pour les personnes responsables de la santé des Sapeurs-pompiers. On conçoit donc l'intérêt de dépister toutes les maladies cardio-vasculaires chez les Sapeurs-pompiers. D'autant que l'angoisse joue un rôle majeur dans l'augmentation de la fréquence cardiaque des sujets.

Le Sapeur-pompier se doit d'être en parfaite condition physique pour supporter une addition de contraintes.

En ce sens, le Sapeur-pompier doit être considéré comme un athlète.

D'après un auteur, tout Sapeur devrait journalièrement, avec son équipement complet (dont l'ARI) monter trois fois en l'espace de 20 minutes, une échelle ou un escalier hauts de 20 mètres⁹⁵.

3.1. Les paramètres physiques ne sont pas optimaux

La mesure des paramètres physiques (VO₂ max, fonction pulmonaire, force musculaire, endurance) sur 300 Sapeurs-pompiers professionnels britanniques faisait apparaître un décalage entre les capacités requises et la réalité⁹⁶.

- La fonction pulmonaire de ces individus était dans la normale par rapport à la population, de même que la récupération au repos de la fréquence cardiaque et de la tension artérielle.
- La puissance aérobie (VO₂ max) de ces individus étaient, en moyenne, identique à la population masculine en bonne santé.
- La dépense énergétique quotidienne était équivalente à celle fournie par un ouvrier. Si la majorité de ces Sapeurs-pompiers étaient suffisamment entraînés pour assurer un travail de routine, une proportion significative (25%) travaillait à 50% de la capacité maximale aérobie en cas d'intervention pour un feu. Ce groupe devait donc endurer un stress physique supplémentaire si le sinistre devenait plus important.
- Leur force musculaire était comparable à celle de la population générale.
- Leur force musculaire était maintenue à un niveau acceptable par les activités quotidiennes (manoeuvre, exercices physiques, opérations...). L'endurance était insuffisante.
- La capacité physique des Sapeurs-pompiers décline avec l'âge, mais significativement plus que dans une population d'ouvriers d'usine du même âge.

3.2. Certains Sapeurs-pompiers cumulent des facteurs de risques cardio-vasculaires incompatibles avec leur fonction.

Chez les Sapeurs-pompiers, les pathologies cardio-vasculaires constituent la deuxième cause de décès après les accidents de la voie publique.

Une étude rétrospective portant sur la mortalité des Sapeurs-pompiers en service commandé au cours des dix dernières années a révélé 62 décès d'origine cardio-vasculaire sur 206 décès (30%).

L'obésité dans la population générale devient préoccupante, par les complications dont elle est responsable : maladies cardio-vasculaires, diabète, arthrose... L'obésité est définie par un indice de masse corporelle (Poids divisé par la taille au carré) supérieur à 30.

L'obésité gagne aussi du terrain dans les centres de secours. Or, elle représente un handicap qui peut être considérable pour mener à bien les missions confiées aux Sapeurs-pompiers.

Ainsi, **l'obésité (IMC>25) chez les Sapeurs-pompiers est supérieure à la population générale, avec un taux de 30%** ⁹⁷. En Grande-Bretagne, la population des Sapeurs-pompiers âgés de 30 à 39 ans a une incidence de 50% de surpoids (IMC compris entre 25 et 30).

Le SIGYCOP est affecté par le poids du Sapeur-pompier :

G=2 pour un IMC compris entre 25 et 29.9

G= 3 à 5 pour un IMC compris entre 30 et 39.9

G=5 pour une IMC>40.

Il est du devoir du Médecin Sapeur-pompier de sensibiliser ces individus sur les méfaits de l'excès de poids.

Le bénéfice de la perte de poids sur les capacités physiques, en terme d'endurance et de souplesse, n'est certainement pas négligeable, d'autant plus que le Sapeur-pompier est porteur d'ARI.

Le tabagisme : présente à mon avis les effets les plus pernicioeux.

Les effets délétères du tabagisme sur l'appareil cardio-vasculaire sont clairement établis. Les effets respiratoires s'ajoutent à l'éventuelle défaillance cardio-vasculaire, d'autant plus que l'individu s'exerce sous appareil respiratoire isolant.

Heureusement, quelques campagnes de lutte contre le tabagisme, et l'évolution de notre société (« le tabac c'est plus mode ») permettent d'espérer une prévention des accidents.

Que penser d'une règle qui voudrait que tout Sapeur-pompier tabagique soit inapte au port de l'ARI.

Une atteinte de la fonction respiratoire à la spirométrie doit remettre en cause l'aptitude au port de l'ARI.

Le manque d'entraînement

est lié en partie au régime de travail des Sapeurs-pompiers professionnels .

Ces activités ne sont pas toujours en adéquation avec les contraintes subies au cours de certaines interventions. Par exemple :

- efforts violents et courts, permettant de faire un sauvetage au bout d'une échelle ;
- efforts longs et pénibles, permettant par exemple de tenir une lance à incendie pendant 30 minutes.

L'endurance et la musculation sont les principales activités proposées. Le soir, l'activité est facultative. Elle se présente alors le plus souvent sous forme de sports collectifs (football, volley).

Ces sports collectifs ne motivent pas toujours les Sapeurs. Malheureusement, il existe un manque d'éducateur sportif spécialisé qui pourrait orienter l'activité physique en fonction des contraintes que le Sapeur risque de subir.

Il semble que les Sapeurs-pompiers militaires (La Brigade des Sapeurs-pompiers de Paris et les sùr de Marseille) suivent un entraînement dirigé beaucoup plus intense que les Sapeurs territoriaux.

Par ailleurs, il existe parfois un **manque de motivation** de la part d'une grande partie des Sapeurs-pompiers Professionnels pour exercer une activité physique.

Ainsi, au cours de la journée, les tâches courantes sont terminées vers 16H et laissent la place à une nouvelle tranche d'activité physique. Peu de sapeurs se forcent à l'utiliser. Ceci varie grandement d'un centre de secours à l'autre.

Certains professionnels objecteront que leur préparation physique n'a jamais occasionnée ni malaise, ni accident. Cela est possible, mais ne doit en aucun cas servir de prétexte au manque d'entraînement.

