

UNIVERSITE DE LIMOGES  
Faculté de Médecine

ANNEE 1994



106 021358 5

THESE N° 129/11

**RECHERCHE EPIDEMIOLOGIQUE  
DE TROUBLES VENTILATOIRES  
CHEZ 162 SAPEURS-POMPIERS  
PROFESSIONNELS**

**THESE**

POUR LE

**DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MEDECINE**

*présentée et soutenue publiquement le 17 Juin 1994*

par

**Agnès CHAMPEAUX**  
épouse LE FLAHEC

née le 3 Décembre 1963 à Limoges (Haute-Vienne)

**EXAMINATEURS de la THESE**

Monsieur le Professeur DUMONT .....	PRESIDENT
Monsieur le Professeur BONNAUD .....	JUGE
Monsieur le Professeur DOIGNON .....	JUGE
Monsieur le Professeur PUJOL .....	JUGE
Madame le Docteur ANTONINI .....	MEMBRE INVITE
Monsieur le Docteur MATHE .....	MEMBRE INVITE
Monsieur le Docteur MELLONI .....	MEMBRE INVITE

ex 1  
silib

**RECHERCHE EPIDEMIOLOGIQUE  
DE TROUBLES VENTILATOIRES  
CHEZ 162 SAPEURS-POMPIERS  
PROFESSIONNELS**

**THESE**

POUR LE

**DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MEDECINE**

*présentée et soutenue publiquement le 17 Juin 1994*

par

**Agnès CHAMPEAUX**  
épouse **LE FLAHEC**

née le 3 Décembre 1963 à Limoges (Haute-Vienne)

**EXAMINATEURS de la THESE**

Monsieur le Professeur DUMONT .....	PRESIDENT
Monsieur le Professeur BONNAUD .....	JUGE
Monsieur le Professeur DOIGNON .....	JUGE
Monsieur le Professeur PUJOL .....	JUGE
Madame le Docteur ANTONINI .....	MEMBRE INVITE
Monsieur le Docteur MATHE .....	MEMBRE INVITE
Monsieur le Docteur MELLONI .....	MEMBRE INVITE



UNIVERSITE DE LIMOGES  
FACULTE DE LIMOGES

\*\*\*\*\*

DOYEN DE LA FACULTE : Monsieur le Professeur PIVA  
ASSESEURS : Monsieur le Professeur VANDROUX  
Monsieur le Professeur DENIS

PERSONNEL ENSEIGNANT :

\* PROFESSEURS DES UNIVERSITES

ADENIS Jean-Paul	OPHTALMOLOGIE
ALAIN Luc	CHIRURGIE INFANTILE
ALDIGIER Jean-Claude	NEPHROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise	MEDECINE INTERNE
ARNAUD Jean-Paul	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
BARTHE Dominique	HISTOLOGIE EMBRYOLOGIE CYTOGENETIQUE
BAUDET Jean	CLINIQUE OBSTETRICALE ET GYNECOLOGIE
BENSAID Julien	CLINIQUE MEDICALE CARDIOLOGIE
BERNARD Philippe	DERMATOLOGIE
BESSEDE Jean-Pierre	OTO RHINO LARYNGOLOGIE
BONNAUD François	PNEUMOLOGIE
BONNETBLANC Jean-Marie	DERMATOLOGIE
BORDESSOULE Dominique	HEMATOLOGIE ET TRANSFUSION
BOULESTEIX Jean	PEDIATRIE
BOUQUIER Jean-José	CLINIQUE DE PEDIATRIE
BOUTROS-TONI Fernand	BIOSTATISTIQUE ET INFORMATIQUE MEDICALE
BRETON Jean-Christian	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
CAIX Michel	ANATOMIE
CATANZANO Gibert	ANATOMIE PATHOLOGIE
CHASSAIN Albert	PHYSIOLOGIE
CHRISTIDES Constantin	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
COLOMBEAU Pierre	UROLOGIE
CUBERTAFOND Pierre	CLINIQUE DE CHIRURGIE DIGESTIVE
DARDE Marie-Laure	PARASITOLOGIE
DE LUMLEY WOODYEAR Lione	PEDIATRIE
DENIS François	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
DESCOTTES Bernard	ANATOMIE
DUDOGNON Pierre	REEDUCATION FONCTIONNELLE
DUMAS Michel	NEUROLOGIE
DUMAS Jean-Philippe	UROLOGIE
DUMONT Daniel	MEDECINE DU TRAVAIL
DUPUY Jean-Paul	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
FEISS Pierre	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
GAINANT Alain	CHIRURGIE DIGESTIVE
GAROUX Roger	PEDOPSYCHIATRIE
GASTINNE Hervé	REANIMATION MEDICALE
GAY Roger	REANIMATION MEDICALE
GERMOUTY Jean	PATHOLOGIE MEDICALE ET RESPIRATOIRE
HUGON Jacques	HISTOLOGIE EMBRYOLOGIE CYTOGENETIQUE
LABADIE Michel	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
LABROUSSE Claude	REEDUCATION FONCTIONNELLE
LABROUSSE François	ANATOMIE PATHOLOGIQUE
LASKAR Marc	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE

LAUBIE Bernard  
LEGER Jean-Marie  
LEROUX-ROBERT Claude  
LIOZON Frédéric  
MALINVAUD Gilbert  
MENIER Robert  
MERLE Louis  
MOREAU Jean-Jacques  
MOULIES Dominique  
OUTREQUIN Gérard  
PECOUT Claude  
PERDRISOT Rémy  
PESTRE-ALEXANDRE Madeleine  
PILLEGAND Bernard  
PIVA Claude  
PRALORAN Vincent  
RAVON Robert  
RIGAUD Michel  
ROUSSEAU Jacques  
SAUTEREAU Denis  
SAUVAGE Jean-Pierre  
TABASTE Jean-Louis  
TREVES Richard  
VALLAT Jean-Michel  
VALLEIX Denis  
VANDROUX Jean-Claude  
WEINBRECK Pierre

ENDOCRINOLOGIE ET MALADIES METABOLIQUES  
PSYCHIATRIE D'ADULTES  
NEPHROLOGIE  
CLINIQUE MEDICALE A  
HEMATOLOGIE ET TRANSFUSION  
PHYSIOLOGIE  
PHARMACOLOGIE  
NEUROCHIRURGIE  
CHIRURGIE INFANTILE  
ANATOMIE  
CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE  
BIOPHYSIQUE ET TRAITEMENT DE L'IMAGE  
PARASITOLOGIE  
HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE  
MEDECINE LEGALE  
HEMATOLOGIE ET TRANSFUSION  
NEUROCHIRURGIE  
BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE  
RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE  
HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE  
OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE  
GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE  
THERAPEUTIQUE  
NEUROLOGIE  
ANATOMIE  
BIOPHYSIQUE ET TRAITEMENT DE L'IMAGE  
MALADIES INFECTIEUSES

MOULIN Jean-Louis

Professeur associé à mi-temps

SECRETAIRE DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

Maryse POMMARET

A Hervé, mon mari

A Yann et Aurélien, mes enfants

A mes parents,

A mes beaux-parents,

A ma famille,

A Pierre Blondy pour son aide précieuse,

A Catherine et Xavier Le Flahec,

A Marie-Hélène Chabannier,

A Catherine et Cyril Chevalier,

Ainsi qu'à tous mes amis,

Avec toute mon affection.

A notre Président de Thèse,

Monsieur le Professeur **DUMONT**

Professeur des universités de médecine du travail  
Médecin des Hôpitaux

Vos connaissances multiples, vos qualités humaines ainsi que votre passion pour la médecine du travail, et sa promotion ont suscité notre admiration.

Nous vous remercions de l'honneur et de la confiance que vous avez bien voulu nous témoigner en acceptant de présider notre Jury.

A nos Juges,

Monsieur le Professeur **BONNAUD**,

Professeur des Universités de Pneumologie  
Médecin des Hôpitaux  
Doyen honoraire

L'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail nous a profondément touchés.

Veillez trouver ici le témoignage de notre reconnaissance pour la qualité de la formation clinique et thérapeutique que vous nous avez dispensés.

Monsieur le Professeur **DOIGNON**

Professeur de médecine légale à l'Université de Bordeaux II  
Directeur de l'Institut Universitaire de médecine légale,  
médecine du travail et ergonomie de l'Université de Bordeaux II  
Médecin légiste  
Chevalier de l'ordre national du mérite

Nous sommes très honorés que vous acceptiez de juger ce travail.

Veillez trouver ici l'expression de notre profond respect.

Monsieur le Professeur PUJOL

Professeur des Universités de Médecine du travail  
Praticien Hospitalier

Vous avez eu la très grande gentillesse de bien vouloir vous intéresser à cette thèse.

Permettez nous, à cette occasion, de vous témoigner notre admiration et notre très vive reconnaissance.

A notre Directeur de Thèse,

Madame le Docteur **ANTONINI**

Maître de conférence des Universités

Praticien Hospitalier de physiologie et Explorations Fonctionnelles  
Respiratoires.

Tu nous as toujours guidés dans nos recherches avec bienveillance et compétence.

Nous te sommes reconnaissants d'avoir bien voulu prendre de ton temps pour examiner et juger ce travail qui, sans toi, n'aurait pu être réalisé.

En témoignage de ton accueil dans l'unité dont tu es responsable, nous te prions d'accepter l'expression de nos plus sincères et respectueux remerciements.

A Monsieur le Docteur **MATHE**

Praticien Hospitalier des Urgences

Vous nous avez fait l'honneur de bien vouloir juger cette thèse.

Vos connaissances et vos conseils nous ont été précieux tout au long de son élaboration.

Ce travail sur un sujet auquel vous êtes attachés, est l'occasion pour nous d'exprimer tous nos remerciements.

A Monsieur le Docteur **MELLONI**

Praticien Hospitalier de Pathologie Respiratoire

Ta compétence et ta disponibilité ont été indispensables à la réalisation de cette étude.

Sois assuré de notre haute estime et trouve ici le témoignage de notre reconnaissance.

A Monsieur le Professeur **CHASSAIN**

Professeur des Universités de Physiologie  
Biologiste des Hôpitaux  
Chef de service

Pour la qualité de l'enseignement et l'accueil toujours bienveillant dont nous avons bénéficié.

Veillez trouver ici le témoignage de notre admiration et de notre profond respect.

A Monsieur le Professeur **MENIER**

Professeur des Universités de Physiologie  
Biologiste des Hôpitaux

Veillez trouver ici le témoignage de notre très haute estime et nos remerciements pour l'enseignement que vous nous avez dispensé pendant toutes nos études.

A tous ceux qui nous ont aidés

Monsieur Michel **VALADE**

Informaticien à la D.S.I.O.

Veillez trouver ici nos sincères remerciements pour l'aide précieuse que vous nous avez apportée.

Monsieur François **DALMAY**

Assistant Ingénieur en physiologie

Votre contribution a été indispensable à la réalisation de ce travail.  
Permettez nous ici, de vous témoigner de notre gratitude.

Ce travail est également pour nous l'occasion d'exprimer nos remerciements

- à tout le personnel du service d'Epreuve Fonctionnelle Respiratoire pour sa disponibilité et son accueil chaleureux.
- à Madame DUMONT médecin du travail de la ville de Limoges.
- au commandant Castanet Chef de corps des Sapeurs-Pompiers de Limoges et tous les Sapeurs-Pompiers Professionnels de Limoges.
- au colonel Camboni et au commandant Reverchon de la direction départementale du service d'incendie et de secours de la Haute-Vienne.
- aux secrétaires pour leur aide efficace.
- à tout le personnel des Urgences.
- à nos collègues de l'Internat de Limoges.

Qu'ils trouvent tous ici l'expression de notre sympathie, et du plaisir que nous avons eu à travailler avec eux.

# PLAN

## INTRODUCTION

### PREMIERE PARTIE - SAPEURS-POMPIERS ET FUMÉES D'INCENDIE

#### CHAPITRE 1 : LES SAPEURS-POMPIERS PROFESSIONNELS de LIMOGES

##### 1.1. La formation professionnelle

1.1.1. Généralités

1.1.2. Un concours

1.1.3. Les conditions légales d'aptitude

1.1.4. La surveillance médicale légale

##### 1.2. L'analyse des activités professionnelles au sein du Département

1.2.1. Situation d'ensemble

1.2.1.1. Organisation du Corps

1.2.1.2. Les sites à risques

1.2.2. Statistiques des interventions

##### 1.3. Le matériel de prévention et de sécurité

1.3.1. Présentation

1.3.2. Principales cellules d'intervention

1.3.2.1. La plongée

1.3.2.2. La C.M.I.C.

1.3.2.3. Le V.L.A.P.

1.3.2.4. Le S.D.

## 1.4. Leurs protections

### 1.4.1. Equipement

1.4.1.1. La tenue de feu - tenue de base

1.4.1.2. Les protections particulières

1.4.1.3. Les appareils respiratoires

A - Généralités

B - ARI à circuit ouvert

C - ARI à circuit fermé

D - Conclusion

### 1.4.2. Spécialisations professionnelles

## CHAPITRE 2 : INCENDIES ET TROUBLES VENTILATOIRES

### 2.1. Mécanismes des feux

### 2.2. Les toxiques inhalés

2.2.1. Généralités

2.2.2. Classification des toxiques

2.2.3. Toxicologie clinique des principaux produits rencontrés  
dans les incendies

2.2.3.1. Le monoxyde de carbone

A - Sources et circonstances d'apparition

B - Les effets cliniques

2.2.3.2. Le gaz carbonique

2.2.3.3. L'acide cyanhydrique

A - Origine

B - Les effets cliniques

2.2.3.4. Les vapeurs corrosives

- A - Les différentes substances chimiques
- B - Les effets cliniques
  - a - Les effets communs
  - b - Quelques effets particuliers

2.2.3.5. Les polymères synthétiques

2.2.3.6. Les suies

2.3. La pathologie pulmonaire

2.3.1. Anatomopathologie

2.3.2. Physiopathologie

2.3.2.1. En aiguë

- A - Brûlures thermiques
- B - Mécanismes entrant en cause dans la diminution de l'oxygénation
  - a - Action systémique
  - b - Effet loco régional
  - c - Grande sensibilité du poumon à l'infection

2.3.2.2. En chronique

- A - Evolution d'une intoxication aiguë
- B - Exposition modérée mais répétée

2.3.3. Clinique

2.3.3.1. En aigu

- A - Stade précoce
- B - Complication/Evolution

2.3.3.2. En chronique

#### 2.3.4. Examens complémentaires

2.3.4.1. Biologie sanguine

2.3.4.2. Radiographie thoracique

2.3.4.3. Epreuve fonctionnelle respiratoire (EFR)

2.3.4.4. Bronchofibroscopie

2.3.4.5. Scintigraphie au Xénon 133

2.3.4.6. Tomodensitométrie

#### 2.3.5. Principe de traitement

## SECONDE PARTIE - ENQUÊTE EPIDEMIOLOGIQUE

### CHAPITRE 1 : PRESENTATION

1.1. Objectifs de l'enquête

1.2. Population, matériel et méthode

1.2.1. La population

1.2.2. Matériel utilisé

A - Le questionnaire respiratoire

B - Les épreuves fonctionnelles respiratoires

a - L'appareil utilisé

b - Les tests pratiqués

1.2.3. La méthode

. Déroulement de l'enquête

. Sélection et interprétation des courbes

1.3. Analyse statistique

## CHAPITRE 2 : RESULTATS

### 2.1. Analyse descriptive de la population et des symptômes

#### 2.1.1. La population

#### 2.1.2. Caractéristiques professionnelles

##### 2.1.2.1. Durée d'exposition

##### 2.1.2.2. Spécialisations

##### 2.1.2.3. Intoxication professionnelle

#### 2.1.3. Antécédents

#### 2.1.4. Métiers antérieurs

#### 2.1.5. Les symptômes respiratoires

### 2.2. Analyse des résultats des EFR

#### 2.2.1. Comparaison globale

#### 2.2.2. Etude individuelle

## CHAPITRE 3 : DISCUSSION

### 3.1. Population et symptômes

#### 3.1.1. Population

#### 3.1.2. Activité professionnelle

#### 3.1.3. Antécédents

#### 3.1.4. Symptômes

#### 3.1.5. Biais

### 3.2. Les EFR

- Etude globale comparée aux données de la littérature

- Etude individuelle de nos résultats

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

TABLE DES MATIERES

# **INTRODUCTION**

L'appareil respiratoire des sapeurs-pompiers est soumis à de multiples agressions aussi bien thermiques que toxiques et ceci malgré l'utilisation d'appareils respiratoires isolants (A.R.I.).

Leur pathologie professionnelle respiratoire est connue mais risque d'évoluer en raison de l'exposition à de nouveaux matériaux et produits chimiques.

Cependant les troubles ventilatoires des sapeurs-pompiers sont encore mal évalués et peut être sous estimés. Des études épidémiologiques menées jusqu'alors essentiellement par différents auteurs anglo-saxons, ont montré des résultats contradictoires.

Il nous a donc paru intéressant de réaliser une enquête épidémiologique transversale à la recherche d'une pathologie respiratoire chronique chez les sapeurs-pompiers professionnels de Limoges, ville de moyenne importance.

Cette étude a pour but de déterminer la prévalence de troubles ventilatoires spécifiques à l'aide d'un questionnaire standardisé et d'une exploration fonctionnelle respiratoire.

Un essai d'interprétation peut être tenté.

# **PREMIERE PARTIE**

**Sapeurs - Pompiers et fumées d'Incendie**

# **CHAPITRE 1**

Les Sapeurs Pompiers Professionnels  
de Limoges

## 1.1. - LA FORMATION PROFESSIONNELLE

### 1.1.1. - Généralités

Mise en place à l'époque où l'incendie restait la première calamité, la mission des sapeurs-pompiers s'est étendue à toutes les formes de danger qui accompagnent la vie des sociétés modernes.

Dans notre pays, toutes les dix secondes, un corps de sapeurs-pompiers part vers une nouvelle intervention (77).

Cette profession a toujours suscité de nombreuses vocations ; mais c'est un métier difficile qui demande des aptitudes particulières rendant la sélection sévère.

### 1.1.2. - Un concours (96)

#### - Avec un niveau C.A.P. ou B.E.P. :

Un concours est proposé avec des épreuves écrites (dictée, mathématique, rédaction) et des épreuves sportives (100 m, 1000 m, grimper de corde, saut en hauteur, natation, lancer de poids).

On peut alors devenir Sapeur-Pompier 2ème classe.

#### - Avec un D.U.T. Hygiène et Sécurité ou équivalent :

Un concours sur titres associé à une conversation avec le jury et des épreuves sportives (natation, parcours sportif) permet de devenir Lieutenant.

#### - Avec une Licence Universitaire :

Il est possible de se présenter à un concours sur épreuves (orales, écrites, sportives).

ou

#### - Avec une Maîtrise Universitaire ou un Diplôme d'Ingénieur :

Il existe un concours sur titres, conversation avec le jury, une épreuve de natation et de parcours sportif.

On peut devenir ainsi Capitaine.

L'évolution de carrière est établie selon un schéma défini par le Ministère de l'Intérieur.

### 1.1.3. - Les conditions légales d'aptitude

En application de l'arrêté du 25 janvier 1964, modifié par les arrêtés du 27 septembre 1966, du 24 mai 1976, du 10 août 1979 et du 23 janvier 1981, le postulant doit remplir des conditions d'aptitude en répondant à un profil médical précis.

L'examen d'aptitude physique est effectué par le médecin du corps ou par un praticien assermenté de médecine générale et comporte obligatoirement une radiographie pulmonaire.

Au niveau des annexes de l'arrêté, sont précisés le test permettant de déterminer la valeur fonctionnelle et motrice des sapeurs-pompiers, ainsi que les modalités de contrôle de l'équilibre.

Nous constatons qu'il n'existe pas de test ou exercice, lors de la sélection, indiquant les capacités éventuelles au port de l'appareil respiratoire isolant. Ce qui n'est pas le cas dans certains autres pays (53).

Il est vrai, qu'avec une explication claire des risques, une présentation détaillée de la protection et un bon entraînement, la majorité des Sapeurs-Pompiers n'a pas de problème lors du port de l'appareil respiratoire isolant.

### 1.1.4. - La surveillance médicale légale

Une visite annuelle d'aptitude pour tous les grades est effectuée jusqu'à 45 ans.

Elle comporte un examen clinique, une radiographie pulmonaire, des examens spécialisés si nécessaire, une vérification de la valeur fonctionnelle et motrice, ainsi que de la faculté d'équilibre.

Après cet âge, elle est complétée par un électrocardiogramme et un bilan biologique tous les 2 ans.

Il est évident qu'au cours d'une carrière, le médecin peut être amené à modifier l'aptitude à un poste.

A Limoges, la visite médicale est faite par le médecin du travail de la mairie.

Le Médecin Commandant du Corps de sapeurs-pompiers de Limoges délivre quant à lui, les aptitudes pour la plongée, la conduite des poids-lourds et des ambulances.

Celui-ci intervient aussi chaque fois que se pose un problème d'aptitude vis-à-vis de la fonction de sapeur-pompier.

Des études ont été menées pour mieux comprendre et apprécier les différentes contraintes du métier de Sapeur-Pompier (23,38,63,74,87) Certains travaux essaient d'évaluer l'entraînement optimum pour maintenir la santé au travail (4,18,24,36).

Ils tentent aussi de déterminer, au mieux, l'âge à partir duquel il devient dangereux de continuer l'exposition professionnelle (37,84).

Il est difficile de déterminer un âge officiel et général pour la retraite. Celui-ci devrait être modulable : en effet, l'exposition est bien différente d'une personne à l'autre, d'une ville à l'autre, d'un pays à l'autre.

En France, l'âge légal de la retraite est de 55 ans pour les sapeurs et sous-officiers et de 60 ans, pour les officiers. Il y a, dans les deux cas, des possibilités de prolongation de carrière sous réserve d'aptitude médicale (jusqu'à 60 ans dans le premier cas et 62 ans dans le deuxième).

Nous pouvons remarquer que les professionnels dont nous parlons relèvent de deux régimes. Ils sont en effet à la fois employés communaux et Sapeurs-Pompiers. Ainsi la charge médicale dont ils sont l'objet, est répartie entre le médecin du corps et le médecin de la Ville de Limoges.

Par ailleurs, il semblerait souhaitable qu'un bureau médical soit installé dans chaque caserne permettant ainsi, un meilleur suivi.

## 1.2. - L'ANALYSE DES ACTIVITES PROFESSIONNELLES AU SEIN DU DEPARTEMENT

### 1.2.1. - Situation d'ensemble (27)

La Haute-Vienne est un département situé au centre-ouest de la France, sa superficie est de 5 520 km<sup>2</sup>. Il comporte 353 614 habitants au dernier recensement de 1990.

6 Centres de Secours Principaux (C.S.P.) sont disposés sur l'ensemble du département ainsi que 20 Centres de Secours (C.S.) et 2 Centres de Première Intervention (C.P.I.).

Il existe 162 professionnels répartis sur 3 Centres de Secours et 554 volontaires distribués sur 27 Centres de Secours.

Nous ne nous attacherons qu'aux professionnels, au cours de cette étude.

Sur 13 000 interventions réalisées en moyenne annuelle dans le département, le corps de Limoges en effectue environ 7 à 8 000, soit plus de la moitié.

#### 1.2.1.1. - Organisation du corps

Le corps de Limoges comprend 3 Centres de Secours : Le Mas-Bouyol, La Mauvendière et Beaubreuil.

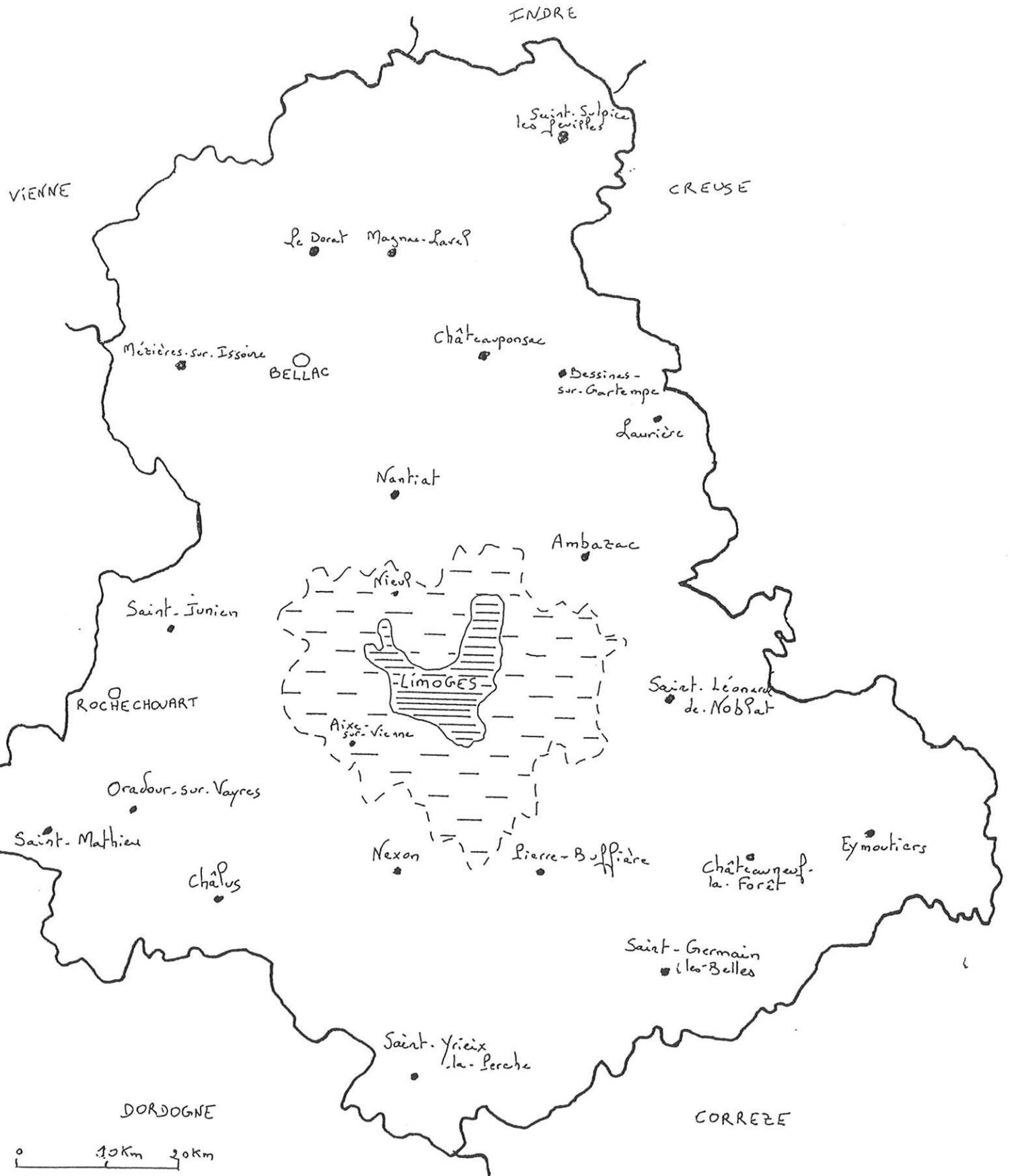
C'est un service communal qui veille sur les 136 407 limougeaux plus 24 communes en premier appel (Figure 1) soit un total de 206 066 habitants.

De plus, le corps est susceptible de partir en renfort dans tout le département pour les interventions de grosse envergure ou très particulières.

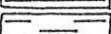
#### 1.2.1.2. - Les sites à risques

Le Limousin dans son ensemble n'est pas considéré officielle-

Figure 1 : zone d'intervention du Corps de Limoges



Intervention en premier appel

-  [
-  [
-  [
-  [

LIMOGES : préfecture - 136 000 habitants  
unité urbaine de 24 communes - 70 000 habitants  
sous-préfecture  
chef lieu de canton

ment comme une région à risques tant sur le plan industriel que sur le plan des transports routiers et ferroviaires de matières dangereuses.

#### LA LEGISLATION :

Certains sites sont considérés comme dangereux et soumis à la législation (92) :

- En effet, la loi du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, définit des notions de déclarations et d'autorisations en fonction des volumes de substances manipulés. L'autorisation est assujettie à la réalisation de 2 études :
  - . l'étude d'impact dans laquelle sont quantifiés les risques et définis les dangers ; l'industriel essaie de réduire au maximum le risque issu d'un fonctionnement normal.
  - . l'étude de danger où sont analysés les différents scénari d'accidents possibles et leurs conséquences les plus pénalisantes, où sont prises des mesures préventives supplémentaires si nécessaires.
- De plus, le 24 juin 1982 la C.E.E. a publié une directive dite "Seveso", qui impose à l'exploitant de dresser l'inventaire (quantité et nature) des substances chimiques présentées sur le site, l'établissement de plans de secours (P.O.I. et P.P.I.), l'information des populations et des contrôles de l'administration (étude de sûreté).

Cette directive européenne a conduit au décret du 14 novembre 1989 (en application de la loi de 1976) permettant d'imposer par arrêté préfectoral, à toute installation classée soumise à autorisation, l'élaboration d'un P.O.I. Il existerait en France environ 400 établissements soumis à cette réglementation.

#### Plan d'Opération Interne (P.O.I.) :

Il est établi sous la responsabilité de l'exploitant sur la base d'une étude de danger. Il a pour but d'organiser au niveau interne

la lutte contre un sinistre ne débordant pas l'enceinte de l'usine. Il comprend :

- Un schéma d'alerte
- Une cartographie
- Une évaluation des risques
- Une évaluation des moyens d'intervention disponibles
- L'établissement de fiche de "conduite à tenir".

Divers organismes comme les D.R.I.R.E. (Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche) participent à sa validation.

#### **Plan Particulier d'Intervention :**

Si un sinistre est susceptible d'avoir des conséquences dépassant l'établissement, la direction des opérations de secours devient du domaine de l'autorité de Police.

Il est alors obligatoirement établi un P.P.I. pour les installations classées, visées par les décrets des 6 mai 1988 et 14 novembre 1989 sous la responsabilité du préfet qui le notifie par arrêté préfectoral. Un P.P.I. peut regrouper plusieurs P.O.I. d'entreprises différentes. Il prévoit, entre autres, une présentation de l'entreprise et de ses risques :

- Les mesures d'urgence incombant à l'exploitant
- La diffusion de l'alerte, l'information des populations et des médias
- Les structures de commandement, les moyens d'intervention...

#### **LES PRINCIPAUX CENTRES-EMETTEURS ET RECEPTEURS DE MATIERES DANGEREUSES DE NOTRE REGION SONT :**

- LES BARDYS (Primagaz) dans la commune de Saint-Priest-Taurion (87). C'est un centre à partir duquel sont transportées environ 8000 Tonnes par an de Butane-Propane (il semblerait que ce soit le seul site soumis à la directive SEVESO à l'heure actuelle).

- STOCKAGE TOTAL - ELF - ESSO - SHELL -B.P. de Limoges d'où annuellement sont expédiées 200.000 tonnes d'hydrocarbures.

- ETABLISSEMENTS COINEAU-BRACHET à Saint-Yrieix-La-Perche -87- qui traitent environ 85.000 Tonnes de produits pétroliers par an.

Il est à noter, par ailleurs, qu'un gazoduc aboutit sur un centre de détente de gaz situé à Limoges.

L'essentiel des approvisionnements de ces sites est ferroviaire, grâce à des embranchements particuliers ; la route est utilisée pour le transport de produits pétroliers en provenance de Bassens -33- et de La Rochelle -17-.

- Il existe un site de réception de produits dangereux par route. Il s'agit de l'usine AUSSEDAT-REY à Saillat-sur-Vienne -87- qui a longtemps été concernée par la directive SEVESO. Cette usine de fabrication de papier, recevait, par chemin de fer et par route, une importante quantité de chlore et de lessive de soude en provenance de Tavaux -39- et de Saint-Auban -04-.

- Une entreprise est encore, à ce jour, un site à risque : la COGEMA à Bessines -87-. Elle extrait la matière première (uranium), puis expédie le produit dans diverses entreprises hors département (elle n'est plus soumise à la directive Seveso).

- D'autres grandes entreprises représentent un risque potentiel non négligeable :

. L'établissement MEILLOR à Nantiat -87- qui produit des joints pour automobile.

. La COMPAGNIE GENERALE D'ELECTROLYSE (C.G.E.P.) du Palais sur Vienne -87- qui est une fonderie de cuivre (unique en France).

. Les établissements LEGRAND (produits électriques).

. L'établissement VALEO (disques d'embrayage)...

En regard de cette liste il est évident que les sapeurs-pompiers de Limoges, peuvent être amenés à intervenir pour des opérations particulièrement délicates.

### LES RISQUES FERROVIAIRES :

Les principaux flux de matières dangereuses par voie Ferroviaire proviennent essentiellement d'Allemagne, du Jura, des Alpes, de Haute-Provence, de Savoie ainsi que de Seine-Maritime, de Loire Atlantique, de Charente Maritime, de Gironde et de Lozère.

Par ailleurs, nous devons constater que depuis la mise en activité du TGV atlantique qui passe par Bordeaux, la plupart des transports de matières dangereuses (dit Transport Lent) a été détourné par Limoges. La population se trouve donc face à un risque accru d'explosion et de fuite de certains produits acheminés par la S.N.C.F.

C'est ainsi que la gare de triage du Puy Imbert est actuellement un centre classé P.M.D. (Produits et Matières Dangereuses). Il y en a 32 en France.

### LES RISQUES FLUVIAUX :

Le département de la Haute-Vienne n'est pas exposé à un important risque concernant le domaine fluvial, hormis toutefois, le fait que la Vienne et la Gartempe peuvent être victimes d'une pollution causée par des entreprises situées en bordure de celles-ci. C'est donc un risque à prendre en considération.

### LES PRINCIPAUX FLUX DE MATIERES DANGEREUSES PAR VOIE ROUTIERE EN 1992 :

- R.N. 20

MATIERES REPEREES	PROVENANCE	FREQUENCE	PORTION UTILISEE
Butane-propane	Centre emplis- sage DES BARDYS à ST-PRIEST-T. (87)	Indéterminée	Traversée des 3 départements du Limousin
Carburants	BORDEAUX (33)	Indéterminée	Principalement BRIVE et LIMOGES
Oxygène liquide	Indéterminée	Indéterminée	Principalement Nord de LIMOGES
Lessive de soude	TAVAUX (39) ST-AUBAN (04)	1 à 2 véhicu- les par se- maine	LA SOUTERRAINE - LIMOGES
Acide chlorhy- drique	PIERRE BENITE (69)	3 à 4 véhicu- les par mois	LA SOUTERRAINE - LIMOGES

MATIERES REPEREES	PROVENANCE	FREQUENCE	PORTION UTILISEE
Explosifs, déto- nateurs, cordons amorces	NORMANDIE Seine & Marne (76), Calvados (14) Manche (50) Orne (61) Eure (27)	2 véhicules par mois	Nord Limousin - croisement R.N. 201- D.5
Munitions et poudre	BERGERAC (24)	Indéterminée	LIMOGES - Limite Nord du Limousin

- R.N. 89

MATIERES REPEREES	PROVENANCE	FREQUENCE	PORTION UTILISEE
Formol	Indéterminée	2 à 3 véhicules par semaine	Traversée de la Corrèze (19)

- R.N. 145

MATIERES REPEREES	PROVENANCE	FREQUENCE	PORTION UTILISEE
Lessive de soude	TAVAUX (39) ST-AUBAN (04)	1 à 2 véhicules par semaine	Est de la CREUSE et LA SOUTERRAINE
Acide chlorhydrique	PIERRE BENITE (69)	3 à 4 véhicules par semaine	Est de la CREUSE et LA SOUTERRAINE
Divers produits chimiques, peintures, vernis, solvants	Région RHONE-ALPES	Indéterminée	Est de la CREUSE - LA SOUTERRAINE

- R.N. 21

MATIERES REPEREES	PROVENANCE	FREQUENCE	PORTION UTILISEE
Munitions et poudre	BERGERAC (24)	Indéterminée	Limite Sud de la HTV (87) - LIMOGES
Divers produits chimiques RHONE-POULENC	Indéterminée	Indéterminée	Limite Sud de la HTV (87) - LIMOGES

- C.D. 704

Produits utilisés pour la production d'eau de javel	Indéterminée	2 véhicules par mois	LIMOGES-ST-YRIEIX-LA-PERCHE (87)
---	--------------	----------------------	----------------------------------

### 1.2.2. - Statistiques des interventions (24)

Le nombre d'interventions depuis 1983 est répertorié dans le tableau I (Ia - Ib)

Une certaine stabilité dans le nombre des interventions est constatée puisqu'en 10 ans il n'existe qu'une différence de 959 interventions, soit environ 5 % entre l'année 1984 (la moins chargée = 6 722 interventions) et l'année 1992 (qui compte le plus d'interventions = 7 681 interventions).

1992 fut une année de sécheresse avec de multiples appels pour feux et pour destructions d'hyménoptères, ce qui explique le nombre important de sorties.

En 1993, au contraire, les intempéries ont dominé avec les problèmes d'orages et d'inondations en Juillet, Septembre et Décembre 1993.

La nature des différentes interventions des années 1990-1991-1992-1993 est donnée dans les annexes 1, 2, 3, 4 (documents fournis par la Direction Départementale du Service d'Incendie et de Secours de la Haute-Vienne).

Le bilan de l'année 1993 n'a pas la même présentation du fait des nouvelles directives du ministère de l'Intérieur sur le rapport statistique des états de sortie de secours.