Pour être juste, il faut reconnaître que toute activité physique requiert un minimum de temps de repos. Certains préfèrent économiser leurs forces qui pourraient être précieuses si une intervention dans l'heure qui suit devait être difficile.

Habituellement, un Sapeur-pompier volontaire commence sa garde après une journée de travail. A peine est-il en tenue que le bip se met à sonner ! Voilà un citoyen fatigué par une journée de travail, qui n'a pas eu le temps de manger et qui se rend vers une intervention périlleuse. Le danger, tant pour l'individu que pour le groupe est réel.

Les accidents de travail ont lieu principalement au cours des activités sportives.

Cependant, il faut considérer que ces accidents sont en fait directement en rapport avec le haut niveau de forme physique que ces entraînements visent à atteindre.

La prévention des accidents en service passe obligatoirement par une visite d'aptitude soigneuse. Cette visite permet d'écarter les sujets présentant un risque cardio-vasculaire, des anomalies respiratoires (asthme...), et bien sûr tout problème musculo-squelettique susceptible d'évoluer.

Remise en question des capacités en fonction du manque de sommeil :

Une **privation de sommeil**, même partielle, **modifie sensiblement les capacités psychomotrices et cognitives**.

Les Sapeurs-pompiers sont appelés aussi bien le jour que la nuit à devoir fournir une grande quantité d'énergie tant physique que physique.

On conçoit aisément le rôle primordial d'un bon sommeil afin de **recupérer de veilles prolongées**.

Chez les Sapeurs-pompiers, l'organisation opérationnelle est à l'origine d'une fréquente privation de sommeil mais impose le maintien d'un niveau de vigilance élevé. Dans ces circonstances, les effets favorables de micro-sommeil (10-20 min) ont été démontrés.

Cependant, il ne me semble pas souhaitable qu'un Sapeur puisse enchaîner deux gardes consécutives : le risque d'erreur, de maladresse par défaut de vigilance est augmenté. Le système 24/48 (24 heures de gardes suivies de 48 heures de repos) du groupement des Sapeurs-pompiers de Saint-Nazaire me semble bien prendre en compte ce risque. Ce système devrait pouvoir être généralisé à l'ensemble des centres de secours.

4. Hypothèses et prospectives

4.1. Rôle discuté de certains agents toxiques dans la morbi-mortalité chez les Sapeurs-pompiers :

Les Sapeurs-pompiers opérationnels ont **plus de risque que la population générale de mourir accidentellement**^{97,98}.

Cependant, le taux global de mortalité toutes causes confondues, ne diffère pas de la population générale.

Les principales causes de décès en opération sont les **accidents de la route**⁸⁴. Les études concernant une éventuelle surmortalité chez les Sapeurs-pompiers n'ont pas été confirmées par des études récentes^{99,100}.

Les Sapeurs-pompiers présentent un risque accru avant tout pour les **cancers broncho-pulmonaires** (à partir de 65 ans), les **cardiopathies ischémiques** (> 40 ans), les tumeurs cérébrales (gliomes), les cancers hématologiques, mais aussi tous cancers confondus.

Globalement, le risque de voir se développer de telles affections est d'autant plus élevé que le sujet avance en âge.

La durée d'exposition aux incendies n'est pas mise en cause. Par contre, le nombre de feux combattus par Sapeur-pompier serait, dans le cas des pathologies cancéreuses, un indice de risque d'autant plus fort qu'il est élevé¹⁰¹.

Les différentes pathologies constatées sont peut-être en relation avec le **rôle délétère du monoxyde de carbone et les potentialités carcinogènes** de certains composés : notamment les hydrocarbures aromatiques polycycliques dont le benzène, les radicaux libres présents dans la fumée de bois, les toxiques issus de la décomposition thermique des matériaux plastiques. Je pense que le rôle des matières plastiques est sous-estimé. En effet, les matières plastiques sont omnipotentes, mais seulement depuis un demi-siècle. Tous les effets ne se sont pas encore révélés, en particulier sur la fertilité.

Bien que les individus soient protégés par leur ARI, on sait que l'éventualité des fuites est possible. Je suggère que des intoxications aiguës répétées, à des doses infra cliniques, puissent être pathogènes.

Par ailleurs, je pense que la consommation alcoolique et tabagique est sous-évaluée. Ces conduites addictives représentent vraisemblablement un rôle physiopathologique très important.

4.2. Aucun cas de CEE n'est répertorié chez les Sapeurs-pompiers

La température rectale critique à ne pas dépasser lors d'un travail à la chaleur, variait de 38,8° à 39,2°C.¹⁰²

Des températures plus élevées peuvent rapidement entraîner un coup de chaleur. Ce risque est spécialement élevé dans un environnement chaud et humide et/ou dans des vêtements imperméables. Au cours d'une étude, des températures supérieures étaient enregistrées. Cependant, il n'y avait pas de danger, puisque la fréquence cardiaque et la température étaient monitorées. Par contre, au cours d'incendies réels, il convient absolument d'éviter les températures de 39-40°C, qui étaient mesurées¹⁰³.

Pourtant, au cours de la lutte contre un incendie, l'hyperthermie est une éventualité fréquente. Or, ma recherche bibliographique n'a pas retrouvé de cas de CEE parmi les Sapeurs-pompiers.

Je peux en apporter **plusieurs raisons** :

- les conditions d'exercice ne sont pas si extrêmes, il n'y a pas d'exercice « commando » ;
- le personnel d'intervention est habituellement nombreux : la relève est possible et même imposée ;
- la durée des interventions est réglementée ;
- la courte autonomie des bouteilles d'ARI rend obligatoire les périodes de pause ;

En théorie, un CEE a plus de chance de survenir au cours de l'utilisation d'un ARI à circuit fermé, qu'un ARI à circuit ouvert. En effet, en circuit fermé l'air se réchauffe progressivement et tend à augmenter la température centrale.