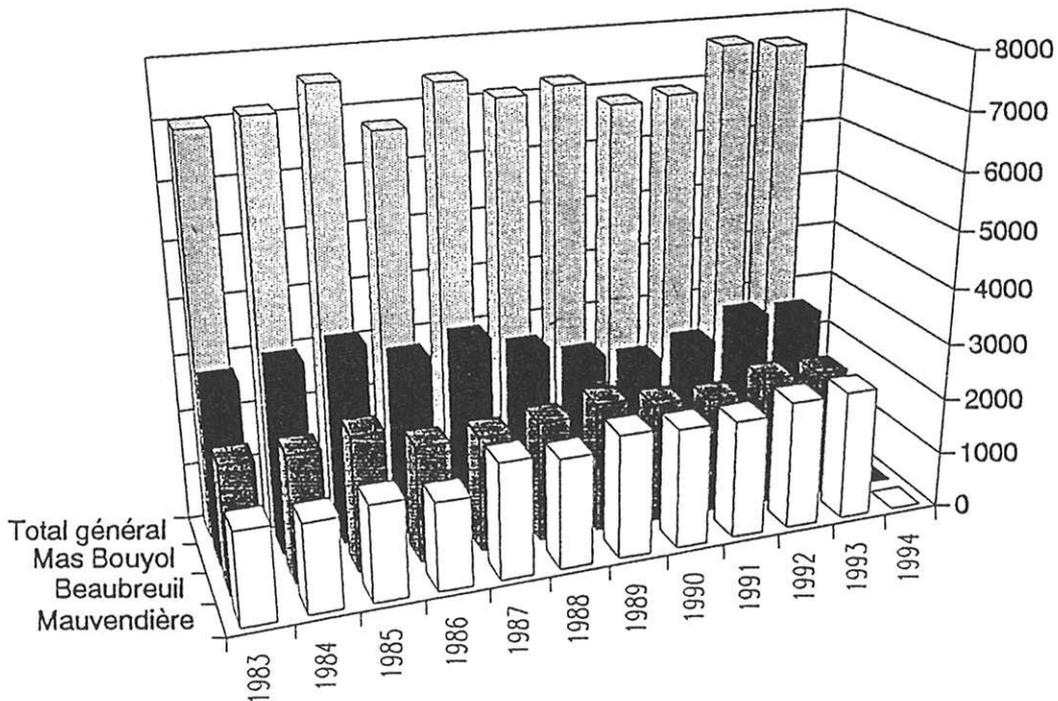
Nous remarquons que les interventions pour incendie représentent 10 à 12 % de l'activité, interventions essentiellement pour des

Tableau I : statistiques des interventions

Ia

Recapitulatif général				
Année	Mauvendière	Beaubreuil	Mas Bouyol	Total général
1983	1637	2249	3135	7021
1984	1579	2249	3319	7147
1985	1701	2402	3471	7574
1986	1559	2045	3118	6722
1987	2057	2057	3321	7435
1988	1945	2152	3004	7101
1989	2201	2308	2718	7227
1990	2136	2152	2525	6813
1991	2115	2093	2694	6902
1992	2294	2312	3075	7681
1993	2315	2280	3006	7601

Ib



incendies d'habitations (+ de 50 %) ou de bureaux, de véhicules (11 %) et pour des feux de forêts (+ de 21 %).

Nous pouvons nous demander ce que représente 7 à 8000 sorties pour l'effectif de sapeurs-pompiers professionnels.

La théorie voudrait qu'il y ait un sapeur-pompier pour 1 000 habitants. Ce qui n'est pas le cas puisque l'on compte 162 sapeurs-pompiers pour 206 066 habitants (un pour 1 272 personnes).

Mais en fait chaque pompier effectue en moyenne 1,5 sortie par jour de garde.

En se reportant aux annexes 1, 2, 3, 4, nous remarquons la part prépondérante de travail pour "prévenir des accidents" (1/3 des sorties environ).

Près de la moitié de ces sorties sont destinées au transport de personnes impotentes.

Loin derrière vient le "secours à victimes" à hauteur de 18 % environ de la totalité des sorties (principalement destinée aux intoxications diverses).

Cela nous permet de souligner l'importance considérable de ce corps de métier qui travaille, non seulement pour la sécurité publique, mais qui a aussi un rôle social de première envergure.

### 1.3. - LE MATERIEL DE PREVENTION ET DE SECURITE

#### 1.3.1. - Présentation

Depuis longtemps, le corps de Limoges est chargé de la lutte contre les incendies, sinistres et catastrophes, "protégeant" ainsi au total environ 206 066 personnes (voir parfois plus).

La Ville de Limoges n'est pas très industrialisée, mais les transports de matières dangereuses et les différentes installations posent des problèmes de sécurité.

Par ailleurs, les petites et moyennes entreprises détentrices de stockages de matières plus ou moins dangereuses sont responsables d'un risque potentiel souvent méconnu.

Néanmoins, il existe une prise de conscience du danger expliquant la création de moyens de luttés adaptés.

Le corps est équipé de matériel récent moderne et spécialisé. Outre le matériel conventionnel, nous trouvons une Cellule Mobile d'Intervention Chimique et Radiologique (C.M.I.C. et C.M.I.R.) une berce anti-pollution, une berce émulseur, une unité de dépollution, une remorque de matériel de sauvetage, un véhicule équipé de matériel de sauvetage-déblaiement, un P.C. mobile, un véhicule d'intervention plongée. Il y a, de plus, un véhicule "risques spéciaux" comprenant du matériel anti-gaz et des réserves d'air. (voir liste page suivante).

#### 1.3.2. - Principales cellules d'intervention

##### 1.3.2.1. - La plongée

La multiplication des accidents sur les plans d'eau est due à l'accroissement des activités touristiques et au développement des loisirs ; c'est pourquoi les collectivités locales ont dû se doter de moyens de secours et d'intervention en milieu subaquatique et aquatique.

Le corps de sapeurs-pompiers de Limoges possède un véhicule d'intervention de plongée (Peugeot type J5 4 X 4 Dangel). Les domaines d'intervention sont le sauvetage de personnes et de biens, la sécurité lors de manifestations sportives aquatiques et la recherche de corps.

VEHICULES D'INCENDIE ET SAUVETAGE :

- 3 F.P.T. (Fourgon Pompe Tonne).
- 1 F.P.T.L. (Fourgon Pompe Tonne Léger).
- 2 E.P.A. (Echelle Pivotante Automatique).
- 2 C.C.F. (Camion Citerne Feu de Forêt).
- 1 E.S.P. (Echelle Sur Porteur).
- 1 D.A. (Dévidoir Automobile).
- 1 D.A.T.T. (Dévidoir Automobile Tout Terrain).
- 1 C.C.G.C. (Camion Citerne Grande Capacité).

VEHICULES D'ASSISTANCE AUX BLESSES :

- 5 V.S.A.B. (Véhicule d'Assistance et de Secours aux Asphyxiés et aux Blessés).
- 1 V.R.M. (Véhicule Radio Médicalisée).

VEHICULES DE MATERIEL DIVERS :

- 7 C.I.D. (Cellule d'Intervention Diverse).
- 2 V.S.R. (Véhicule de Secours Routier).
- 2 C.G. (Camion Grue).
- 1 C.M.I.C. (Cellule Mobile d'Intervention Chimique).
- 1 V.I.P. (Véhicule d'Intervention Plongée).
- 1 V.R.S. (Véhicule Risques Spéciaux)
- 1 V.P.C. (Véhicule de Poste de Commandement).
- 1 G.E. (Groupe Electrogène).
- 18 V.L. (Véhicule Léger).
- 1 V.L.T.T. (Véhicule Léger Tout Terrain).

VEHICULES NON ROULANTS :

- 1 BERCE ANTI-POLLUTION
- 1 BERCE EMULSEUR
- 7 Parc des remorques
- 51 Matériel divers à moteur
- 2 Embarcations

La plongée subaquatique appartient à la circulaire n° 76-172 du 19 mars 1976 relative à l'instruction sur la pratique de la plongée subaquatique à l'usage des services de secours.

Nous devons préciser également que la circulaire n° 82-128 du 19 août 1982 est relative au contrôle annuel de l'aptitude opérationnelle des plongeurs de la Sécurité Civile et ce, afin d'éviter ou du moins de diminuer les accidents de plongée.

Cette spécialité est basée uniquement à Limoges et elle est susceptible d'intervenir dans tout le département.

#### 1.3.2.2. - La C.M.I.C. (Cellule Mobile d'Intervention Chimique)

Ce service dispose, pour faire face aux risques chimiques, d'un Renault Master rehaussé et rallongé. Il peut être fait appel à tout moment au médecin ou au pharmacien du corps des sapeurs-pompiers.

La circulaire 86-170 traite de la mise en place d'une C.M.I.C.. Sa fonction est d'informer les services concernés des dangers présentés par les produits en cause. De plus, elle doit déterminer la nature des mesures de sauvegarde à appliquer au profit des populations susceptibles d'être contaminées.

La composition de la C.M.I.C. doit être faite de cellules de reconnaissance (cellule R) et d'une cellule d'identification (cellule I) implantées au chef lieu du département.

Leur rôle respectif est le suivant :

- **Pour la cellule de reconnaissance** : être le plus rapidement possible sur les lieux. Elle se compose de matériels légers et répartis uniformément sur le territoire (mais de manière privilégiée sur les grands axes de transport de matières dangereuses). Le matériel doit être robuste, facile à mettre en oeuvre et pouvant répondre à tous les risques. Il devra avoir 3 actions principales : la protection individuelle, la détection, la protection collective.

- **Pour la cellule d'identification** : essayer de cerner les dangers potentiels par l'identification de produits, de préciser les conséquences pour la population et l'environnement et de proposer ou de confirmer les contre-mesures à la direction des secours. Elle doit aussi faire la liaison avec des laboratoires spécialisés pour les cas difficiles

d'identification et faire appel aux spécialistes pour la remise en état des lieux si la C.M.I.C. n'a pas pu le faire par des moyens simples. C'est donc un complément indispensable à la cellule de reconnaissance.

L'efficacité opérationnelle des C.M.I.C. repose, non seulement sur leur structure, mais aussi sur l'aide technique et scientifique fournie par les industriels et les laboratoires spécialisés. Au niveau national, la Direction de la Sécurité Civile mettra à la disposition des C.M.I.C. une banque de données et des experts.

Au total la C.M.I.C. a pour mission de reconnaître les dangers potentiels de l'accident et de donner assistance aux personnes impliquées dans un sinistre. Elle doit d'abord définir les premières mesures et précautions à prendre par le personnel et la population. Dans un second temps, il faut qu'elle essaie de préciser les dangers par l'identification précise des produits en cause, préciser aussi les mesures et les moyens de lutte déjà utilisés et enfin, faire appel aux spécialistes pour des compléments d'information.

Le médecin et le pharmacien sont associés à toute intervention.

#### 1.3.2.3. - Le V.L.A.P. (Véhicule Léger Anti-Pollution)

Pour lutter contre la pollution, le corps de sapeurs-pompiers de Limoges possède une berce anti-pollution montée sur un polybène Renault G 290.

Les domaines d'intervention de ce véhicule sont les pollutions de l'air, des sols et des eaux.

En matière de pollution, la mission principale des sapeurs-pompiers est la protection des personnes et des biens contre les risques engendrés par celle-ci. Les risques sont liés à la nature du polluant et ne peuvent être définis complètement que lorsqu'il a pu être identifié.

Nous pouvons classer les risques en 5 grandes catégories :

- Risque d'explosion
- Risque d'inflammation
- Risque toxique
- Risque corrosif
- Risque radioactif

La chronologie des opérations de dépollution s'effectue en 5 phases :

- 1 - Reconnaissance du risque
- 2 - Mise en place des mesures de sécurité
- 3 - Arrêt de la source puis confinement des produits
- 4 - Récupération et traitement
- 5 - Nettoyage des zones polluées

La reconnaissance est une phase très importante de l'opération car, c'est à partir des observations et renseignements recueillis au cours de celle-ci, que le chef de détachement doit déterminer :

- Les risques immédiats à moyen et à long terme, pour le personnel et pour les tiers
- La stratégie d'intervention.

La mise en place des mesures de sécurité doit être ajustée en fonction des risques et de l'évolution prévisible de la situation. Elle concerne à la fois la protection du personnel et des populations.

Bien entendu les différentes cellules d'intervention travaillent, selon le risque, en étroite collaboration.

#### 1.3.2.4. - Le S.D. (Sauvetage Déblaiement)

Les sapeurs-pompiers de Limoges sont équipés de matériels de sauvetage déblaiement. Pour cela, ils disposent de 2 remorques : une remorque étaie, et une remorque déblaiement. La spécialité de cet agrès est soumise à l'arrêté du 14 octobre 1980 portant application du décret n° 77-17 du 4 janvier 1977 relatif à l'enseignement et à la pratique du secourisme.

Le but premier des sapeurs-pompiers est destiné aux opérations de sauvetage, c'est-à-dire la recherche et la détection de victimes ensevelies, et l'accès aux emplacements des victimes. Pour les opérations de déblaiement, les secours effectuent le dégagement des décombres, l'étaie des murs et des planchers, la remise en état de certaines installations, et les travaux de terrassement et de nivellement.

La chronologie de la conduite des opérations de recherches et de sauvetage est la suivante :

- Reconnaissances
- Recherches en surface et sauvetage immédiats
- Recherches approfondies
- Progressions dans les décombres
- Marquages des immeubles sinistrés
- Dégagements des victimes
- Enlèvements généralisés et sélectionnés des décombres

Selon la réglementation, les équipes de sauvetage, lorsqu'elles interviennent dans une zone opérationnelle, sont intégrées dans le dispositif des services publics et placées sous le commandement du directeur de secours à qui il appartient de désigner l'autorité directe appelée à diriger la mission qui leur sera confiée.

## 1.4. - LEURS PROTECTIONS

### 1.4.1. - Equipement

#### 1.4.1.1. - Tenue de feu - tenue de base(25,35)

Elle se compose de :

- **Un casque F1** : il a remplacé l'ancien casque dans les années 80. Il protège bien le dessus du crâne, les oreilles et la nuque. Il possède un écran oculaire et un écran facial (anti-buée à l'intérieur et anti-rayure à l'extérieur). Le masque de l'appareil respiratoire isolant s'y adapte et une liaison radiophonique est possible.

Il est en matière thermoplastique, la seule assurant une protection correcte contre les risques électriques directs en basse-tension. Son poids ne dépasse pas 800 g .

Il existe un casque F2 réservé aux feux de forêt et catastrophes naturelles. La ville de Limoges n'en possède pas.

- **Une veste** : actuellement, elle est en cuir de mouton noir avec une bonne résistance aux agents corrosifs et face aux risques d'arrachement et de déchirement. Elle protège bien contre les flammèches, surtout si elle est humide, mais dans ce cas, elle devient très lourde. Le tour du cou évite la retombée de matières incandescentes dans le col. La visibilité a été améliorée par l'adjonction de bandes fluorescentes. Les nouvelles vestes, non encore utilisées, seront d'une matière plus légère (moins de 1,5 Kg mouillée), ignifugées, totalement imperméables et elles descendront jusqu'à mi-cuisses. Elles seront pourvues de bandes fluorescentes, d'un col et de poignets réglables avec du Velcro. Enfin, elles seront renforcées aux épaules et aux coudes.

- **Des bottes** : elles ont subi peu de modifications. Elles sont lourdes, non imperméables et ne maintiennent pas bien la cheville. Des Rangers à laçage rapide sont à l'essai.

- **Des gants** : en perpétuelle amélioration, ils sont en cuir épais. Les poignets montent assez haut sur l'avant-bras. Ils ne peuvent

être plus résistants car ils ne doivent pas entraver la mobilité ni la précision des gestes manuels. Des gants en amiante sont à la disposition des sapeurs-pompiers au cours des incendies pour assurer une meilleure protection contre les brûlures.

La tenue de base est composée d'une veste et d'un pantalon en Kermel Viscose. Elle est appelée : tenue KERMEL.

#### 1.4.1.2. - Les protections particulières supplémentaires

Il existe des **tenues d'approche** : constituées de combinaison, cagoule et sur-chaussures. Elles sont résistantes au fort rayonnement.

Des **combinaisons de pénétration** en amiante assurent une protection quasi totale.

Par ailleurs, nous trouvons aussi des **combinaisons étanches** qui protègent des agents chimiques, acides ou alcalins. Elles sont en Butyl et Viton. A l'intérieur de celles-ci, il existe un réseau de ventilation qui, par la surpression qu'il engendre, permet une isolation complète. Ce réseau de pressurisation est alimenté par la source d'air de l'A.R.I. (ap- pareil respiratoire isolant) et souffle sur l'écran panoramique.

Il ne faut pas oublier les **tenues de plongée** ainsi que des **combinaisons (sur-combinaisons) pour la protection du grand froid négatif**.

Toutes ces combinaisons sont faites pour être portées avec l'appareil respiratoire isolant. Celui-ci se porte à l'intérieur de la cagoule de la combinaison à Limoges.

Nous trouvons enfin les **tenues de protection pour la destruction des nids d'hyménoptères**. Celles-ci sont en toile ou en P.V.C. Elles sont légères et confortables.

Lors de pulvérisation des produits insecticides, il doit être porté un masque avec une cartouche filtrante.

Les produits utilisés à Limoges sont :

- Phytoguêpe 140 (Compagnie Générale des Insecticides) principalement constitué de Dichlorvos (pesticide organophosphoré)
- 1015 (Dipter) : l'élément principal de composition est un pyréthrinnoïde de synthèse.

Les produits sélectionnés sont utilisés seulement après avis médical.

#### 1.4.1.3. - Les appareils respiratoires (24,35,53)

##### A - Généralités :

Pendant longtemps les sapeurs-pompiers ont utilisé un simple "mouchoir" humidifié pour intervenir dans des milieux hostiles. De nombreux accidents et l'évolution de la technologie ont permis de mettre au point des appareils de protection respiratoire qui isolent des ambiances toxiques. Ces appareils sont en constante amélioration.

Alors qu'à Limoges il n'y avait que quelques appareils dans les années 60, nous en comptons aujourd'hui 40.

Le masque s'adapte désormais très facilement sur le casque FI (le système de fixation par "araignée" n'existe plus).

Le matériel doit toujours être vérifié avant l'utilisation. Il est essentiel d'avoir une confiance absolue en celui-ci.

La maintenance a une grande importance : après l'utilisation, les bouteilles vides sont marquées pour être remplies de nouveau. Les masques sont nettoyés dans une machine à ultra-sons et enveloppés hermétiquement dans un plastique.

Un texte de loi du 19 mars 1993 prévoit une vérification annuelle du matériel (en plus de celle effectuée après chaque utilisation).

Les appareils respiratoires filtrants sont interdits chez les sapeurs-pompiers. Ils utilisent donc, uniquement des Appareils Respiratoires Isolants (A.R.I.).

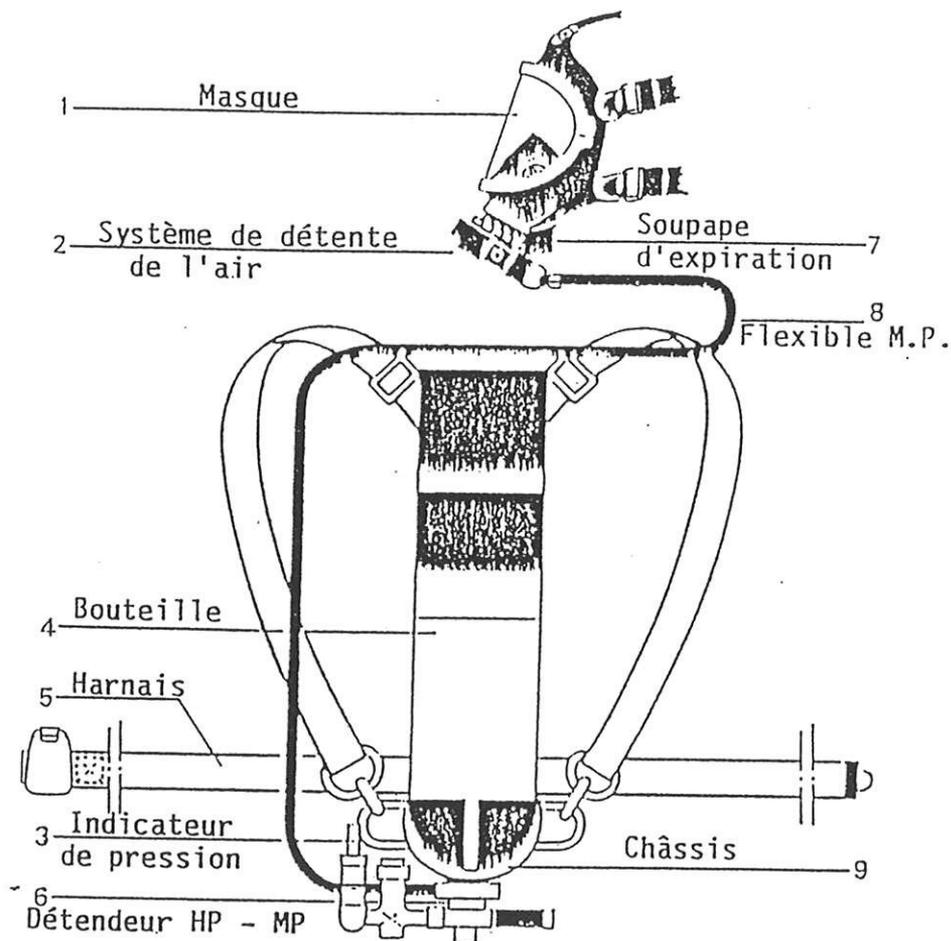
Il en existe 2 types :

- Les appareils à circuit fermé.
- Les appareils à circuit ouvert.

B - A.R.I. (Appareil Respiratoire Isolant)  
à circuit ouvert :

Le porteur inspire l'air stocké dans une bouteille et rejette l'air expiré vers l'extérieur. (voir figure 2).

Figure 2 : appareil respiratoire isolant à circuit ouvert



- L'air nécessaire à la respiration est contenu dans une bouteille à une pression de 200 ou 300 bars. Celle-ci est portée sur le dos.

- Il existe des appareils avec une seule bouteille et d'autres à deux bouteilles.

- L'air détendu est délivré automatiquement selon les besoins physiologiques du porteur.

- Si l'on utilise des bouteilles de 6 litres à 200 bars, la réserve d'air est de  $6 \times 200 = 1200$  litres d'air. La consommation moyenne du porteur étant de 40 litres/mn, le temps d'intervention est de  $1200/40 = 30$  minutes.

Il existe un avertisseur sonore lorsqu'il reste 5 mn d'autonomie.

C - A.R.I. (Appareil Respiratoire Isolant)  
à circuit fermé :

Ils sont représentés au niveau de la C.M.I.C. (Cellule Mobile d'Intervention Chimique). Ils procurent une grande autonomie puisque c'est l'air expiré qui est réutilisé après passage à travers de la chaux sodée et après réoxygénation. (voir figure 3).

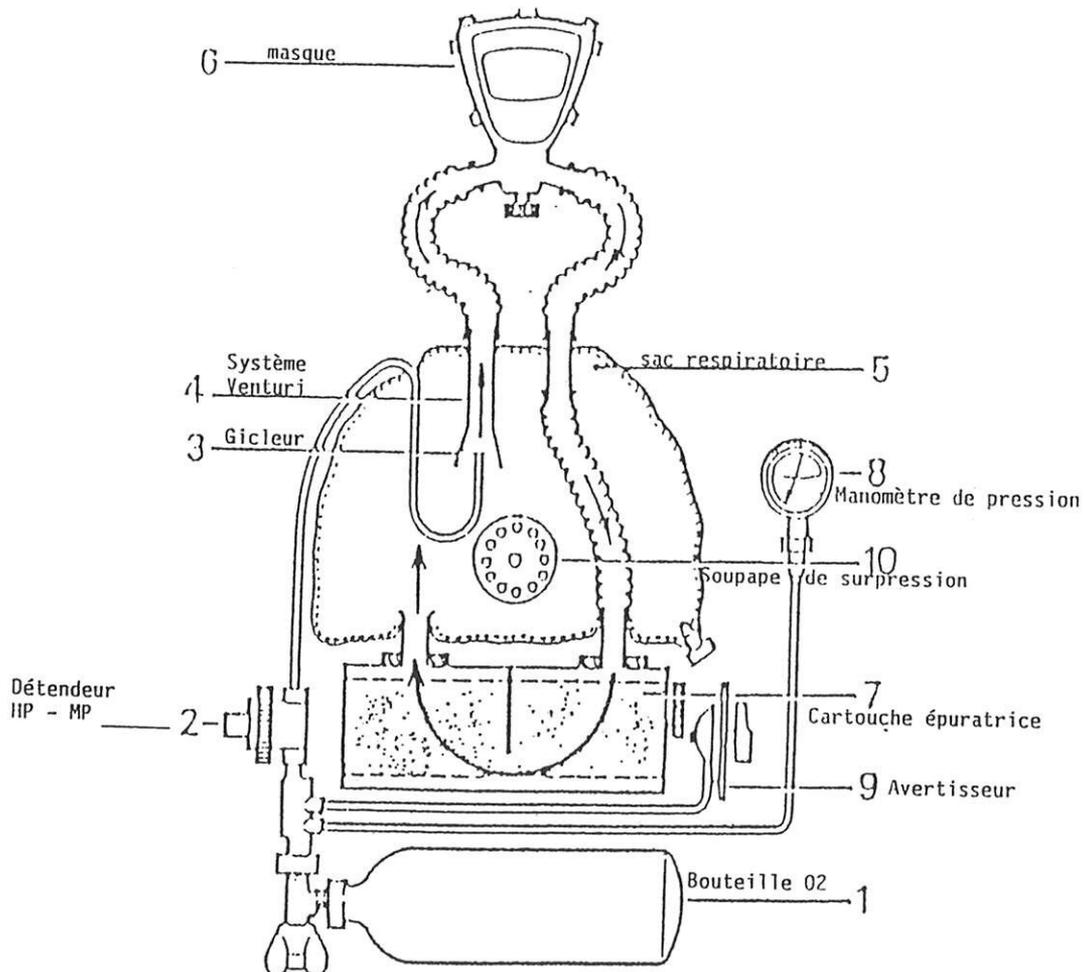


Figure 3 : appareil respiratoire isolant à circuit fermé

L'air est puisé dans l'appareil et rejeté dans l'appareil.

Cela permet des interventions plus longues (autonomie d'environ 1 h 30) ; il est plus léger, mais il est difficilement supportable pour les non habitués. Il y a un échauffement important de l'air respiré. Le port de cet appareil nécessite un personnel adapté et un bon entraînement.

#### D - Conclusion

Une bonne préparation physique et mentale aux interventions en atmosphère irrespirable semble essentielle, d'autant plus que le port de l'A.R.I. limite très sensiblement les performances des porteurs.

Plusieurs éléments peuvent être pris en compte pour expliquer l'augmentation de la dépense d'énergie :

- Le stress de l'intervention et le fait, de savoir que la réserve n'est pas inépuisable. (Le simple fait de coiffer l'A.R.I. augmente les pulsations cardiaques de 15 par/mn !).

- Le poids de l'appareil (environ 14 kilos), ce dernier va être amélioré dans un futur proche grâce à l'utilisation de nouveaux matériaux pour la composition des bouteilles - et à l'allègement de l'équipement.

- Les résistances de l'appareil qui entraînent un effort pour inspirer dans le masque.

- La nécessité de produire un effort supplémentaire pour mener à bien l'intervention (secours à victime, déblaiement, extinction d'un incendie...).

- Il faut aussi ajouter les dépenses d'énergie dues aux perturbations sensorielles : altérations du champ visuel, de l'acuité auditive, de la perception des rayonnements et altération de l'odorat.

Nous pouvons donc affirmer que les porteurs doivent absolument prendre conscience individuellement des contraintes liées au port de l'A.R.I. Une formation spécifique et un entraînement régulier est donc indispensable.

#### 1.4.2. - Spécialisations professionnelles

La formation professionnelle de base est indispensable. Toutefois une formation complémentaire spécialisée semble être particulièrement utile pour une meilleure connaissance des risques et une intervention plus efficace.

Ceci représente une certaine forme de protection car il est possible ainsi de présenter face à un type de danger défini, des personnes mieux préparées et entraînées.

Plusieurs Sapeurs-Pompiers de Limoges ont choisi des spécialisations dans cinq domaines.

##### - Formation PLONGEE

Les missions des plongeurs sont toujours caractérisées par l'urgence, la sauvegarde des personnes et des biens. L'intervention est subordonnée à la qualification du personnel. Les différentes missions que les plongeurs sont susceptibles d'assurer sont :

- La reconnaissance
- Le sauvetage et l'assistance
- Les travaux d'urgence
- Le traitement des pollutions
- La protection de l'environnement
- La sécurité aquatique
- Les recherches diverses

La formation plongée est dispensée à trois niveaux :

- Scaphandrier autonome léger (S.A.L.)
- Chef de plongée
- Moniteur de plongée

- Formation C.M.I.C. (Cellule Mobile d'Intervention Chimique)  
C.M.I.R. (Cellule Mobile d'Intervention Radiologique)

L'initiation est le niveau minimum requis face aux risques chimiques et radiologiques. Il permet de donner au personnel les connaissances nécessaires à la bonne exécution des missions techniques et opérationnelles qui leur sont confiées, dans le cadre particulier de l'intervention, face aux risques chimiques et radiologiques.

Les cours d'initiation sont assurés par les écoles départementales qui délivrent aussi 3 autres diplômes de niveau croissant :

- Le certificat
- Le brevet
- Le brevet supérieur

#### **- Formation Anti-Pollution**

Il n'existe pas de circulaire concernant la formation face au risque de pollution. Cela dit, les corps se réfèrent à des notes internes de service. Il existe deux niveaux :

- Le 1er degré.
- Le 2ème degré.

#### **- Formation S.D. (Sauvetage Déblaiement)**

Les circulaires n° 67353 du 2 août 1967 et n° 72437 du 24 août 1972 visent à définir l'enseignement et la pratique du sauvetage-déblaiement. Leur application a permis la formation de spécialistes, tant parmi les personnels de la sécurité civile qu'au sein des autres services publics et des associations agréées.

Trois niveaux de qualification, constituant une unité de valeur, justifient d'un effort particulier pour la formation.

- Equipier.
- Chef de groupe.
- Chef de section.

D'autres formations existent ; certaines n'ont pas de représentant au corps de Limoges (secours en montagne, équipes cynophiles luttent contre les feux de forêts, sauvetage côtier), d'autres par ailleurs n'en ont que peu (spéléologie : 1 représentant ; intervention en milieu périlleux : 1 sujet en instance d'équivalence).

Toutes ces qualifications s'adressent aux sapeurs-pompiers professionnels et volontaires, aux militaires de la B.S.P.P. (Brigade de

Sapeurs-Pompiers de Paris), du B.M.P.M. (Bataillon Marins-Pompiers de Marseille, des U.I.S.C. (Unité d'Intervention de la Sécurité Civile), et aussi à ceux affectés aux corps de défense. Il existe un recyclage permanent pour que le personnel qualifié puisse se former aux nouvelles techniques, entretenir ses connaissances et maintenir sa ou ses qualifications.

## **CHAPITRE 2**

Incendies et Troubles Ventilatoires

## 2.1. - MECANISME DES FEUX (35)

Trois facteurs doivent être réunis pour que se déclare un feu :

### - Le combustible :

Sa composition chimique est essentielle. Elle va conditionner les différents éléments produits au cours de l'incendie. C'est ainsi, par exemple, que l'oxydation des produits hydrocarburés produira des gaz tels que le CO<sub>2</sub>, le CO et de la vapeur d'eau, du carbone non brûlé (suies, des particules du combustible : fumée).

Le type de combustible permet de décider du comportement en cas d'incendie.

Les incendies sont divisés en 5 grandes classes :

A : matières solides.

B : matières liquides.

C : matières gazeuses sous pression.

D : métaux combustibles.

E : installations électriques.

### - Le moyen d'oxydation :

Il doit être présent en quantité suffisante. La combustion complète produit des éléments incombustibles, du gaz carbonique et de l'eau, alors que la combustion incomplète donne des produits partiellement combustibles : suies et CO. Il y a donc danger de rallumage.

### - La chaleur ou énergie d'allumage :

L'énergie produite par un incendie donne de la chaleur qui se dégage vers l'extérieur. Il est à noter que 10 % sert au maintien de l'incendie et 5 %, au plus, produit un rayonnement visible. La chaleur est émise par convection (transport par gaz combustibles chauds) ; les émissions par conduction et rayonnement sont importantes pour la propagation de l'incendie.

Généralement un feu dégage 500 à 800°C, rarement plus de 1 200°C.

Les conséquences de la thermique d'un incendie sont :

- La propagation.
- L'expansion thermique en volume de tous les corps.
- L'émission de rayonnement.
- La production de fumée (produits de combustion gazeux, particules d'aérosol) qui entrave la visibilité, irrite les voies respiratoires et lèse éventuellement l'appareil respiratoire.

## 2.2. - LES TOXIQUES INHALES

### 2.2.1. - Généralités

Les progrès technologiques du XXème siècle font que les produits toxiques retrouvés dans les fumées d'incendies sont très nombreux et divers dans leur nature chimique (plus de 200 répertoriés). Dans un foyer d'incendie, plusieurs dizaines voire plusieurs centaines de substances différentes sont présentes dans les fumées (8,10,22).

En outre pour un matériau donné la nature et l'importance relative des produits de dégradation thermique libérés sont rapidement variables dans le temps en fonction de la température et de l'oxygénation du foyer : ceci non seulement d'un feu à l'autre, mais aussi au cours d'un même incendie (40).

Les risques encourus par les sapeurs-pompiers lors d'interventions sur des feux sont, de ce fait, en perpétuelle augmentation. L'appareil respiratoire est particulièrement exposé :

- à des gaz toxiques
- à des particules toxiques générées le plus souvent sous la forme d'aérosol.

#### a - Les gaz et vapeurs toxiques

Les gaz toxiques se "dégagent" lors de la combustion de matériaux : ils sont produits directement ou proviennent de l'évaporation d'un liquide sous l'action de la chaleur. Ils sont absorbés par la muqueuse trachéo-bronchique, d'autant plus facilement et précocement qu'ils sont

plus Hydrosolubles (1).

### **b - Les particules toxiques**

Elles se présentent en général sous la forme d'aérosols micro-particulaires toxiques :

- particules liquides provenant de la dispersion d'un liquide par un gaz

- particules solides ou suies définies comme "une suspension en milieu gazeux de particules solides présentant une vitesse de chute négligeable" (19). Il s'agit la plupart du temps de particules organiques mais des particules métalliques peuvent y être associées.

L'effet pathogène des suies sera vu au chapitre 2.2.3.6.

Nous proposons une synthèse non exhaustive des principaux toxiques chimiques rencontrés lors d'incendies.

### **2.2.2. - Classification des toxiques**

(1,2,13,33,34,35,56,73,91,92)

#### **. Les dérivés du carbone et de l'hydrogène**

- CO, CO<sub>2</sub>.
- Aldéhydes (R-CHO) dont HCHO : acroléine et aussi Formaldéhyde, butyraldéhyde, acétaldéhyde.
- Acides carboxyliques.
- Alcools (méthanol, éthanol...).
- Cétones (R-CO-R').
- Acétates.
- Hydrocarbures (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) et dérivés.
- H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O.

#### **. Les dérivés azotés**

- N<sub>x</sub>O<sub>y</sub> (oxydes d'azote).

- HCN (acide cyanhydrique).
- NH<sub>3</sub> et amines.
- nitriles (R-CH) dont acétonitrile, acrylonitrile.
- isocyanates.

. Les dérivés soufrés

- SO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> ( anhydride sulfureux ou dioxyde de soufre).
- H<sub>2</sub>S (hydrogène sulfuré ou acide sulphydrique).
- COS (sulfure de carbonyl).

. Les dérivés halogènes

- Cl, Br, Fluor.
- Acides = HCl, H<sub>2</sub>, HF.
- COCl<sub>2</sub> et COF<sub>2</sub> : chlorures et fluorures de carbonyle (COCl<sub>2</sub> ou oxychlorure de carbone : le phosgène).
- Dérivés halogènes des hydrocarbures (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>X<sub>z</sub>).
- Halogénures divers.
- Pyralènes = trichlorobenzène + Polychlorodibenzènes.

. Les dérivés phosphorés

- H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (acide phosphorique).
- PH<sub>3</sub> (phosphore d'hydrogène).

. Les suies

2.2.3. - Toxicologie clinique des principaux produits rencontrés dans les incendies

2.2.3.1 - Le monoxyde de carbone (CO)

A - Sources et circonstances d'apparition

Le CO se retrouve pendant l'incendie et après l'incendie, dans toute combustion incomplète. Cette production est constante (8). Elle est massive et rapide dans un feu réalisé à l'intérieur d'une chambre de combustion de 8 M3 ou 127 Kg de matériaux naturels et synthétiques ont été brûlés, les concentrations maximales de CO sont obtenues durant les premières minutes et sont de l'ordre de 7 à 11 %, soit environ 20 fois la concentration létale chez l'animal. Le rapport du CO au CO2 peut même être utilisé pour connaître les conditions d'oxygénation du foyer (47).

C'est le toxique majeur des incendies. Il est le principal produit de décomposition des polyoléfines, du polyalcool vinylique et du polyacéate de vinyle, du polystyrène, des dérivés cellulosiques naturels (bois, coton, lin, jute, chanvre, sisal) et synthétiques (rayonne, cellophane, acétates de cellulose...), des polyesters, des époxydes et des phénoplastes (47).