Le sujet ainsi que le médecin peuvent agir sur certains de ces facteurs :

- **La notion de relève du sapeur doit rester une importance prioritaire en cas de sinistre important ;**
- **L'alimentation doit être saine et équilibrée ;**
- **Intérêt compris d'une bonne hydratation ;**
- **L'entraînement permet une véritable adaptation à la chaleur ;**
- **L'inaptitude au port de l'ARI en cas de prise de médicaments pouvant favoriser un CEE.**

Dans 20% des cas, des **prodromes** doivent faire suspecter la survenue prochaine d'un CEE : anomalies du comportement, agressivité, hébétude, démarche

ébrieuse, asthénie et soif intense, nausées et vomissements, crampes musculaires.

A ce stade, les mesures thérapeutiques sont simples et efficaces : arrêt immédiat de l'effort, retrait de l'environnement chaud, hydratation, création de courant d'air. Ces mesures peuvent aisément être prises sur le lieu même du sinistre, à condition que le Médecin Sapeur-pompier reste bien vigilant, ou que les Sapeurs eux-mêmes aient reçus des consignes claires.

Les signes cliniques du CEE sont brutaux et spectaculaires, survenant au cours de l'effort : ils associent une détresse neurologique, une détresse cardiovasculaire et une hyperthermie.

Le **traitement pré hospitalier** est basé sur la réfrigération précoce et efficace et le remplissage.

Le CEE n'est, à ma connaissance, pas décrit chez les Sapeurs-pompiers grâce aux respects des règles simples de repos et d'hydratation.

Cependant, le risque potentiel demeure. En cas de conditions d'intervention extrêmes comme au cours d'un feu de bateau ou de tunnel, le Médecin Sapeur-pompier doit faire respecter les pauses et assurer au personnel une bonne hydratation.

4.3. La prise en charge des brûlures d'un Sapeur-pompier a quelques particularités

Grâce à leur équipement de protection individuelle, on dénombre peu d'accidents chez les Sapeurs-pompiers. En intervention, les brûlures tout degré confondu représentent environ 17% des accidents (BSPP moyenne entre 1993 et 1995).⁸⁴

Les brûlures peuvent survenir derrière la nuque si la bavette a été oubliée ; la cagoule doit être bien ajustée car elle protège efficacement les joues.

La gravité des brûlures est liée à la survenue d'un accident, tels que flashover et public

Il convient d'emblée de souligner que le traitement local d'une brûlure n'est jamais une urgence et qu'il doit s'effacer devant celui d'une lésion associée.

La prise en charge des brûlures est bien codifiée et bénéficie d'un large consensus. La prise en charge précoce des brûlures, quelque soit leur gravité, conditionne le pronostic vital et fonctionnel à court terme comme à moyen terme.

Le Médecin Sapeur-pompier confronté à une brûlure chez un Sapeur-pompier doit se poser la question de sa relève.

En effet, à ce stade, la douleur ou la gêne peuvent entraver son comportement. De plus le risque septique augmente si la brûlure n'est pas soignée.

La réflexion et l'expérience de terrain doivent permettre de proposer un protocole de prise en charge des brûlures sur site.

Une inaptitude opérationnelle doit être prononcée en fonction de plusieurs critères : la localisation, le degré, l'étendue de la brûlure, le fait que le Sapeur-pompier présente déjà des brûlures,...

4.4. Discussion concernant les équipements de protection sur la performance du Sapeur-pompier.

4.4.1. Une prise de risque potentiellement plus important

Se sentant mieux protégé, **le sapeur s'approche plus près du sinistre** et augmente le risque de provoquer un public ou un flashover, un effondrement des structures, etc... Ces accidents peuvent être dramatiques sur le plan des lésions corporelles. Or, l'éventualité des phénomènes explosifs s'est accrue avec l'isolation sans cesse améliorée des habitations individuelles.

Ainsi, l'arrivée de ces nouvelles tenues rend nécessaire l'adaptation des techniques d'extinction des sinistres...

4.4.2. l'ARI modifie le schéma corporel

Le porteur de l'ARI doit adopter un nouveau schéma corporel afin de passer dans les passages rétrécis. La circonférence au niveau thoracique est augmentée de 50 à 60%, il est parfois indispensable de retirer le harnais pour pouvoir poursuivre la progression, la bouteille tenue devant soi, ceci étant largement répété (de façon idéale) en cave à fumée.

L'utilisation des lunettes de vue est impossible et interdit l'emploi de l'ARI par les sujets qui n'ont pas une excellente acuité visuelle. Cela a des conséquences en ce qui concerne la sélection des individus lors de la visite d'aptitude. Le port de lentilles est théoriquement possible sous le masque mais il est en principe à déconseiller, compte tenu de l'effet de la chaleur sur l'adhérence entre la cornée et le verre de contact.

L'ARI augmente considérablement la consommation d'oxygène du porteur, proportionnellement au poids de matériel.

Les répercussions directes en intervention sont :

- un augmentation du travail du porteur et donc une consommation accrue d'air ;
- une perte de la maîtrise de soi ;
- une perte de la lucidité.

C'est pourquoi certain préconise un poids d'ARI inférieur à 15kg, afin de ne pas réduire inutilement le rendement des personnes équipées d'un tel appareil.

Dans de nombreux cas, l'individu ne sent pas venir son effondrement physiologique, d'autant que son état de conscience peut en plus être altéré par l'alcalose respiratoire induite par l'hyperventilation.

Cela confère à l'accident un caractère d'autant plus dangereux qu'il est imprévisible.

L'entraînement en simulateur d'incendie reste un des meilleurs moyens pour garder la maîtrise de soi, en apprenant à gérer son stress grâce à une bonne connaissance du matériel et des risques.

4.5. L'aptitude réglementaire des SPV est la même que les SPP

Héritiers de la longue histoire de la lutte contre les incendies, l'essentiel des effectifs est encore constituée de non professionnels : les Sapeurs-pompiers volontaires. Ils étaient 210 000 SPV en 1999 pour 35300 SP Professionnels.

Le Ministère de l'Intérieur a engagé depuis un an une politique de promotion du volontariat. En effet, les effectifs sont nettement insuffisants dans certaines zones. Cependant, bien que le manque se fasse cruellement ressentir par endroit, il n'est pas question de réviser à la baisse les critères d'engagement des nouvelles recrues, pour la sécurité de tous.

5. Des évolutions apportent davantage de sécurité et de confort en cours d'intervention

5.1. Amélioration de l'équipement individuel du Sapeur-pompier

Les bouteilles sont des containers en alliage léger qui contiennent la réserve d'air nécessaire à l'intervention.

Quelques constructeurs se sont penchés sur la composition de ces alliages (*cf. articles*) afin de réduire les risques d'électrisation-électrocution et les contraintes physico-chimiques.

L'évolution tend à réduire au maximum les parties métalliques conductrices et à élaborer un ensemble plus compact monobouteille en carbone et fibre de verre.

La nécessité de disposer **d'ARI de longue durée** est apparue à la suite d'un incendie d'aéroport en Allemagne. Le hall central était censé ne pas pouvoir être enfumé. Or, la visibilité fut particulièrement basse et gêna considérablement les opérations de reconnaissance.

L'industrie cherche à accroître l'autonomie à 55 minutes, ce qui diminuerait le stress participant à la peur de « manquer ». Le gain de poids (50%) assure un meilleur confort au porteur en particulier dans les interventions difficiles^{104,105,106}.

Ces ARI de longue durée posent une nouvelle fois la question de l'aptitude physique du Sapeur-pompier. J'ai argumenté plus haut la nécessité de ne pas dépasser un certain nombre de bouteilles d'ARI. Cependant, l'utilisation de ces ARI longue durée ne se conçoit que pour des missions de faible à moyenne activité physique, par exemple au cours de mission de reconnaissance : immeubles de grande hauteur (IGH), constructions de grande profondeur (parking)...

Il existe également d'autres types d'appareils, les **appareils respiratoires isolants à circuit fermé** (ARICF) où la régénération de l'air se fait grâce à la présence d'une cartouche épuratrice et d'une bouteille d'oxygène. Ce type de matériel reste l'exception, compte tenu de l'augmentation rapide de température de l'air recyclé. Il est réservé aux équipes confrontées à des risques spéciaux, nécessitant des opérations de longue durée.

Le perfectionnement des systèmes de sécurité passe par la mise au point d'un dispositif de verrouillage du circuit d'alimentation au masque, d'alarmes sonores et visuelles plus efficaces, de systèmes de communication avec l'extérieur robustes et fiables.

L'équipe médicale peut ainsi être mise en alerte de façon plus précoce.

5.2. Le renfort d'une équipe paramédicalisée

A Nantes et Saint-Nazaire, le dispositif peut recevoir en renfort un Véhicule Léger Médicalisé.

Ce véhicule est constitué d'un binôme comportant un **Infirmier Sapeur-pompier rompu aux soins d'urgence** et d'un conducteur.

Ce VLM est « un **agrès de soutien médical du SSSM**, intervenant exclusivement en renfort d'une intervention VSAB » (voir en annexe la consigne R207 du SDIS 44).

Le VLM est équipé du même matériel que les véhicules SMUR : ECG, insufflateur, respirateur volumétrique, aspirateur de mucosités, drogues diverses. Un sac sous scellé renferme les médicaments de première urgence. Il peut être ouvert par n'importe quel médecin présent sur place.

Le VLM peut venir en soutien sanitaire d'une intervention nécessitant la présence du Médecin Sapeur-pompier

5.3. Une avancée récente : Le service de restauration

Avant décembre 2003, la restauration était improvisée en fonction du lieu d'intervention. La logistique de bouche était fournie par la municipalité qui se fournissait auprès d'un artisan local ou d'un supermarché voisin : sandwichs, bière, eau minérale, etc...

Depuis la départementalisation, le SDIS de Loire-Atlantique a développé un kit de restauration.

Ce kit répond à une triple demande :

- de la part des Sapeurs-pompiers engagés dans des interventions de longue durée désirant une alimentation de bonne qualité et rapidement disponible ;
- de la part du SSSM, il s'agissait de rationaliser des pratiques empiriques ;
- le SDIS est responsable de l'alimentation de son personnel.

Le kit de restauration comprend :

- des boissons froides et chaudes (bouilloires),
- des rations auto chauffantes ,
- des barres énergétiques...

(Voir en annexe le détail exhaustif du contenu de la malle)

Il a pour objectif d'apporter un minimum de logistique alimentaire dans le cadre des interventions qui peuvent avoir lieu la nuit ou à certain moment de la journée.

Les Sapeurs-pompiers disposent ainsi de boissons « réconfortantes » (café, chocolat), d'aliments à glucides rapidement absorbables et de rations qui permettent de soutenir une activité physique importante.

Le retour est très positif. Les Sapeurs-pompiers sont satisfaits d'être ainsi pris en compte.

Les interventions de très longues durées (feu en forêt, feu de bateau) peuvent désormais bénéficier d'un véritable soutien logistique de restauration pour une meilleure aptitude opérationnelle des intervenants.

CONCLUSION

Le soutien sanitaire des interventions des services d'incendie et de secours et les soins d'urgence aux Sapeurs-pompiers constituent une des grandes fonctions du Médecin Sapeur-pompier.

Ce travail présente les principales **contraintes physiques et psychologiques** auxquelles sont confrontées les Sapeurs-pompiers.

Il met en lumière le rôle stratégique du **poids de l'Appareil Respiratoire Isolant**. Son port modifie le schéma corporel.

L'activité physique est rendue encore plus épuisante sous l'effet conjugué de la chaleur, de la sueur et de la gêne occasionnée par le port de l'ARI.

Les mécanismes thermorégulateurs sont à l'origine d'une **déshydratation** qu'il convient de contrôler.

Pour toutes ces raisons, **la surveillance médicale des Sapeurs-pompiers en mission incendie doit être renforcée**.

Elle doit pouvoir bénéficier d'un protocole précis et validé sur le terrain.

Le rôle du Médecin Sapeur-pompier doit être renforcé pour une sécurité accrue des personnels des services d'incendie et de secours au cours de leurs missions.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'étiologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas de qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

ENGAGEMENT VLM

**1. engagement réflexe par le CTA-CODIS en renfort d'un VSAB
le SAMU est immédiatement informé**

- AVP avec :
 - Plusieurs blessés avec engagement du SMUR,
 - Au moins 3 blessés sans engagement du SMUR d'emblée,
 - Un seul blessé : éjecté, incarcéré, inconscient, si le SMUR n'est pas (ou ne peut pas être) engagé d'emblée par le SAMU.
- AVP avec circonstances particulières :
 - Autoroutes,
 - Tram,
 - Blessé sous poids lourd ou bus.
- engagement d'une équipe spécialisée (GRIMP – Sauvetage Déblaiement).
- Tout engagement du Médecin SP départemental.