## B - Les effets cliniques

Le monoxyde de carbone est une des premières causes de mort toxique en France (10). L'origine en est principalement l'incendie au cours mais aussi après l'extinction du feu (la mesure de la concentration en CO en ppm avec un tube Dräger avant de commencer le déblai dans un endroit clos : sous-terrain, parking... évite aux sapeurs-pompiers des "coups de fumée" en faisant retarder l'opération après une bonne ventilation des locaux).

Selon les matières concernées, l'intoxication oxycarbonée peut être aggravée par l'inhalation des produits de pyrolyse de matières plastiques (comme l'acide cyanhydrique) et de solvants.

Le CO est un gaz incolore, inodore, non irritant, de densité proche de celle de l'air. C'est un polluant environnemental urbain (circulation automobile) et domestique (chauffage, tabagisme), mais aussi un produit physiologique du métabolisme humain provenant du catabolisme des hèmes (hémoglobine, myoglobine, cytochromes).

La pénétration est exclusivement respiratoire. La capacité de diffusion est voisine de celle de l'oxygène. L'absorption pulmonaire est fonction de la pression partielle alvéolaire en CO (donc de sa concentration dans l'air inhalé), de la durée d'exposition et du débit ventilatoire du sujet exposé. Il se lie à l'hémoglobine (forte affinité) pour former la carboxyhémoglobine (COHb). Une fraction de 15 % se fixe sur la myoglobine et sur les systèmes enzymatiques de la chaîne respiratoire cellulaire. Une faible fraction reste dissoute dans le plasma.

Le CO n'est pratiquement pas biotransformé. L'élimination se fait par voie respiratoire. La liaison CO-Hb est établie mais spontanément réversible en fonction des pressions partielles du CO et de l'oxygène.

La fixation du CO sur le fer de l'Hème provoque l'inactivation fonctionnelle de l'Hb, responsable d'un trouble du transport de l'oxygène et d'un mauvais relargage tissulaire par l'hémoglobine restante. Ceci entraîne une hypoxie hypoxémique périphérique qui constitue le principal mécanisme d'action toxique lors d'intoxication aiguë.

Les organes-cibles sont essentiellement le système nerveux central et le myocarde. La toxicité du CO est dose-dépendante. Une susceptibilité individuelle aux faibles doses est manifeste (92).

Trois unités sont utilisées pour mesurer l'intoxication :

- **Première unité** : ml de CO/l de sang. Habituellement on retrouve de 2,4 à 5,6 ml/l de sang selon que l'on se trouve en milieu rural ou urbain. Il peut atteindre 15 voir 20 ml/l chez le gros fumeur.

- **Autre mesure utilisée** : pourcentage de COHb.

1 ml de CO/l de sang est égal à 0,5 % d'HbCO si le taux d'hémoglobine est normal.

- **Enfin, dernière unité** : les mmol de CO/l de sang (1 mmol/l = 4,464 ml/l = 0,224 ml/l).

Notons que le taux de carboxyhémoglobine à partir duquel il est possible d'altérer les capacités de fuite d'un humain est de l'ordre de 30 à 40 %. Le taux responsable à lui seul du décès des patients, apparaît plus proche de 50 % que de 60 %. Dans ces conditions, les taux de

carboxyhémoglobine observés chez les victimes trouvées décédées permettent d'expliquer à eux seuls le décès dans plus de la moitié des cas.

Il existe une relation étroite entre le taux de carboxyhémoglobine et le syndrome d'inhalation de fumée (100,66,3).

#### 2.2.3.2. - Le gaz carbonique :

Tous les incendies en produisent d'énormes quantités. Il n'est pas toxique par lui-même, mais les effets indirects qu'il produit ne doivent pas être sous estimés (11,47).

Des concentrations mêmes modérées de CO<sub>2</sub> augmentent à la fois la fréquence et le volume courant de la respiration. Un tel effet peut contribuer à augmenter la toxicité des autres gaz en facilitant leur absorption pulmonaire. En présence de 2 % de CO<sub>2</sub> dans l'air inspiré, la ventilation-minute est augmentée de 50 %, en présence de 4 à 5 % de CO<sub>2</sub>, elle est respectivement doublée et triplée. Lorsque la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'air inspiré atteint 10 %, la ventilation-minute est de 8 à 10 fois la ventilation au repos. L'enrichissement de l'air inspiré en CO<sub>2</sub> provoque une acide respiratoire.

#### 2.2.3.3. - L'ACIDE CYANHYDRIQUE

##### A - Source d'apparition

L'acide cyanhydrique est un asphyxiant. Il peut être dégagé par la combustion de nombreux polymères naturels (47) (soie, laine, peaux...) ou synthétiques (polyuréthanes, polyamides, polyacrylonitriles) contenant de l'azote. De l'HCN peut également être produit en chauffant un mélange d'ammoniac et de matériaux organiques (10,11).

L'influence de la nature des matériaux sur la quantité de cyanure dégagée à été bien mise en évidence : la quantité d'HCN dégagée par la combustion de 1 g de divers matériaux, dans une chambre de combustion de 15,6 l est respectivement de 0 ppm pour du papier Wathman qui ne contient

pas d'azote, de 120 ppm pour du caoutchouc mousse, de 200 ppm pour la laine. Le dégagement atteint 1 500 ppm lors de la combustion de 1 g de polyacrylonitrile. Dans des conditions expérimentales différentes, des concentrations de l'ordre de 300 à 500 ppm pour ont été rapportées lors de la dégradation thermique de diverses mousses de polyuréthane (47).

## B - Effets cliniques

C'est un liquide incolore, très volatile à l'odeur d'amande amère. Il est le principal toxique léthal humain rapidement actif. Plusieurs études ont montré que les taux sanguins de cyanure chez les victimes d'incendie sont au-dessus des valeurs normales, mais atteignent rarement des taux connus comme étant toxiques (66,33). Ainsi, ils n'expliquent pas à eux seuls les décès. Dans une étude américaine, des concentrations potentiellement toxiques de cyanure sanguin (1,01 à 2 mg/l) n'étaient observées que chez 24 % de sujets décédés, tandis que des taux certainement toxiques (2 mg/l) n'étaient présents que dans 10 % des cas.

Les études portant sur les victimes vivantes ont abouti aux mêmes résultats (11,89).

En fait, les cyanures ont une demie vie sanguine très courte (30 mn à 1 heure), les prélèvements sont fait souvent rapidement, mais après la fin de l'exposition voire dans les premières 24 heures. D'où la possibilité de sous-estimation de l'importance de l'intoxication cyanhydrique du fait de la demi-vie.

De plus le taux de cyanure peut être modifié par les conditions de conservation.

Les résultats de prélèvements sanguins sur les lieux mêmes des incendies tendent à montrer que l'intoxication cyanhydrique est aussi importante à considérer que l'intoxication oxycarbonée (9,11).

Des études récentes ont montré que le taux de lactates plasmatiques mesuré à l'admission de patients non brûlés ou présentant des brûlures légères est un témoin de l'intoxication cyanhydrique, lorsqu'il est supérieur à 10 mmol/l (10).

L'exposition générale de la population provient essentiellement de la cigarette (1 cigarette apporte environ 30 à 200 ug) et de l'alimentation : les organocyanures sont présents à faible dose dans les épinards, la

moutarde, certaines amandes de fruits... et libèrent de l'HCN par hydrolyse en milieu gastrique acide. La teneur en ions cyanures des eaux de boisson doit être inférieure ou égale à 50 ug/l.

L'absorption de l'ion cyanure (CN-) est rapide : quelques secondes par voie pulmonaire, quelques minutes par voie digestive. Deux autres voies accessoires existent : les voies trans-cutanées et oculaires.

98 % des toxiques circulants sont fixés aux globules rouges. Moins de 2 % sont liés aux protéines plasmatiques. La distribution tissulaire concerne tous les organes.

La biotransformation, hépatique et rénale pour 80 %, conduit aux thiocyanates par la thiosulfate-sulfure transférase. C'est une voie rapidement débordée lors d'intoxication aiguë. Un faible pourcentage est transformé en cyanocobalamine. Les thiocyanates sont éliminés dans les urines.

L'ion cyanure (CN-) est un toxique cellulaire non spécifique d'organe. C'est un donneur d'électrons. Il est très avide de cations métalliques, et se fixe de façon stable (mais réversible) sur le fer trivalent, le cobalt et le cuivre de la cytochrome oxydase, au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale - il inhibe à ce niveau les transferts électroniques -.

Le blocage du métabolisme aérobie provoque une anoxie tissulaire aiguë avec déviation métabolique vers la voie anaérobie entraînant une accumulation massive d'acide lactique.

L'HCN est perceptible à l'odeur dès 0,2 ppm. L'inhalation pendant quelques minutes de 200-300 ppm d'HCN est très rapidement mortelle.

Des concentrations de 40 à 50 ppm sont sans effet toxique grave.

Le taux normal est compris entre 0,01 et 0,07 mg/l (selon le tabagisme). Une surveillance urinaire des thiocyanates pourrait compléter l'examen clinique du sujet exposé (56,92).

#### 2.2.3.4. - Les vapeurs corrosives

## A- Les différentes substances (92)

Les gaz, vapeurs, fumées et/ou aérosols le plus souvent en cause sont les suivants :

- Acide chlorydrique (HCl).
- Chlore et autres halogènes à l'état gazeux tels que le brome (Br<sub>2</sub>), l'iode (I<sub>2</sub>), le fluor (F<sub>2</sub>).
- Phosgène ou dichlorure de carbonyle ou oxychlorure de carbone (COCl<sub>2</sub>).
- Vapeurs de solvants chlorés.
- dioxyde de soufre ou anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>).
- chlorure de méthane sulfoyle (CH<sub>3</sub>Cl SO<sub>2</sub>).
- ammoniac (NH<sub>3</sub>).
- oxydes d'azote ou vapeurs nitreuses (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).
- vapeurs émises par les acides forts concentrés (nitrique, sulfurique, fluorhydrique...).
- H<sub>2</sub>S (hydrogène sulfuré).
- PH<sub>3</sub> (hydrogène arsenié).
- vapeurs d'aldéhydes et de phéniols.
- ozone.
- vapeurs et fumées dégagées par la combustion de certaines matières plastiques.
- certaines fumées métalliques.

## B - Les effets cliniques

### a - Les effets communs

Toutes ces molécules sont caustiques pour les voies respiratoires du fait de leur forte réactivité chimique. A faible concentration, elles sont principalement irritantes (1).

La température élevée des vapeurs est toujours un élément aggravant.

La lésion élémentaire est une brûlure chimique de l'épithélium bronchique et/ou de la membrane alvéolo-capillaire, d'intensité variable selon la concentration des vapeurs et de la durée d'exposition.

Les formes graves réalisent un oedème aigu pulmonaire lésionnel avec formation au niveau des alvéoles d'un exsudat inflammatoire réactionnel. L'atteinte du surfactant et la desquamation de la muqueuse bronchique sont quasi constants, ce qui explique la possibilité d'atélectasie et de fibrose secondaire.

Les manifestations cliniques les plus fréquentes sont essentiellement des irritations immédiates, oculaires, O.R.L. et trachéobronchiques. Un sub-OAP lésionnel peut apparaître plusieurs heures après l'inhalation.

Chez des sujets ayant une hyperréactivité bronchique, des expositions, même à faible concentration, peuvent déclencher un bronchospasme "irritatif" (92).

L'OAP lésionnel des formes graves peut se constituer de façon plus ou moins retardée. Il peut rapidement évoluer vers l'état de choc et la mort.

En outre, des séquelles peuvent persister après une intoxication :

- une anosmie
- un syndrome d'hyperréactivité bronchique
- une insuffisance respiratoire chronique.

Les manifestations toxiques systémiques sont rares. Elles sont souvent au second plan, car elles surviennent alors dans un contexte de SDRA (syndrome de détresse respiratoire aigu). C'est essentiellement la méthémoglobinémie avec les vapeurs nitreuses (1,44). Pour certains auteurs, son existence est controversée (11,28).

L'inhalation chronique de vapeurs toxiques à faible concentration ne provoque habituellement, que des effets locaux (effets irritatifs puissants).

Mais, par ailleurs, nous pouvons rencontrer lors d'exposition chronique à faible concentration, des bronchites chroniques "chimiques" dues aux dépôts répétés de micro gouttelettes d'aérosols dans l'arbre trachéo-bronchique. Deux formes sont décrites :

- la bronchite chronique simple
- la bronchite chronique obstructive.

**REMARQUES** : Les produits de lutte contre le feu peuvent ainsi être dangereux. Ainsi certains alcanes halogénés sont utilisés comme extincteurs. Ce sont des dérivés fluorés du méthane et de l'éthane possédant aussi du chlore et/ou du brome. Les dérivés fortement halogénés et surtout bromés, sont très "anti-feu" car le brome est un piège à radicaux libres. Lors de leur projection sur un foyer de combustion, il se forme une petite quantité d'halogènes libres (Cl, brome, mais pas de fluor) et une quantité plus importante de HF, HCl et HBr.

Il faut donc utiliser ces produits avec prudence, c'est-à-dire s'en abstenir dans des locaux aux dimensions réduites, clos ou mal ventilés (35,19).

#### b - Quelques effets particuliers

- H<sub>2</sub>S (hydrogène sulfuré) est un gaz incolore, sentant l'oeuf pourri. Il donne un mélange explosif et inflammable. C'est un puissant irritant des voies respiratoires ; il peut être à l'origine d'un OAP lésionnel. Sa toxicité systémique est proche de celle du cyanure. Il provoque une transformation partielle de l'hémoglobine en sulfméthémoglobine. La possibilité d'avoir une bronchite "chronique chimique" suite à des inhalations répétées, n'est pas à négliger (35,56,92).

- PH<sub>3</sub> (hydrogène arsenié) est un gaz très réactif, inflammable, hautement toxique et caustique. Il est à l'origine d'OAP. Sa toxicité chronique est mal connue (quelques cas de bronchite chronique "chimique" ont été observés).

- certaines fumées métalliques : Nous pouvons noter que si l'inhalation de fumées contenant du zinc, cuivre ou plomb provoque une série de symptômes regroupés sous le nom de fièvre des métaux, les signes respiratoires y sont discrets. De réelles détresses respiratoires ont été décrites lors d'emploi de fumigènes ; l'antimoine est responsable expérimentalement d'oedèmes pulmonaires aigus chez les animaux d'expérience...(69,19).

#### 2.2.3.5. - Les polymères synthétiques

Ce sont les produits de décomposition thermique qui varient avec la température. Certains sont plus toxiques que d'autres. Les études de ces produits sont en fait expérimentales. On ne sait jamais totalement, ce qui se dégage lors d'incendie "réel" (54).

Les différents toxiques peuvent avoir des effets synergiques et risquent de se potentialiser les uns les autres.

Les polymères synthétiques ont été introduits dans l'environnement à partir de la seconde moitié du 19<sup>ème</sup> siècle. Ils ont pris une place qui ne cesse de croître. Ce sont en effet les principaux constituants des objets manufacturés. Ils contiennent de nombreux adjuvants nécessaires à la polymérisation des monomères, et à la conservation du produit fini (2).

Généralement, ce sont des substances chimiquement inertes et en conséquence, très peu toxiques, aux températures habituelles. Certaines sont susceptibles de libérer de petites quantités de monomères résiduels ou d'adjuvants, rarement responsables d'effet toxique ou immuno-allergique (48).

Mais, au cours d'incendie, les polymères synthétiques libèrent massivement les différents adjuvants qu'ils contiennent ainsi que des produits de dégradation thermique (dont la toxicité est souvent élevée).

Il faut savoir que la nature des produits libérés par la dégradation thermique des matières plastiques peut différer d'un site à l'autre pour un matériau donné. Par ailleurs, dans un foyer d'incendie ou au cours d'une procédure entraînant une dégradation thermique, elle est rapidement variable dans le temps (34,54).

#### 2.2.3.6. - Les suies

Ce sont des particules solides constituées essentiellement de carbone et en suspension dans un milieu gazeux.

Ces particules peuvent adsorber des toxiques à leur surface. Elles se disposent de façon variable dans l'arbre bronchique

selon leur taille, leur forme, leur densité. Plus elles sont petites, plus elles vont loin constituant un film adhérent à l'épithélium bronchique (1,15,19).

Le mode ventilatoire du sujet sur le type ample et lent est un élément favorisant de pénétration.

Les particules inhalées sont responsables d'un triple effet pathogène : - un effet thermique à l'origine de brûlures car se sont des suies incandescentes qui sont inhalés.

- un effet mécanique car cet empoussiérage massif peut générer une obstruction sévère.

- un effet toxique qui peut prendre deux formes :

a) **lésions caustiques** : les particules de suies sont chargées de caustiques adsorbés à leur surface (acides forts, bases fortes, oxydants forts purs ou fortement concentrés) qui entraînent une hypersécrétion et une desquamation de la muqueuse bronchique provoquant ainsi une obstruction bronchique qui aggrave l'effet mécanique. Il a été démontré que le passage de fumées à travers un filtre qui arrête les particules n'entraîne que peu ou pas de lésions pulmonaires (19).

b) **lésions irritatives** : les produits mis en cause sont les mêmes que précédemment mais ils sont dilués et entraînent seulement une réaction inflammatoire bronchique qui peut favoriser le développement d'une hyperréactivité bronchique (51).

Cet effet pathogène des suies se manifeste également sur la muqueuse nasale, le pharynx et les yeux.

## 2.3. - LA PATHOLOGIE PULMONAIRE

### 2.3.1. - Anatomopathologie (19)

1) Au niveau bronchique après inhalation de fumée d'incendie, on peut distinguer plusieurs phases :

- une phase exsudative (les 2 premiers jours) : avec conges-

tion, oedème et hémorragie. Il existe une margination des polynucléaires le long des petits vaisseaux sanguins. L'épithélium de la trachée et des bronches est le siège d'une vacuolisation cytoplasmique et de foyers de nécrose avec oedème sous muqueux et parfois hémorragie.

- une phase dégénérative (12 à 72 h) : l'arbre bronchique est le siège de nécrose avec formations pseudomembraneuses prédominantes au niveau des bronches de plus gros calibre (ne se retrouvent pas au niveau des bronchioles).

Elles peuvent obstruer la lumière. Au microscope, les lésions de l'épithélium vont de la simple desquamation superficielle à la destruction complète. L'enduit pseudomembraneux éosinophile est fait de mucus, de fibrine, de débris cellulaires et de polynucléaires. Au niveau des bronchioles, la réaction inflammatoire est intense et atteint la péribronchiole.

- une phase proliférative (48 h à 7 jours) : La prolifération épithéliale se fait à partir des îlots d'épithélium périglandulaire restés intacts.

- une phase de réparation (plus de 4 jours) : l'épithélium cicatriciel peut prendre un aspect métaplasique ou être le siège du développement de polypes. D'ailleurs, ils peuvent être obstructif au niveau des petites bronches et bronchioles. La survenue d'une cicatrice fibreuse est parfois cause de bronchiolite oblitérante.