2. d'emblée, à la demande du SAMU

3. en renfort d'un VSAB, après bilan au SAMU, à la demande :

- du chef d'agrès auprès du CTA – CODIS,
- du médecin régulateur hospitalier du SAMU.

- en première intention :
 - analgésie / prise en charge de la douleur du traumatisé et du brûlé,
 - hypoglycémie / troubles de la conscience chez un diabétique,
 - dyspnée sans indication du SMUR,
 - toute circonstance qui s'avère être en rapport avec le chapitre 1.
- en deuxième intention : en attendant le SMUR qui n'est pas immédiatement disponible (initiation du conditionnement, ECG..) :
 - douleur thoracique,
 - ACR,

Autre détresses vitales : détresses respiratoires, intoxications graves, brûlés graves

ANNEXE 2 : échelle de Borg permettant de mesure la fatigue ressentie ou tout autre paramètre fonctionnel (douleur, dyspnée...).

INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATION DE L'ECHELLE DE BORG EN 10 POINTS¹⁰⁷

Instructions de base :

10 'extrêmement forte – point maximum', représente la perception la plus forte que vous ayez expérimentée. Il est possible, cependant, d'expérimenter ou d'imaginer quelque chose de plus fort. Ainsi, la formule « maximum absolu » sera placée un plus loin sur l'échelle avec un nombre fixé à l'avance ou marquée d'un point. Si vous ressentez une intensité plus forte que 10, vous pouvez utiliser un chiffre plus élevé.

Commencez par une expression verbale puis choisissez un chiffre. Si votre perception est 'très légère', dites 1 ; Si elle est 'modérée', dites 3, et ainsi de suite. Vous pouvez utiliser des demi valeurs (par exemple 1,5 ou 3,5, mais aussi 0,3 ou 2,3).

Vous devez vous demander ce que *vous* percevez et non ce qu'on attend que vous répondiez.

Mesure de la fatigue ressentie :

Nous désirons que vous quantifiez la perception de votre fatigue, c'est-à-dire la façon dont l'exercice vous est apparu éprouvant et difficile. Votre fatigue dépend principalement de la charge de travail, de la fatigue musculaire ainsi que de la sensation de souffle court. Mais nous vous demandons de prêter attention uniquement à vos sensations et non à votre performance physique.

- 1 'très léger' comme marcher à votre rythme pendant quelques minutes.
- 2 pas spécialement difficile ; bonnes sensations, pas de problème pour continuer
- 5 vous êtes fatigués, mais vous n'avez pas de grandes difficultés
- 7 vous pouvez continuer mais vous devez vous forcer. Vous êtes très fatigué
- 10 expérience la plus dure que vous ayez expérimentée
- maximum absolu, par exemple 11 ou 12 ou plus.

Echelle de douleur :

Quelle est votre pire expérience de sensation douloureuse ? Si vous utilisez 10 comme la pire sensation que vous n'avez jamais expérimentée ou ce que vous imaginez être, à combien vous situez-vous ?

- 10 'extrêmement forte – point maximum' est votre principal point de référence. Il représente la pire expérience douloureuse que vous ayez vécu.
- votre pire expérience douloureuse, le 'point maximum' peut ne pas être le niveau le plus élevé. Il peut y avoir des douleurs plus élevées. Si cette sensation est plus forte, vous pourrez dire 11 ou 12. Si cela représente 1,5 fois le point maximum, vous direz 15.

0	aucune	pas de douleur
0.3		
0.5	extrêmement légère	seulement perceptible
1	très légère	
1.5		
2	légère	discrète
2.5		
3	modérée	
4		
5	forte	importante
6		
7	très forte	
8		
9		
10	extrêmement forte ‘point maximum’	
11		
		
•	maximum absolu	la plus forte possible

BORG CR10 scale

© Gunnar Borg, 1981, 1982, 1998

Annexe 3 :**Test de Ruffier-Dickson**

Ce test se déroule en 3 étapes

Après un décubitus d'environ 5 minutes au calme : prendre le pouls (P1)

Faire réaliser 30 flexions complètes, bras tendus et pieds bien à plat sur le sol , en 45 secondes . Prendre le pouls juste après (P2)

Faire rallonger et reprendre le pouls 1 minute après la fin de l'exercice (P3)

$$\text{Indice Ruffier} = (P1 + P2 + P3) - 200 / 10$$

L'indice de Ruffier s'interprète de la manière suivante :

Proche de 0	>>Excellent
Entre 0 et 3	>>Très bon
Entre 3 et 8	>>Bon
Entre 8 et 15	>>Moyen
Entre 15 et 20	>>Médiocre

BIBLIOGRAPHIE

-
- ¹ BAUD F.J., JULIEN H., MICHEL A., *Victimes de fumées d'incendie. Traitement par l'hydroxocobalamine-33^{ème}* congrès de la Société de Toxicologie Clinique – Grenoble, 12-13 oct. 1995
- ² McARDLE W., KATCH F., KATCH V., *Physiologie de l'activité physique*, Ed. Maloine, 4^{ème} édition, 2001 ; 711p.
- ³ COLES S., *Firefighter's clothing protection vs thermal load*, Fire Research News, 1993 ; 16 : 11-12
- ⁴ LOCK R., JOHNSON B., *firefighting temperatures*, Fire Research News, 1989, 12, 19-21
- ⁵ BOURDON, CANINI, AUBERT, MELIN, FLOCARD, KOULMANN, PETROGNANI, BROSSER, BIGARD, *Le coup de chaleur revisité*, Médecine et armées, 2002 ; 30(5) : 431-438
- ⁶ BARGUES, VILLEVIEILLE, GODREUIL, ROUQUETTE, ROUSSEAU, *coup de chaleur d'exercice*, site internet de la revue Urgence Pratique : www.urgence-pratique.com
- ⁷ WASSERMANN D., *Evaluation de la gravité des brûlures : physiopathologie*, site internet de la revue Urgence Pratique : www.urgence-pratique.com
- ⁸ La Revue du Praticien 2002, 52
- ⁹ GREINGOR J.L., HOHL B., *Prise en charge d'une brûlure hors présence médicale*, site internet de la revue Urgence Pratique : www.urgence-pratique.com
- ¹⁰ BARRIOT P, LAMBERT Y, CHEVALIER P., *Prise en charge des victimes de feux d'habitations*, Réanimation médecine d'urgences 1990 : 459-465
- ¹¹ PURSER D.A., *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 1990
- ¹² CARRE G., *Les risques toxicologiques et physiopathologiques des Sapeurs-pompiers lors des incendies*, Nantes, DIU toxicologie industrielle et environnementale, 2001
- ¹³ BAUD F., *Inhalation de fumées*, site internet de la revue Urgence Pratique : www.urgence-pratique.com
- ¹⁴ DENIS P., *Les incendies domestiques : effets de la chaleur et des fumées sur les victimes*, mémoire de DIU de toxicologie, Faculté de Médecine, Nantes, 2004
- ¹⁵ AUB JC, PITTMAN H, BRUES AM. *Management of the Cocoanut Grove burns at the Massachusetts General Hospital : the pulmonary complications; a clinical description*. Ann Surg, 117 : 834-838, 1943.
- ¹⁶ CARSIN, LE GULLUCHE, MAROTEL, MION, TIMSIT, GUILBAUD, *Toxicité pulmonaire des fumées d'incendie*, Réanimation Médecine d'Urgence, 1990, 437-457

-
- ¹⁷ WASSERMANN D., SCHLOTTERER M., LEBRETON F., *inhalation de fumées*, Encycl Méd Chir, 2000, 24-115-A-20
- ¹⁸ COOPER C.W., MIRA M., DANFORTH M., ABRAHAM K., FASHER B., BOLTON P., *Acute exacerbations of asthma and bushfires* – The Lancet, 1994 ;343 (8911) : 1509
- ¹⁹ BROUNS F., *Les besoins nutritionnels des athlètes*, 1994, Ed. Masson, 50-63
- ²⁰ GIROUX J.N., *Activités physiques en ambiance chaude*, Médecine et Armées, 2002 ; 30 (4) : 367-460
- ²¹ d'après COGGAN A.R. et COYLE, *Metabolism and performance following carbohydrate ingestion late in exercise*. Med. Sci. Sports Exerc., 21 : 59, 1989
- ²² site de la Brigade des Sapeurs-pompiers de Paris : www.bspp.fr
- ²³ site de l'INRS : www.inrs.fr
- ²⁴ *Sapeurs-pompiers – l'aventure héroïque*- Lieutenant DJAMEL BEN MOHAMED – éd Hachette- 2003, 285p
- ²⁵ site internet des SP de Genève : www.chez.com/sis
- ²⁶ TIMOTHY P. Gavin, *Clothing and thermoregulation during exercise*, Sports Med 2003 ; 33 (13) : 941-947
- ²⁷ site internet de la société IBENA : www.ibena.de
- ²⁸ site internet DELTA PLUS : www.deltaplus.fr
- ²⁹ TORRES E., *Contraintes physiologiques liées au port de l'appareil respiratoire isolant à circuit ouvert chez le Sapeur-pompier*, mémoire de capacité de médecine du sport, Marseille 1997
- ³⁰ Guide National de Référence ARI, Direction de la défense et de la sécurité civiles, Ministère de l'Intérieur, 1999
- ³¹ PREFAUT C., *L'essentiel en physiologie respiratoire*, Ed. Sauramps médical, 1993
- ³² WARNCKE E., *Influence du poids des appareils de protection respiratoire sur la consommation d'air respiratoire*, Revue Dräger 2
- ³³ DUNCAN, GARDNER, BARNARD, *Physiological responses of men working in fire fighting tasks and physical performances measures*, Ergonomics, 1979, 22, 521-527
- ³⁴ FOSTER J.A., ROBERTS G.V., *Just how can you take ?*, Fire Research News, 1994, 18 : 4-6

-
- ³⁵ DAVIS P.O., DOTSON C.O., SANTA MARIA D.L., *Relationship between simulated fire fighting tasks and physical performance measures*, *Medicine and science in sports and exercise*, 1982 ; 14(1), 65-71)
- ³⁶ FAFF J., TUTAK T., *Physiological responses to working with fire fighting equipment in the heat in relation to subjective fatigue*, *Ergonomics*, 1989 ; 32(6), 629-638).
- ³⁷ VOGT J.J, LIBERT J.P., CANDOS V., DAULL F., MAIRIAUX Ph., *Heart rate and spontaneous work-rest cycles during exposure to heat*, *Ergonomics*, 1983 ; 26, 1173-1183
- ³⁸ O'CONNEL, THOMAS, CADY, KARWASKY, *Energy costs of simulated stair climbing as a job-related task in fire fighting*, *Journal of Occupational Medicine*, 1986 ; 28, 282-284
- ³⁹ FAFF J., TUTAK T., *Physiological responses to working with fire fighting equipment in the heat in relation to subjective fatigue*, *Ergonomics*, 1989 ; 32(6), 629-638
- ⁴⁰ MANNING J.E., GRIGGS T.R., *Heart rates in fire fighting using light and heavy breathing equipment : similar near-maximal exertion in response to multiple work load conditions*, *Journal of Occupational Medicine*, 1983 ; 25(3) : 215-218
- ⁴¹ MANNING J.E., GRIGGS T.R., *Heart rates in fire fighting using light and heavy breathing equipment : similar near-maximal exertion in response to multiple work load conditions*, *Journal of Occupational Medicine*, 1983 ; 25(3) : 217
- ⁴² KILBOM A., *Physical work capacity of firemen*, *SCAND. J. , Work environ health*, 1980 ; 6 : 48-57
- ⁴³ LOUHEVAARA V., SMOLANDER J., KORHONENS O., TUOMI T., *Maximal working with a self-contained breathing apparatus*, *Ergonomics*, 1985 ; 29(1) : 77-85
- ⁴⁴ FAFF J., TUTAK T., *Physiological responses to working with fire fighting equipment in the heat in relation to subjective fatigue*, *Ergonomics*, 1989 ; 32(6), 629-638
- ⁴⁵ DAVIS P.O., DOTSON C.O., SANTA MARIA D.L., *Relationship between simulated fire fighting tasks and physical performance measures*, *Medicine and science in sports and exercise*, 1982 ; 14(1), 65-71
- ⁴⁶ FILBOM A., *Physical work capacity of firemen*, *Scand. J. Environ. Health*, 1980 ; 6 : 48-57
- ⁴⁷ GOUJARD S., *Psychologie de catastrophe et unité de secours psychologique*, *SDIS 59*, 2002
- ⁴⁸ CREMNITER D., *STRESS ET TRAUMA 2000* ; 1(1) : 55-59
- ⁴⁹ BRIOLE G., LEBIGOT F., LAFONT B., FAVRE J.D, VALLET D., *Le traumatisme psychique : rencontre et devenir*, Ed. MASSON, Toulouse, 1994
- ⁵⁰ *Stress et troubles psychiques post-traumatiques*, *La revue de praticien*, 2003, 53