## 2) Au niveau parenchymateux

Il existe une hétérogénéité de lésions non systématisées avec alternance de zones d'atélectasie et d'emphysème. 4 phases sont décrites :

- une phase exsudative : l'exsudat liquidien et l'afflux de cellules inflammatoires prédominent. L'interstitium est élargi, les veines et les lymphatiques dilatés. L'endothélium perd sa continuité. Les pneumocytes de type I présentent des lésions plus importantes : oedème cellulaire, gonflement des mitochondries et déformation du reticulum endoplasmique.

L'atteinte des pneumocytes II est peu importante.

- une phase dégénérative : l'atteinte du pneumocyte I s'accroît allant jusqu'à la nécrose. Des membranes hyalines alvéolaires apparaissent. Les pneumocytes II sont peu atteints.

- une phase proliférative : hyperplasie des pneumocytes II qui prolifèrent et recouvrent la membrane basale.

- une phase réparatrice : transformation des pneumocytes II en pneumocytes I. Il peut y avoir restitution d'un épithélium alvéolaire normal. Parfois la prolifération de fibroblastes peut conduire à des dépôts de collagène interstitiels et /ou à une fibrose intra-alvéolaire.

### 2.3.2. - Physiopathologie

#### 2.3.2.1. - EN AIGU

##### A - Brûlures Thermiques :

Nous pouvons rappeler, tout d'abord, que la qualité de l'échangeur thermique évite, dans la majorité des cas, les brûlures pulmonaires par la chaleur, surtout si l'air est sec. En effet, les travaux de Moritz (65) ont montré la rapide absorption de la chaleur par les muqueuses de l'arbre aérien supérieur et la mauvaise conduction de l'air sec. Les brûlures thermiques ne devraient donc intéresser que les portions suscarinales de l'arbre aérien.

Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de vapeurs. La conduction est alors 4000 fois supérieure ! Des lésions disséminées à l'ensemble du poumon ont pu être observées lors d'accidents mettant en jeu de grandes quantités de vapeur sous pression, voire dans de simples saunas (50).

Cependant, des brûlures par inhalation de particules incandescentes sont possibles, mais ne représentent pas l'élément essentiel de constitution des lésions. Ces dernières relèvent de plusieurs mécanismes associés, constituant des obstacles successifs à la progression de l'O<sub>2</sub> depuis l'air ambiant jusqu'aux cellules, comme cela va être vu (1).

Par ailleurs, les brûlures cutanées sont responsables, à elles seules, d'une réaction inflammatoire intense qui aggrave la morbidité des lésions d'inhalation (19).

B - Mécanisme entrant en cause dans  
la diminution de l'oxygénation :

a - Action systémique

- La FiO<sub>2</sub> est abaissée à proximité du foyer du fait de la combustion entraînant une diminution de la PAO<sub>2</sub>, ce qui explique l'apparition de signes neurologiques liés à l'hypoxémie (1).

La déplétion de l'atmosphère en O<sub>2</sub> a des conséquences à la fois sur le sujet en altérant sa vigilance et ses possibilités de fuite ainsi que sur la propagation de l'incendie. En effet à forte concentration d'oxygène, la combustion est complète (il se forme par oxydation surtout du CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O) alors qu'à faible concentration d'O<sub>2</sub>, la combustion est incomplète : du CO est formé. Selon la température, des produits de pyrolyse peuvent se dégager.

Le thermolyse aboutissant à la production de fumées est l'ensemble des réactions de pyrolyse et de combustion.

La pyrolyse est la décomposition chimique d'une molécule sous l'effet de la chaleur. Cette fragmentation amène un dégagement de gaz sans flamme (47).

Les gaz peuvent réagir avec l'O<sub>2</sub>, et s'enflammer, il y a alors combustion, réaction d'oxydo-réduction fortement exothermique. (Exemple : à 300° le polyuréthane libère par pyrolyse de l'isocyanate qui disparaît à 800° C, la combustion produisant alors de l'acide cyanhydrique et des nitriles) (19).

Lors d'une dégradation thermique avec flamme (oxydative), de l'O<sub>2</sub> est consommé. Dans un espace clos, la consommation d'O<sub>2</sub>, en relation

avec la combustion, peut entraîner une baisse rapide de la pression partielle d'oxygène.

Une incoordination motrice peut être observée dès que le pourcentage d'oxygène dans l'atmosphère passe de 21 à 17 % (ce qui est rapidement atteint). Une  $FiO_2$  de 10 % pendant 30 mn provoque une dépression du système nerveux central, une diminution de la force musculaire et un ralentissement de la vitesse de conduction nerveuse. La pression artérielle diminue, tandis que la fréquence cardiaque augmente ; des extrasystoles ventriculaires apparaissent. Un risque vital existe lorsque la  $FiO_2$  devient inférieur à 10 % (47).

- Certains composants peuvent agir sur le transport de l'oxygène avec diminution de la  $P_{50}$ . (Le CO se fixe sur l'hémoglobine, les cyanures et d'autres molécules cytotoxiques inhibent la chaîne respiratoire cellulaire). Leur action s'exerce par diminution du contenu en oxygène du sang qui entraîne une hypoxie tissulaire.

#### b - Effet loco-régional des toxiques

L'action du toxique sur le poumon peut être responsable d'un syndrome de détresse respiratoire par effet sur la muqueuse bronchique et/ou sur la membrane alvéolo-capillaire (19,29).

##### 1 - L'effet sur la muqueuse bronchique :

Les lésions broncho-pulmonaires dépendent en partie de la solubilité des gaz. Les moins solubles (comme par exemple les oxydes d'azote, les aldéhydes...) peuvent atteindre les zones les plus distales. Mais, par ailleurs, les fumées sont aussi vectrices de particules volatiles qui risquent de se déposer au niveau de la muqueuse bronchique (1).

La taille des particules contenues dans les fumées inhalées a une incidence sur la survenue des lésions sous-glottiques. Les particules de petit diamètre, inférieur à  $3\mu$ , ont tendance à se déposer au niveau distal et celles de diamètre plus important, 5 à  $10\mu$  comme les suies, se déposent préférentiellement dans les bronches proximales avec un pic au niveau des bronches de 4/5e génération.

Il y a souvent association d'effet car les particules ont adsorbé des produits de combustion qui possèdent une activité caustique et/ou

irritante (parfois après transformation en acide ou base forte au contact de l'eau de la muqueuse bronchique). Il se crée une réaction lésionnelle et/ou inflammatoire majorant l'obstruction des voies respiratoires et diminuant la clearance muco-ahaire.

Au total, on peut trouver :

- Une irritation : du fait du film adhérent, qui peut être à l'origine d'un bronchospasme.

- Un phénomène caustique : après un temps de latence, il y a création de lésions de l'épithélium.

- Un empoussièrage massif (lésions extra muqueuses).

Ces trois phénomènes concourent à l'obstruction bronchique aiguë.

La physiopathologie expérimentale a mis en évidence des phénomènes intéressants : il peut exister un syndrome obstructif du fait de l'inactivation du drainage muco-ciliaire, de phénomène de spasme et de l'occlusion bronchique par des débris de muqueuse et des sécrétions. L'activation leucocytaire constituerait un mécanisme supplémentaire de destruction de la muqueuse. Le phénomène bronchospastique serait lié, quant à lui, à l'activation de la phospholipase membranaire et à la libération d'éicosanoïdes avec principalement le thromboxane A2 (19).

## 2 - L'effet sur la membrane alvéolo-capillaire :

Expérimentalement, l'atteinte parenchymateuse est objectivée par la chute du taux d'enzyme de conversion sérique (94). Les leucocytes stimulés libèrent des radicaux libres et des protéases. L'activation de la phospholipase membranaire génère de nombreux produits d'action vasomotrice et bronchomotrice. Ceux-ci sont libérés par les leucocytes ou l'endothélium capillaire (93). Seule la responsabilité du thromboxane A2 a été mise en évidence (19). Cette réaction inflammatoire reste localisée dans le seul poumon exposé à la fumée ; elle ne s'exporte pas par voie sanguine. Cela est dû à une vaso-constriction liée à l'hypoxie, elle-même aggravée par la formation de bouchons muqueux qui majore les lésions parenchymateuses (19).

Tous ces mécanismes aboutissent à une lésion de la membrane alvéolo-capillaire :

- au niveau épithélial.
- au niveau endothélial (augmentation de la perméabilité protéique).
- au niveau du surfactant (il est atteint précocément par altération physico-chimique ou par inactivation). Dans la plupart des cas, le processus est contrôlé avant une atteinte alvéolo-capillaire massive.

D'emblée ou après un temps de latence, il peut y avoir donc, constitution d'un oedème aigu du poumon lésionnel.

Nous avons, ici, une hypoxémie par diminution du transport de l'O<sub>2</sub> au niveau de la membrane alvéolo-capillaire.

Au total, tous ces mécanismes génèrent une hypoxémie, d'où découle le traitement d'urgence essentiel. Elle induit par ailleurs, une hyperventilation qui majore l'absorption des toxiques.

c - grande sensibilité du poumon à l'infection.

En effet, la nécrose se colonise rapidement, le drainage mucociliaire n'existe plus. En outre, passé le stade d'intense stimulation du début, les macrophages pulmonaires ont des capacités de réaction diminuées et de surfactant anormal ne peut plus jouer son rôle pour le maintien de l'intégrité des défenses pulmonaires : recrutement des macrophages, facilitation de la phagocytose et rejet des corps étrangers (19).

#### 2.3.2.2. - EN CHRONIQUE

Deux situations peuvent être envisagées : l'évolution d'une intoxication aiguë ou la conséquence d'expositions modérées mais répétées.

##### A - Evolution d'une intoxication aiguë

###### a - Augmentation de la réactivité bronchique

L'inflammation bronchique créée peut expliquer l'augmentation de la réactivité bronchique non spécifique à la métacholine (qui n'est pas forcément associée à l'obstruction bronchique) (21).

La réactivité bronchique revient, semble-t-il, d'après les études menées jusqu'alors, à la normale en environ 6 semaines, mais peut rester augmentée après inhalation de fumées toxiques (surtout lors de combustion de plastiques).

Il a été individualisé un syndrome, complication possible d'intoxication par fumées d'incendie : le R.A.D.S. ou réactive airways dysfunction syndrome. Les critères cliniques qui le définissent sont la persistance des symptômes (plus de 3 mois) d'obstruction et d'hyperréactivité bronchique chez un sujet antérieurement sain qui serait resté exposé à une haute concentration d'un gaz brouillard ou fumée irritants. Il pourrait être dû à une atteinte de l'épithélium bronchique qui causerait des modifications chroniques inflammatoires non spécifiques. Cela conduirait à la fois à une augmentation de la perméabilité épithéliale et/ou une réinnervation avec abaissement du seuil de sensibilité des récepteurs subépithéliaux des afférences du nerf vague (1,17).

Une hyperréactivité bronchique non spécifique peut être retrouvée avec épisodes de bronchospasme lors d'exposition à des pics de concentration de gaz et vapeurs caustiques (30).

Il y aurait une augmentation de l'atteinte des petites voies respiratoires chez les non fumeurs, sans apparition de signe clinique (70).

b - Asthme : c'est un cas assez rare néanmoins décrit dans quelques publications. Une évolution mortelle en 25 mois d'un asthme acquis après inhalation de fumée de matière plastique a même été retrouvé (12,64).

c - Certains auteurs ont décrit l'évolution vers une bronchite simple ou bronchite chronique obstructive (1,92).

d - Une fibrose peut se développer dans les suites d'un OAP lésionnel.

#### B - Exposition modérée mais répétée :

Il est permis de penser que la répétition d'expositions modérées peut entretenir chez les pompiers, une inflammation bronchique à l'origine d'hyperréactivité bronchique ou de troubles obstructifs (72).

Ceux-ci devraient être recherchés régulièrement.

Le problème majeur semble se situer au "déblayage". En effet, les sapeurs-pompiers ne portent que rarement l'A.R.I. au cours de cette phase, le dégagement de fumée étant rarement perceptible ; mais l'impression visuelle est trompeuse, ne préjugant en rien de la composition et de la toxicité des vapeurs résiduelles.

Enfin, l'agression répétée par le toxique pourrait entraîner une altération de la perméabilité alvéolo-capillaire (expérience sur le mouton) (93).

### 2.3.3. - Clinique

#### 2.3.3.1. - EN AIGUE

##### A - Stade précoce

Le danger des incendies est plus dû aux fumées qui se dégagent qu'aux flammes. Bien des études ont montré en effet que les morts lors d'incendies, l'étaient à cause de l'intoxication initiale et non par les brûlures (6,8,10).

Deux tableaux cliniques initiaux peuvent se rencontrer lors d'inhalation de fumées d'incendie :

- un état de mort apparente ou une insuffisance respiratoire aiguë : des mesures de réanimation d'urgence s'imposent. L'insuffisance respiratoire aiguë immédiate serait souvent fatale. Ce pronostic est quelque peu modifié par l'intervention médicale précoce. Hormis les problèmes d'intoxication et d'obstruction des voies aériennes réglés par une prompt intubation, cette détresse respiratoire est liée à des oedèmes pulmonaires de constitution très rapide volontiers abondants, noyant toutes les voies respiratoires.

- un sujet conscient sans signe de détresse patent (mais il faut se méfier car il peut y avoir aggravation après un intervalle libre).

Pour apprécier la gravité de l'inhalation, il faut toujours essayer de préciser le type de feu, le lieu (espace clos), le mode de

déclenchement, aspect de fumées et des suies, la durée d'exposition, s'il y a eu perte de connaissance initiale ou non...(19).

Les signes cliniques d'inhalation peuvent être des irritations immédiates, oculaire, ORL et trachéobronchique (toux), des crachats striés de suie, une sensation d'oppression thoracique voire une douleur rétro sternale, une dyspnée, une respiration sifflante.

Des dépôts de suies au niveau des narines, des lèvres, de la langue ainsi qu'au niveau des zones cutanées découvertes doivent être recherchés.

Des lésions associées, facteur aggravant, sont parfois présentes. Ce sont essentiellement des brûlures au niveau de la face et des voies respiratoires supérieures. Elles peuvent entraîner une détresse respiratoire par obstruction des voies aériennes hautes et basses (si un stridor est présent à l'examen précoce, il existe un risque d'aggravation rapide entre 2 heures et 12 heures). Les obstructions hautes et basses résultent de plusieurs mécanismes incluant : un oedème de la muqueuse et des escarres, une contraction du muscle lisse, une inflammation des petites bronchioles, ainsi que des troubles sécrétoires (10).

L'étendue de la surface brûlée peut majorer les troubles ventilatoires en causant une perte protéique (entraînant une diminution de la pression oncotique), une activation du complément, un recrutement de cellules de la lignée blanche dans le poumon, une augmentation de la perméabilité capillaire et le développement d'une CIVD (19,11,6,1).

Les signes auscultatoires pouvant se rencontrer sont des râles bronchiques, des sibilants témoignant d'un bronchospasme, des râles crépitants d'oedème aigu du poumon lésionnel.

Il existe parfois des signes généraux comme une cyanose, des sueurs, de la fièvre, des nausées, vomissements, une asthénie, des céphalées ou encore des troubles tensionnels.

Selon les signes d'examen associés, il est possible d'orienter vers tel ou tel type d'intoxication.

N'oublions pas que des lésions par effet de souffle peuvent se surajouter (lésions viscérales graves - blast pulmonaire - rupture tympanique) ainsi que des polytraumatismes (6).

## B - Complications/Evolution

Passée la phase initiale marquée sur le plan fonctionnel, le plus souvent, par un syndrome obstructif majeur entre la 9<sup>ème</sup> et 58<sup>ème</sup> heure, accompagnée d'une diminution de la capacité vitale forcée (CVF), du volume expiratoire maximal seconde (VEMS) et du coefficient de Tiffeneau (VEMS/CVF), ces altérations tendent à se normaliser progressivement pour retrouver des valeurs normales à partir (environ) du 5<sup>ème</sup> mois.

Mais, des complications précoces pulmonaires sont à redouter. L'OAP toxique lésionnel en est l'élément essentiel :

- soit OAP de constitution plus ou moins rapide après épisode initial de suffocation.

- soit forme suraigüe par exposition massive, bronchospasme asphyxique avec oedème laryngé et/ou détresse respiratoire aigüe (SDRA) évoluant très rapidement vers l'état de choc et la mort par défaillance cardio-respiratoire.

De façon un peu plus retardée, la survenue d'un SDRA n'est pas exceptionnelle. Il survient surtout du fait des lésions d'inhalation associés à des brûlures cutanées graves. La survenue d'un sepsis en est souvent le facteur déclenchant. A notre connaissance, aucun examen ne permet actuellement de distinguer parmi les victimes de fumée d'incendie, celles qui évolueront vers le SDRA.

L'OAP de survenue plus tardive (48-72 heures) a un pronostic moins sombre lorsque des brûlures sont présentes. La participation hémodynamique est non négligeable et aggrave le pronostic.

Par ailleurs, une bronchopneumonie à germe gram - peut survenir à parti du 5<sup>ème</sup> - 7<sup>ème</sup> jour environ, par colonisation des lésions broncho-pulmonaires (favorisée par l'intubation, les sécrétions qui stagnent, les lésions de la muqueuse, une possible diminution des macrophages alvéolaires et des polynucléaires neutrophiles).

Les complications tardives, au delà du 5<sup>ème</sup> mois, semblent rares comme en témoigne le peu de publication. Nous retrouvons :

- des symphyse cicatricielles de l'orifice glottique.
- rarement des sténoses trachéales.
- des polypes de la trachée et des bronches, séquelles tardives de lésions d'inhalations, mais ces lésions étant souvent sans conséquences,

leur fréquence est peut-être sous-estimée (19).

- des bronchiolites oblitérantes et des sténoses bronchiques pouvant entraîner des bronchectasies secondaires.

- de l'emphysème pulmonaire.

- des anosmies.

- une hyperréactivité bronchique non spécifique peut faire suite à un SDRA et peut persister des mois voir des années.

- une insuffisance respiratoire chronique peut être rencontrée après un SDRA. Les lésions anatomiques sont des bronchiectasies, une bronchiolite et/ou une fibrose (1).

Ceci est peu fréquent, mais l'exposition aux fumées de combustion des matériaux synthétiques et aux oxydants semblent favoriser leur survenue (30).

Au total : Les fumées d'incendie sont responsables d'un syndrome toxique associé à des lésions pulmonaires qui doivent être recherchées de partie pris.

Le risque précoce majeur est la survenue d'une détresse respiratoire par oedème pulmonaire ou par bronchopneumopathie obstructive et infectieuse ; secondairement, il existe un risque de survenue de syndrome obstructif bronchiolaire évoluant vers l'insuffisance respiratoire chronique progressivement aggravée.

Par bien des aspects, l'évolution des lésions demeure inconnue rendant indispensable des études ultérieures.

En effet, si les complications tardives par lésions d'inhalation sont rares, elles doivent être recherchées par une surveillance au long cours comprenant un examen clinique, une exploration fonctionnelle respiratoire avec recherche d'hyperréactivité bronchique.