-
- ⁵¹ FIDELLE M.P., *Intérêt clinique et pronostique de la prise en charge psychologique précoce des accidentés de la route*, Le médecin de réserve, décembre 2000 ; 96(5) : 16-18
- ⁵² LEBIGOT F., *La clinique de la névrose traumatique dans son rapport à l'évènement*, Stress et Trauma 2000 ; 1(1) : 21-25
- ⁵³ ANDREOLI A., *De la maladie traumatique aux interfaces du traumatisme – Esquisse d'un modèle de traitement et de soins*, Stress et Trauma 2000 ; 1(1) : 33-44
- ⁵⁴ CROCQ L., *Le syndrome de répétition dans les névroses traumatiques – Ses variations cliniques, sa signification*, Perspectives psychiatriques, 1992 ; 32(II) : 59-65
- ⁵⁵ CROCQ L., *Historique de la pathologie du trauma*, Le journal des psychologues, 2003 ; 207 : 12-17
- ⁵⁶ *Le traumatisme psychique : rencontre et devenir* ; ouvrage collectif – congrès de psychiatrie et de neurologie de langue française – Masson édition – 1994
- ⁵⁷ DE LOËS M, JANSSON BR. *Work-related injuries from mandatory fitness training among Swedish firemen*. Int. J. Sports Med. 2001 ; 22 : 373-378
- ⁵⁸ MAHL H.D., *Réflexions à propos de la détermination des valeurs d'endurance physique sur le nouveau parcours d'entraînement au port d'appareils respiratoires des Pompiers Professionnels de Sarrebrück*, Revue Dräger 14, avril 1984, 1-11
- ⁵⁹ site internet du Ministère de l'Intérieur : www.legifrance.gouv.fr , J.O. N°135 du 11 juin 2000 page 8869
- ⁶⁰ *Victimes d'incendies. Données épidémiologiques 1987-1991*. Service de Santé de la BSPP. Toxicovigilance des incendies. Journée Scientifique du 13 octobre 1992
- ⁶¹ *Sapeurs-pompiers – L'aventure héroïque*, JOAN DEVILLE, éd. Hachette 2003
- ⁶² site internet : www.lesapeurpompier.fr
- ⁶³ Guide National de Référence : *Explosion de Fumées – Embrasement Généralisé Eclair*, Direction de la défense et de la sécurité civiles, BFASC, 2003
- ⁶⁴ NOTO R., HUGUENARD P., LARCAN A., *Médecine de Catastrophe*, Ed. Masson, collection Abrégés, 1994
- ⁶⁵ HUGUENARD P., *Catastrophes : de la stratégie à la prise en charge médicale*, Ed. EMC
- ⁶⁶ CANO P., MEYRAN D., CAMPILLO A., *Prise en charge initiale des victimes d'incendie*, Urgence Pratique 2001 ; 46 : 17-22
- ⁶⁷ BESSERRE R., *Inhalation massive de fumées d'incendie, à propos d'un cas démonstratif*, Urgence Pratique 1996 ; 15 : 19-20

-
- ⁶⁸ JULIEN H., DESLANDES J.C., LION F.X., *Les résultats de l'enquête 'Urgence Pratique – L'ipha Santé'*, Urgence Pratique, 1996, 15, 16-17
- ⁶⁹ TORRES E., ROYER E., *Au feu ! L'intoxication par les fumées d'incendie*, site internet de la revue Urgence pratique : www.urgence-pratique.com
- ⁷⁰ PAUX P., *Médecine de l'avant en opération extérieure : la prise en charge des urgences par un médecin d'unité*, Médecine et armées, 2000, 28(3) : 235-239
- ⁷¹ KARTER M.J., LE BLANC P.R., *National Fire Protection Agency report on US firefighters injuries in 1993* – NFPA Journal, nov-déc., 1994 ; 88(6) : 57-66
- ⁷² GOLDFRANCK L.R., *Toxicologic emergencies. Smoke inhalation* – Appeton & Lange, Norwalk 1994 : 1187-97
- ⁷³ KULLING P. *Hospital treatment of victims exposed to combustion products*, Toxicology Letters. 64-65 Spec N° : 283-9 , déc 1992
- ⁷⁴ NAUDIN P., OUALIM K., *Le blast, lésions provoquées par une explosion*, site internet de la revue Urgence Pratique : www.urgence-pratique.com
- ⁷⁵ GIANNETTINI F., *le blast*, 2001, www.112-911.com
- ⁷⁶ DAVID B. HAMPSON, ALAN ST CLAIR GIBSON, MIKE I. LAMBERT, TIMOTHY D. NOAKES, *The influences of sensory cues on the perception of exertion during exercise and central regulation of exercise performance*, Sports Med 2001 ; 31 (13) : 935-952
- ⁷⁷ LAMENDIN H., COURTEIX D., *Biologie et pratique sportive*, Ed. Masson, 1995, 20
- ⁷⁸ JOUANIN J.C., PERREAUT-PIERRE E., MATHIEU J.C, GUIDI P., MARLE P., GUEZENNEC C.Y., *Aspects physiologiques de la récupération*, Médecine et armées, 2002 ; 30(5) : 455-458
- ⁷⁹ REICHEL PA, *Musculoskeletal injury : ergonomics and physical fitness in firefighters*. Occup med 1995 ; 10 : 735-746) (de Loës 2001)
- ⁸⁰ BAUD F.J., BARRIOT P, TOFFIS V., RIOU B., VICAUT E., LECARPENTIER Y., BOURDON R., ASTIER A., BISMUTH C., *Elevated blood cyanide concentrations in victims of smoke inhalation* – New Engl. J. Med., 1991 Dec. ; 325 (25) : 1761-6
- ⁸¹ RIOU B., BAUD F.J., *Médecine thérapeutique*, 1996, 10, 791-797
- ⁸² BAUD F.J., JULIEN H, *Inhalation de fumées d'incendie : évaluation initiale de la gravité* Conc. Med. 1994 mai ; 116 (18) : 1515-19
- ⁸³ DANIEL V., BARRIOT P., *Les intoxications aiguës*, Ed. Arnette, Paris 1993 : 192-201, 208-215

-
- ⁸⁴ DEPARIS PHILIPPE – Thèse de médecine DES de Médecine du travail : *Coups de fumées : approche du risque respiratoire chez les Sapeurs-pompiers professionnels* - Université de Bordeaux II – année 1997.)
- ⁸⁵ Danel V., Barriot P., Les intoxications aiguës Ed. Arnette, Paris 1993 : 192-201, 208-215).
- ⁸⁶ LOUHEVAARA V., SMOLANDER J., KORHONENS O., TUOMI T., *Maximal working times with a self-contained breathing apparatus*, Ergonomics, 1986 ; 29(1) : 77-85
- ⁸⁷ . LOUHEVAARA V., SMOLANDER J., KORHONENS O., TUOMI T., *Maximal working times with a self-contained breathing apparatus*, Ergonomics, 1986 ; 29(1) : 77-85
- ⁸⁸ DAVID B. HAMPSON, ALAN ST CLAIR GIBSON, MIKE I. LAMBERT, TIMOTHY D. NOAKES, *The influences of sensory cues on the perception of exertion during exercise and central regulation of exercise performance*, Sports Med 2001 ; 31 (13) : 935-952
- ⁸⁹ MELIN B., JIMENZ C., KOULMANN N., LAUNAY J.C., SAVOUREY G., WARME-JANVILLE B., *Hydratation et activité physique en environnement chaud ; implication opérationnelle*, Médecine et armées, 2002 ; 30(5) : 449-453
- ⁹⁰ LE FRANCOIS P., MELIN B., PARIS D., GUIDI P., VERGER P., *Effet d'un supplément sucré et aromatisé sur la consommation de boisson pendant un exercice soutenu*, Médecine et armées 1997 ; 25(2) : 109-112
- ⁹¹ MEYER L.G., HORRIGAN D.J., LOTZ W.G., *Effects of three hydration beverages on exercise performance during 60 hours of heat exposure*, Aviation, Space and Environmental Medicine, 1995 ; 66(11) : 1052-1057
- ⁹² ROBERT A. OPPLIGER, CYNTHIA BARTOK, *Hydratation testing of athletes*, Sports Med 2002 ; 32 (15) : 959-971
- ⁹³ SAGNET P., *L'hydratation du sportif et les boissons reconstituantes à l'effort*, site internet de la Fédération des Médecins de France <http://fmf.affinitesante.com> 2003
- ⁹⁴ MAHL H.D., *Réflexions à propos de la détermination des valeurs d'endurance physique sur le nouveau parcours d'entraînement au port d'appareils respiratoires des Pompiers Professionnels de Sarrebrück*, Revue Dräger 14, avril 1984, 1-11
- ⁹⁵ revue Dräger 1984 – chef du centre de secours de Sarrebruck
- ⁹⁶ SCOTT G.E., *Are firefighters fit enough ?*, Fire Research News, 1989, 11, 14-15
- ⁹⁷ MUSK A.W., MONSON R.R., PETERS J .M, PETERS R.K., *Mortality among Boston firefighters, 1915-1975* Br. J. Ind. Med., 1978 ; 35 : 104-108
- ⁹⁸ BEAUMONT J.J, CHU G.S, JONES J.R, *An epidemiologic Study of cancer and other causes of mortality in San Francisco firefighters*, Am. J. Ind. Med., 1991 ; 19(3) : 357-72
- ⁹⁹ HANSE E.S., *A cohort study on the mortality of the firefighters*, Br. J. Ind. Med., 1990 ; 47 : 805-809

-
- ¹⁰⁰ GUIDOTTI T.L. *Occupational mortality among firefighters : assessing the association*, J. Occup. & Envir. Med., 1995 ; 37(12) : 1348-56
- ¹⁰¹ TORNLING R.D., GUSTAVSON P, HOGSTEDT C., *Mortality and cancer incidence in Stockolm firefighters* Am. J. Ind. Med, 1994 ; 25 : 219-28
- ¹⁰² KOSTCHEYEV W.G., KUZMIN E., *Physiology and hygiene of human prevention under the conditions of high temperatures*, Russian, 1986
- ¹⁰³ FAFF J., TUTAK T., *Physiological responses to working with fire fighting equipment in the heat in relation to subjective fatigue*, Ergonomics, 1989 ; 32(6), 629-638
- ¹⁰⁴ site internet de la société EADS composites Aquitaine : www.composites-aquitaine.com
- ¹⁰⁵ PASTERNAK A. : *Intérêt des appareils de protection respiratoire longue durée pour les sapeurs-pompiers*, Revue Dräger 24, mars 2000, 5-6
- ¹⁰⁶ KOSSAK W., SCHWEGMANN H., *L'ARI évoluée !* , Revue Dräger 2000 ; 24 : 7-12
- ¹⁰⁷ d'après BORG G., *Borg's perceived exertion and pain scales*, Human Kinetics, 1998, 104p