#### 2.3.3.2. - EN CHRONIQUE

Les effets pulmonaires de l'exposition chronique à des fumées d'incendie sont très discutés.

Certains auteurs ont mis en évidence une altération de la fonction ventilatoire alors que d'autres ne retrouvent pas d'anomalies significatives.

Il est certain que ces différentes études sont difficilement comparables, car il aurait fallu savoir à quelle sorte de feu les sujets avaient été exposés, quel nombre de feux avaient été combattus, quel type d'ARI était porté et s'il y avait respect du port de l'ARI et quelle avait été la durée du service... Ces paramètres devraient être en tout point semblables (7).

Néanmoins, il semble que l'exposition chronique à des toxiques (essentiellement les vapeurs corrosives), puissent entraîner une installation progressive de bronchite chronique "chimique" due à leur dépôt dans l'arbre trachéobronchique. Deux formes sont décrites qui ne sont pas forcément des stades successifs :

- une bronchite chronique simple qui résulte de l'atteinte des grosses et moyennes bronches, siège d'une hyperplasie glandulaire à l'origine d'une augmentation permanente de la sécrétion bronchique, d'où une toux productive quotidienne au moins 3 mois par an, sans dyspnée. L'auscultation pulmonaire peut être normale. Les EFR sont normaux (le tabagisme est à l'évidence un facteur confondant).

- une bronchite chronique obstructive qui provient de lésions structurales des petites voies aériennes (diamètre  $< 2$  mm) siège d'une inflammation (92).

Il existe un trouble ventilatoire obstructif permanent avec dyspnée d'effort puis de repos. A l'auscultation, présence éventuellement de ronchus et/ou sibilants (1).

Aux EFR un syndrome obstructif est retrouvé avec un Tiffeneau abaissé et plus ou moins sensible aux bronchodilatateurs.

#### 2.3.4. - Examens complémentaires

A de rares exceptions près, les toxiques systémiques sont différents des toxiques pulmonaires et leur étude séparée est possible. Mais une intoxication systémique grave et presque toujours associée à une atteinte pulmonaire.

L'exposition à des incendies entraîne, en fait, des phénomènes de poly-intoxication.

Différents examens peuvent être réalisés lors d'inhalation de fumée d'incendie. Ils seront pratiqués en fonction de chaque cas.

#### 2.3.4.1. - Biologie sanguine (19,47,33)

Dans l'absolu des prélèvements sanguins devraient être faits sur les lieux même du sinistre, permettant ainsi une estimation plus juste de certaines intoxications.

- une numération formule sanguine.
- des gaz du sang (Remarque : il faut savoir qu'une acidose métabolique est souvent retrouvée, elle peut être un signe d'inhalation de fumées, mais aussi, chez le brûlé il peut s'agir d'une hypoperfusion tissulaire).
- un dosage d'HbCO.
- un dosage d'acide cyanhydrique sanguin.
- un dosage des lactates plasmatiques.
- une recherche de méthémoglobinémie.
- un dosage de l'enzyme de conversion sérique : pourrait être pour certains auteurs un bon témoin de l'atteinte parenchymateuse. La présence d'une brûlure majeure en modifie également le taux. Ce dosage n'est pas systématique.

#### 2.3.4.2. - Radiographie thoracique (1,19,90)

Elle peut être normale puis secondairement des modifications peuvent survenir. Les anomalies les plus fréquentes sont des images d'oedème interstitiel avec un fou périvasculaire et un manchon péribronchique, d'oedème alvéolaire avec au maximum un poumon blanc. L'élargissement du pédicule vasculaire précède l'oedème. Des images d'atélectasies systématisées sont rares d'emblée et se voient plutôt chez l'enfant.

#### 2.3.4.3. - Epreuve fonctionnelle respiratoire (EFR) (1,19,98)

Elle n'est réalisable que chez un sujet coopérant, peu brûlé de la face.

Elle comporte habituellement :

- un examen spirométrique avec mesure de la capacité vitale et du VEMS.
- un enregistrement de la courbe débit-Volume avec mesure des débits 25-75, 50 et 25.

- une mesure de la résistance des voies aériennes par pléthysmographie.
- une mesure de transfert de l'oxyde de carbone.

Des études de la fonction respiratoire à court terme, moyen terme et long terme ont été réalisées et seront examinées dans la discussion de ce travail. Une EFR normale semble exclure un problème d'inhalation importante. Ce serait pour certains un test discriminatif. On peut, par ailleurs avoir d'emblée des signes d'obstruction ou de restriction. Le VEMS et les débits expiratoires à 25,50, et 75 pour cent de la capacité vitale sont les premiers affectés.

#### 2.3.4.4. - Bronchofibroscopie (10,19,33,76)

Elle devrait être à l'heure actuelle largement prescrite. C'est un geste à la fois diagnostique et thérapeutique. Elle permet de visualiser :

- le niveau de l'atteinte respiratoire
- le type de lésions

On retrouve :

- . des lésions extramuqueuses : il s'agit de suie essentiellement ou de sécrétions épaisses avec pseudomembrane ; Le bombement de la face postérieure de la trachée est un signe précoce.

- . des lésions muqueuses : 3 profondeurs
  - hypersécrétion, oedème,
  - hémorragie, ulcération, phlyctène,
  - nécrose.

- . des phénomènes bronchoplégiques très précoces et intenses.

Elle peut permettre la désobstruction l'intérêt du lavage bronchique précoce n'a jamais été formellement démontré. Par analogie avec les brûlures chimiques cutanées, il est licite de penser que celui-ci limite la libération des toxiques par les suies et en diminue l'action caustique. Au stade précoce, la muqueuse peut avoir un aspect faussement normal les lésions se constituant progressivement. Un pronostic ne peut être avancé que lors d'un deuxième examen 24 heures plus tard. Certains

auteurs ont tenté de visualiser l'hyperperméabilité pulmonaire par l'administration de vert d'indocyanène et par l'étude spectrophotométrique des lavages alvéolaires. La cytologie du liquide de lavage alvéolaire montre un afflux leucocytaire.

#### 2.3.4.5. - Scintigraphie au Xénon 133

C'est un complément de la fibroscopie bronchique. Elle permet la visualisation des lésions parenchymateuses. C'est un examen peu effectué en France. Elle semble critiquable essentiellement par le fait que, chez le grand brûlé, des anomalies ont été décrites en dehors de toute lésion pulmonaire (19).

#### 2.3.4.6. - Tomodensitométrie

Si elle est possible, elle peut montrer l'inhomogénéité de la ventilation et l'épaississement des parois bronchiques (19).

#### 2.3.5. - Principe de traitement (1,6,10,11,19)

L'élément essentiel est la lutte contre l'hypoxie.

En effet, celle-ci guette la victime qui a inhalé des fumées. Ceci par chute de la FiO<sub>2</sub> de l'air inspiré, par troubles de l'échangeur pulmonaire, par diminution du transport de l'O<sub>2</sub> et par défaut d'utilisation cellulaire.

Il faut donc :

- Améliorer la ventilation :

- \* L'oxygénation débute dès la prise en charge de la victime.
- \* Une surveillance hospitalière est préconisée, car parfois, les symptômes sont retardés.
- \* La personne est installée semi-assise.
- \* L'air inspiré est humidifié.
- \* Il peut être fait appel à un kinésithérapeute pour améliorer le drainage pulmonaire.
- \* Des drogues bronchodilatatrices sont utilisées si nécessaire.

- \* Des méthodes de réanimation plus particulières sont utilisées en fonction de l'état du malade (intubation prophylactique, trachéotomie, ventilation en pression positive continue ou intermittente...).
- \* La modulation de la réaction inflammatoire est actuellement en cours d'étude. Les effets expérimentaux bénéfiques de l'Ibuprofen ont été signalés par certains auteurs;
- \* Les Corticoïdes : chez l'homme, on constate généralement lors de l'utilisation, une augmentation des pneumopathies et des septicémies. Il n'y a en fait aucune amélioration ventilatoire. C'est pourquoi l'utilisation de corticoïdes n'est pas souhaitable. Leur emploi ne semblerait justifié que lors d'inhalation de dioxyde d'azote ou de très importantes obstructions respiratoires hautes ou basses.

- Mettre en route un traitement adapté au type d'intoxication suspecté :

\* pour la CO : c'est l'oxygénothérapie.

\* pour l'HCN : certains auteurs préconisent l'utilisation précoce de l'hydroxocobalamine (existe en Kit) ou du thiosulfate de Sodium. Ce sont les antidotes qui présentent le moins d'effets secondaires ; ils n'induisent pas notamment de méthémoglobinémie. Mais, là encore, c'est l'oxygénothérapie qui est primordiale.

\* pour les vapeurs nitreuses : éventuellement du bleu de méthylène en injection intra-veineuse si une méthémoglobinémie est retrouvée.

- Maintenir la perfusion :

Cela est plus facile chez les victimes de fumées isolées. La séquestration intra-pulmonaire entraîne une hypovolémie facilement compensée. Par contre, s'il y a association avec des brûlures, cela crée une situation très particulière où le remplissage vasculaire doit être particulièrement bien surveillé. La crainte d'ajouter un facteur hémodynamique à l'œdème lésionnel doit rendre prudente l'évaluation des quantités de liquide à apporter.

- Eviter et traiter l'infection :

Un nursing soigneux et une kinésithérapie ventilatoire sont indispensables pour prévenir l'infection.

Aucune antibiothérapie n'est souhaitable d'emblée. Elle sera adaptée aux résultats bactériologiques obtenus par bronchofibroscopies répétées. Celles-ci permettent un drainage et la surveillance des lésions, mais aussi, un lavage alvéolaire et un brossage bronchique.

L'infection générale est redoutable, car c'est souvent une endotoxémie qui précipite l'évolution vers le S D R A.

# **SECONDE PARTIE**

**Enquête Epidémiologique**

# **CHAPITRE 1**

Présentation

### 1.1. - Objectifs de l'enquête

Le département de Pathologie Professionnelle et de l'Environnement du CHU de Limoges s'est intéressé à la pathologie respiratoire des sapeurs-pompiers.

Cette étude a été réalisée conjointement avec le service d'Explorations Fonctionnelles Respiratoires et de Pneumologie.

Le travail effectué se proposait de répondre aux objectifs suivants :

- étudier la prévalence de certains symptômes et affections respiratoires.
- évaluer la prévalence du tabagisme.
- objectiver les déficits de la fonction respiratoire grâce à la réalisation d'épreuves fonctionnelles.
- quantifier le temps d'exposition aux risques professionnels.
- tenter de rechercher une relation entre l'état respiratoire et l'importance de l'exposition.

### 1.2. - Population, matériel et méthode

#### 1.2.1. - La population

. Les sapeurs-pompiers de Limoges sont 162, repartis sur trois casernes. Il s'agit de sapeurs, de sous-officiers et d'officiers.

L'information pour participer à l'enquête leur a été préalablement dispensée : 129 sapeurs-pompiers ont accepté cette enquête.

Notre mode de recrutement était basé sur le volontariat.

. Les témoins ont été recrutés parmi le personnel du CHU : 31 volontaires ont été retenus. Il s'agit de 31 hommes (infirmiers, techniciens de laboratoire, aides soignants, personnel administratif, pharmaciens, médecins).

### 1.2.2. - Matériel utilisé

#### A - Le questionnaire respiratoire :

Il s'agit d'une version modifiée du questionnaire approuvé au Royaume-Uni par le Comité of Research into Chronic Bronchitis du Medical Research Council.

Son objet est de fournir des données aussi objectives que possible sur les problèmes respiratoires des travailleurs exposés.

Le questionnaire comprend des renseignements généraux (âge, taille, poids) et des renseignements plus spécifiques :

- sur la toux l'expectoration, la dyspnée, la douleur thoracique.
- sur le tabagisme avec estimation de la consommation en années-paquets.
- sur les antécédents cardio-respiratoires et allergiques.
- sur la vie et les antécédents, professionnel du sujet années d'exposition, intoxications hospitalisées ou non au cours de la carrière, spécialisation).
- sur les antécédents allergiques familiaux.

#### B - Les épreuves fonctionnelles respiratoires :

##### a - L'appareil utilisé

Le Flowmate Jaeger (société Hellige) est un appareil portable muni d'un pneumotachographe chauffé, type "Lilly" (tamis métallique percé de petits trous).

Les débits sont mesurés et, par intégration, on obtient les volumes.

- gamme de mesure : +/- 0,02 à 20l/seconde
- sensibilité : 0,2 ml/seconde soit 10 ml/minute
- précision : +/- 2 % de la mesure
- système d'unité = SI/BTPS.

C'est un appareil d'utilisation simple qui permet l'impression des données et des graphes par l'intermédiaire d'une imprimante intégrée à l'appareil.

#### b - Les tests pratiqués

. Des manoeuvres d'expiration forcée ont permis d'étudier pour chaque sapeur-pompier :

- la capacité vitale forcée (CVF) : c'est le plus grand volume d'air mobilisé entre une inspiration forcée et une expiration forcée,

- le volume expiratoire maximal seconde (VEMS) : c'est le volume d'air rejeté dans la première seconde d'une expiration forcée (figure 4),

- le débit médian entre 25 et 75 % de la capacité vitale (DEM 25-75) (figure 5),

- une courbe débit-volume : il s'agit d'un enregistrement du débit instantané en fonction du volume pulmonaire. Lors de l'expiration forcée, le débit s'élève très rapidement jusqu'à une valeur dite "débit de pointe", puis il diminue progressivement jusqu'à la fin de l'expiration. On mesure alors les débits expiratoires à 50 % (DEM 50 ou V 50), et à 25 % (DEM 25 ou V 25 de la capacité vitale.

La figure 6 expose la représentation graphique d'une obstruction périphérique et d'une obstruction globale.

#### 1.2.3. - La méthode

##### . Déroulement de l'enquête

Nous avons réalisé cette étude de novembre 93 à Février 1994. Le questionnaire et les épreuves fonctionnelles respiratoires ont été effectués dans un local mis à notre disposition à l'intérieur de chaque caserne.

L'enquête s'est étalée sur plusieurs mois du fait de la particularité professionnelle. En effet, le taux de présence journalier dépendait du nombre d'intervention et de l'activité obligatoire quotidienne pour chaque équipe de garde.

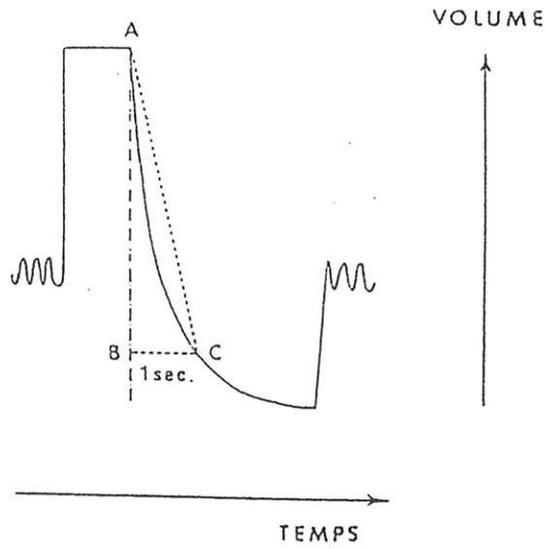


Figure 4 : Représentation du VEMS

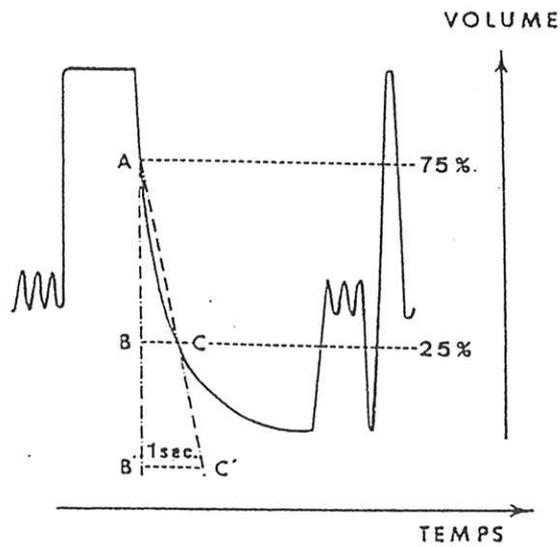
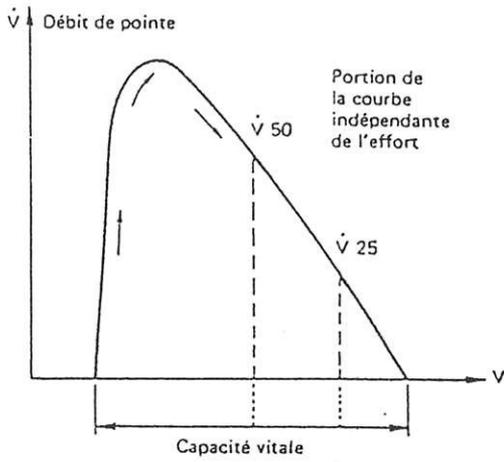
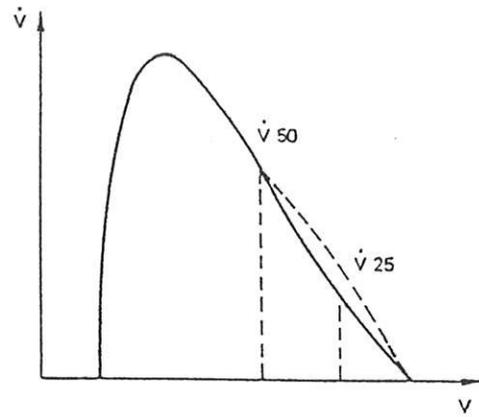


Figure 5 : Représentation du DEM 25-75

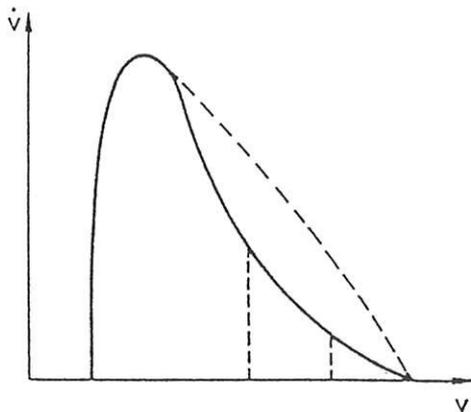
Figure 6 : Courbes débit-volume



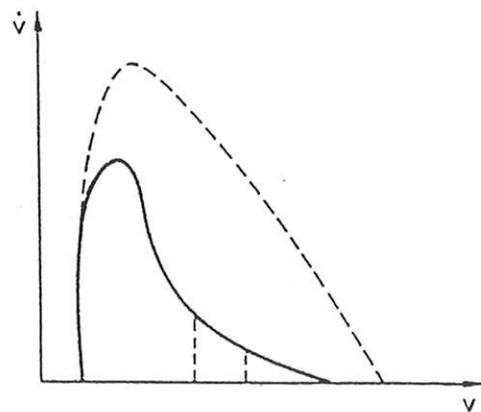
Courbe débit volume  
expiratoire normale



Trouble obstructif  
périphérique



Trouble obstructif  
périphérique



Trouble obstructif  
global

Chaque sapeur-pompier répondait au questionnaire posé par le médecin.

L'EFR était pratiquée toujours par le même opérateur.

Un protocole identique d'exécution était toujours respecté : le sujet était assis et portait un pince nez.

Trois courbes débit-volume étaient généralement effectuées (plus besoin). Le contrôle visuel jugeait de la bonne collaboration du sujet et de la bonne réalisation des courbes.

## . Sélection et interprétation des courbes

### . L'interprétation

Trois courbes débit-volume bien réalisées ont été examinées pour chaque sujet.

L'identification de la meilleure courbe est une difficulté réelle car l'une peut avoir la meilleur CVF, et l'autre, le meilleur VEMS ou débit de pointe.

Le contrôle visuel est aussi indispensable pour juger de la collaboration du sujet et de la bonne réalisation de la courbe. Une étude de la qualité de la courbe (examen morphologique), a été systématiquement pratiquée.

Les courbes "suspectes" ont été éliminées.

Ainsi les courbes retenues sont reproductibles. La courbe choisie est celle qui a la meilleure somme CVF + VEMS (critère ATS).

Les normes de référence sont celles de la CECA 1983 (Communauté européenne du Charbon et de l'Acier ) , calculées en fonction du sexe, de l'âge et de la taille pour les données suivantes : VEMS, CVF, DEM 25-75, DEM 50, DEM 25.

Il n'existe pas de normes pour le rapport VEMS/CVF et cette norme a été calculée à partir des normes du numérateur et du dénominateur.

La limite inférieure de la normale retenue est : la valeur moyenne - 1,64 S (S=écart type).

Cette limite inférieure est celle qui est actuellement préconisée. En pratique, elle est interprétée en pourcentage par rapport à la moyenne (Tableau II)

Tableau II : limite inférieure de la CECA

INDICES EFR	HOMMES	
CVF = théorique	- 1 l/s	79 %
VEMS = théorique	- 0,84 l/s	79 %
VEMS/CV = théorique	- 11,75 %	86 %
DEM 25-75 = théorique	- 1,71 l/s	61 %
DEM 50 = théorique	- 2,16 l/s	58 %
DEM 25 = théorique	- 1,28 l/s	45 %
Pour l'homme de 40 ans		

Dans notre étude, cette limite inférieure de la normale est acceptable pour CVF (80 %) VEMS ( 80 %), Tiffeneau ( 87 %) mais peut paraître basse pour DEMS 25-75 ( 62 %) DEM 50 ( 55 %) et DEM 25 ( 45 %) d'où l'intérêt de comparer à des témoins.

. Le diagnostic du trouble ventilatoire obstructif

\* Le syndrome obstructif est défini par :

- une diminution du VEMS
- un rapport de tiffeneau (VEMS/CV), abaissé
- une diminution du DEM 25-75
- une diminution du DEM 50 et du DEM 25

L'existence concomitante d'une symptomatologie clinique de bronchite chronique et d'altération des indices d'obstruction définit la bronchite chronique obstructive. Elle traduit une obstruction permanente des voies aériennes pouvant évoluer vers l'insuffisance respiratoire chronique.

Le dépistage précoce d'une obstruction bronchique dans une étude épidémiologique est difficile :

- Soit on utilise un indice à haute valeur prédictive, le Tiffeneau, mais alors, le diagnostic est tardif.

- Soit on utilise un autre indice plus sensible (le DEM 25-75 ou le DEM 50), mais alors, la valeur prédictive de cette obstruction n'est pas certaine.

Ces critères (DEM 25-75, DEM 50 ou DEM 25), sont indépendants de l'effort et explorent de façon spécifique les petites voies aériennes. Ils sont modifiés avant l'atteinte du Tiffeneau et permettent un dépistage précoce et une action préventive avant que n'apparaisse une pathologie bronchique sévère.

La répétition dans le temps d'épreuves fonctionnelles respiratoires permet de détecter un processus pathologique, devant une diminution significative des paramètres mesurés, même si ceux-ci restent supérieurs à la normale.

Par convention "le syndrome obstructif global" correspond à une obstruction préférentielle des voies aériennes centrales avec diminution du VEMS et du Tiffeneau.

Nous appellerons "obstruction périphérique", une diminution exclusive significative du DEM 25-75, et des DEM 50 et DEM 25.

\* Le syndrome restrictif est objectivé par une diminution de la CVF (inférieure à la limite fixée par la CECA) avec un Tiffeneau dans les limites de la normale.

### 1.3. - Analyse statistique

. Tout d'abord, un déroulement simple a été effectué pour les critères et les symptômes retenus dans l'étude.

Ceci permet d'avoir sur l'échantillon de population une prévalence des symptômes et des troubles fonctionnels respiratoires.

Les valeurs quantitatives sont exprimées en moyenne plus ou moins l'écart type.

. Les moyennes présentées ont été calculées à l'aide du logiciel "STATVIEW".

Les valeurs des deux populations (Témoins, sapeurs-pompiers) ont été analysées par un test t de STUDENT pour séries non appariées en bilatéral.

Nous avons tenu compte des variables tabac-non tabac en utilisant une analyse factorielle à deux facteurs à l'aide du logiciel "ANOVA".

Pour tous les calculs, un seuil de significativité a été retenu pour un  $p < 0,05$ .

## **CHAPITRE 2**

Résultats

## 2.1. - Analyse descriptive de la population et des symptômes

### 2.1.1. - La population

#### — Les Sapeurs-Pompiers

- 129 personnes ont participé à l'étude soit 79,6 % de l'effectif total des sapeurs-pompiers professionnels.

- 122 EFR ont été retenus soit 95 %, 7 personnes (5 %) ont été exclues du fait de la mauvaise réalisation des EFR.

- la population étudiée est exclusivement masculine.

La moyenne d'âge est de :  $37,6 \pm 9,1$  ans (estimés entre 21 et 60 ans).

Tableau III : Répartition par tranche d'âge

20 - 30 ans	30 - 40 ans	40 - 50 ans	50 ans
21,7 %	31,8 %	36,4 %	10,1 %

. Le poids moyen est de  $75,9 \pm 9,5$  kilos pour une taille moyenne de  $175 \pm 6,2$  centimètres.

L'indice de Quetelet permet d'apprécier la surcharge pondérale par le calcul du rapport P/T<sup>2</sup>.

On obtient une moyenne de  $24,8 \pm 2,6$ . Notre population ne présente donc pas de surpoids selon cet indice (Surpoids si rapport P/T<sup>2</sup> > 26 pour les hommes).

. La prévalence de la consommation tabagique est de 35,5 %. La moyenne des années-paquets est de  $19,7 \pm 6,9$ .

— Les caractéristiques des témoins sont répertoriées dans le tableau IV. Ils ne présentent pas non plus de surpoids selon l'indice de Quetelet.

Tableau IV : Caractéristiques générales des populations

	TEMOINS	POMPIERS	p
NOMBRE	31	129	
SEXE	Homme	Homme	
AGE (année)	41,2 ± 6,7	37,6 ± 9,1	< 0,05
TAILLE (centimètre)	176 ± 7,5	175 ± 6,2	NS
POIDS (kilo)	75,3 ± 10,4	75,9 ± 9,5	NS
P/T2 (kg/m <sup>2</sup> )	24,2 ± 2,3	24,8 ± 2,6	NS
NOMBRE FUMEURS	11 (35,5 %)	74 (57,4 %)	
NOMBRE NON-FUMEURS	20 (64,5 %)	55 (42,6 %)	
ANNEES/PAQUETS (AP)	19,72 ± 6,9	11,14 ± 7,3	< 0,05

### 2.1.2. - Caractéristiques professionnelles

#### 2.1.2.1. - Durée d'exposition

La durée moyenne du service est de 16,5 ± 8,1 ans.

27,9 % de la population se trouve dans la tranche d'exposition de 15 à 20 ans.

Tableau V : Durée d'exposition

ANNEES D'EXPOSITION	5	5 - 10	10 - 15	15 -20	20 - 25	25
% DE SUJETS	8,5 %	12,4	15,5	27,9	16,3	18,6

### 2.1.2.2. - Spécialisations

- . 9 sujets sont des plongeurs soit 7,4 % de la population.  
8 sont des ex-plongeurs soit 6,5 %.
- . 19 sujets sont des mécaniciens soit 15,6 % du total.  
3 sont des ex-mécaniciens soit 2,4 %.

### 2.1.2.3. - Intoxication professionnelle (Tableau VII)

- . Hospitalisée : 27 sapeurs-pompiers ont en au moins 1 intoxication qui a donné lieu à une consultation où une hospitalisation.  
8 d'entre eux ont eu 2 intoxications durant leur carrière.  
10 fois, cela était du à une intoxication oxycarbonnée.

Les principales intoxications sont :

CO = 11

Cause inconnue = 14

Ammoniac = 4

Au total 20,9 % des sujets ont eu une "intoxication" telle qu'il y a eu hospitalisation ou consultation médicale.

Il y a eu 35 intoxications hospitalisées soit 27,1 % pour la population ; certains sapeurs-pompiers ont été intoxiqués plusieurs fois.

. Il est comptabilisé 70,5 % d'incidents respiratoires non hospitalisés (Tableau VI).

Tableau VI : Incidents respiratoires

NOMBRE D'INCIDENTS	0	5	5 - 10	10	TOTAL
% DE SUJETS	28,7	48,8	8,5	13,2	70,5

Tableau VII : Incidents et accidents respiratoires durant le Service

DUREE MOYENNE DE SERVICE (année)	16,5 ± 8,1		
INTOXICATION HOSPITALISEE (%)	NON FUMEURS	FUMEURS	TOTAL %
	N = 18 14 %	N = 17 13,1%	N = 35 27,1 %
INCIDENT RESPIRATOIRE (%)	N = 34 26,3 %	N = 57 44,2%	N = 91 70,5 %

### 2.1.3. - Antécédents

. 39 sujets ont des antécédents d'allergie dans leur famille proche soit 30,2 %.

. Des antécédents médicaux antérieurs à l'entrée professionnelle comme sapeur-pompier sont retrouvés chez 26 sujets soit 20,1 % (tableau VIII).

. Des antécédents médicaux durant l'exercice du métier sont relevés chez 45 sujets soit 34,9 % (Tableau VIII), au total 55 % de la population a eu des problèmes médicaux au cours de son existence.

Tableau VIII : antécédents médicaux

ALLERGIES FAMILIALES	30,2 %					
ITEMS DU QUESTIONNAIRE %	ANTERIEURS A L'ENTREE COMME S-P			PENDANT LE SERVICE		
1 = blessé ou opéré à la poitrine	0,8	3,1	3,9	3,1	7,7	11
2 = troubles cardiaques	0	1,5	1,5	3,1	4,6	8
3 = bronchite	0	0	0	3,1	24	27
4 = pneumonie	0	0	0	0	0,8	1
5 = pleurésie	0,8	0	1	0	0	0
6 = tuberculose pulmonaire	0	0,8	1	0	0,8	1
7 = asthme	3,1	2,3	5,5	0,8	0	1
8 = autre(s) affections pulmonaire(s)	0	0,8	1	1,5	0,8	2,5
9 = allergie(s) diverses	6,7	6,7	13	6,7	8,5	16
	NON FUMEUR	FUMEUR	TOTAL	NON FUMEUR	FUMEUR	TOTAL
	20,1 %			34,9 %		
	55 %					

#### 2.1.4. - Métiers antérieurs

73 sujets ont eu un emploi autre que sapeur-pompier soit 56,5.

Les principaux métiers répertoriés sont : menuisier, maçon, couvreur, zingueur, plombier, porcelainier, céramiste, imprimeur, peintre bâtiment, mécanicien-carrossier, boulanger.

#### 2.1.5. - Les symptômes respiratoires

Tableau IX : symptômes respiratoires

SYMPTOMES	NON FUMEURS		FUMEURS		
	Nombre	%	Nombre	%	
TOUX	*- chronique	0	0 %	7	5,4 %
	- autres	0	0 %	10	7,7 %
EXPECTORATION	*- chronique	0	0 %	5	3,9 %
	- autres	0	0 %	5	3,9 %
DOULEUR THORACQUE	- repos	9	7 %	8	6,2 %
	- métier	1	0,8 %	2	1,5 %
DYSPNEE	- repos	0	0 %	4	3,1 %
	- métier	25	19,4 %	45	34,9 %

\* correspondant à la définition de la bronchite chronique.

#### 2.2. - Analyse des résultats des EFR

##### 2.2.1. - Comparaison globale

Les sapeurs-pompiers (S-P) et les sujets témoins sont comparables sur le plan de la taille, du poids et du rapport taille-poids qui est strictement normal dans les deux groupes.

Les témoins sont un peu plus âgés que les pompiers (41 ans contre 37 ans ) mais cette différence est faible et peut autoriser les comparaisons.

En revanche le tabagisme est beaucoup plus important chez les sujets témoins (20 AP) que chez les S-P (11 AP) : il faudra en tenir compte.

Les S-P et les témoins sont donc séparés en fumeurs et non fumeurs, ce qui répartit la population en quatre groupes :

- Pompiers fumeurs
- Pompiers non-fumeurs
- Témoins fumeurs
- Témoins non-fumeurs

Quatre comparaisons sont réalisées :

- a - Les pompiers fumeurs et les pompiers non-fumeurs

Tableau X : Comparaison Pompiers  
Fumeurs - non Fumeurs

Sapeurs-Pompiers	Non Fumeurs	Fumeurs	p
NOMBRE	48	74	
CVF	108,87 $\pm$ 11,60	107,89 $\pm$ 10,52	NS
VEMS	105,14 $\pm$ 14,4	103,67 $\pm$ 11,7	NS
TIFF	97,50 $\pm$ 7,4	96,24 $\pm$ 7,8	NS
DEM 25-75	91,39 $\pm$ 26,24	90,0 $\pm$ 25,2	NS
DEM 50	98,20 $\pm$ 28,7	97,0 $\pm$ 28,8	NS
DEM 25	83,95 $\pm$ 46,3	78,4 $\pm$ 30,8	NS
AP		11,4 $\pm$ 7,3	

Ils sont strictements comparables : ils ne présentent aucun signe de restriction ni d'obstruction (la moyenne des indices EFR est normale).

b - Les témoins fumeurs  
et les témoins non fumeurs

Tableau XI : comparaison Témoins  
Fumeurs - non Fumeurs

Témoins	Non Fumeurs	Fumeurs	p
NOMBRE	20	11	
CVF	113,24 ± 11,60	105,42 ± 14,70	NS
VEMS	113,78 ± 10,2	99,21 ± 10,2	< 0,05
TIFF	100,73 ± 5,4	94,80 ± 8,7	< 0,05
DEM 25-75	107,60 ± 17,70	83,31 ± 20,5	< 0,05
DEM 50	111,28 ± 20,9	84,56 ± 23,3	< 0,05
DEM 25	100,01 ± 23	77,27 ± 7	< 0,05
AP		19,72 ± 6,9	

Les CVF sont superposables confirmant l'absence de restriction mais tous les indices d'obstruction sont significatifs : ils sont plus abaissés chez les sujets fumeurs ce qui évoque une obstruction bronchiques modérée liée au tabac.

c - Les sapeurs-pompiers (S-P) non fumeurs  
et les témoins non fumeurs.

C'est la comparaison la plus intéressante.

- La capacité vitale forcée est un peu plus basse chez les S-P mais de façon non significative.

- Le VEMS est significativement plus abaissé chez les S-P (105 %) par rapport aux témoins (113 %) mais le rapport VEMS/CV reste non significatif entre les deux groupes. Les S-P non fumeurs ne présentent pas d'obstruction globale par rapport aux témoins non fumeurs.

- En outre une différence très significative apparaît entre le DEM 25-75 et le DEM 50 : ils sont plus abaissés chez les pompiers non fumeurs.

Un trouble obstructif périphérique peut donc être évoqué pour ce groupe.

- Le DEM 25 bien que plus bas chez les S-P n'est pas significatif mais l'écart type est très élevé : ceci confirme la grande variabilité de cet indice d'un sujet à l'autre et rend son interprétation aléatoire.

- Il n'existe pas de corrélation significative entre les années d'exposition et la diminution des indices d'obstruction aussi bien chez les pompiers non fumeurs que fumeurs.

(Fig 7 a-b-c-d-  
et fig 8 a-b-c-d)

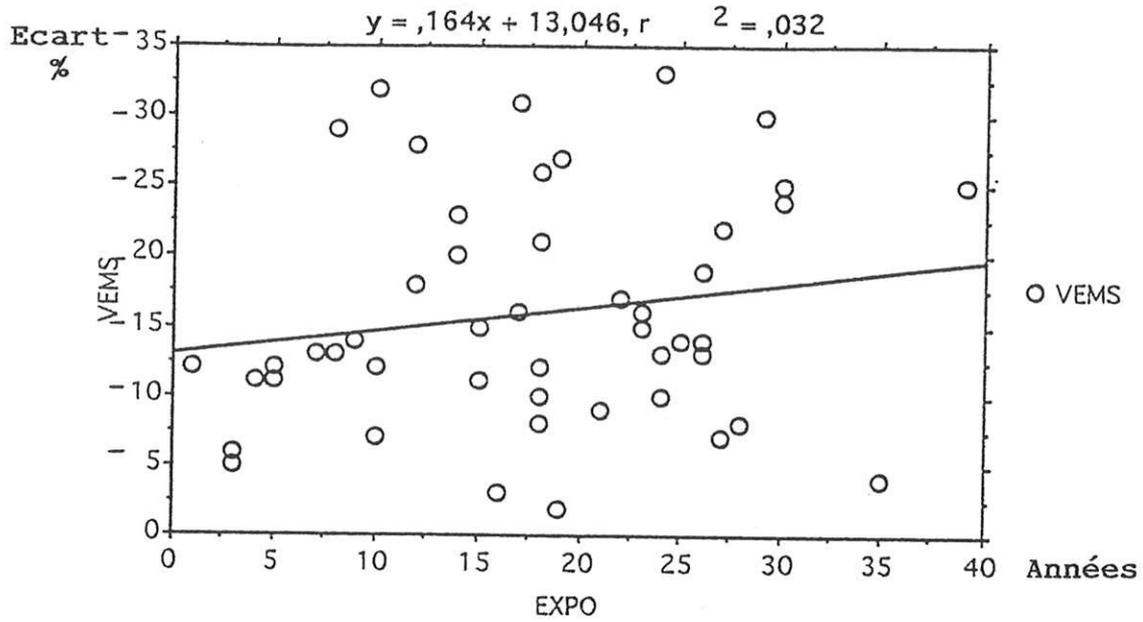


Fig 7 .a : Relation années d'exposition - indice d'obstruction chez les sapeurs-pompiers non fumeurs.

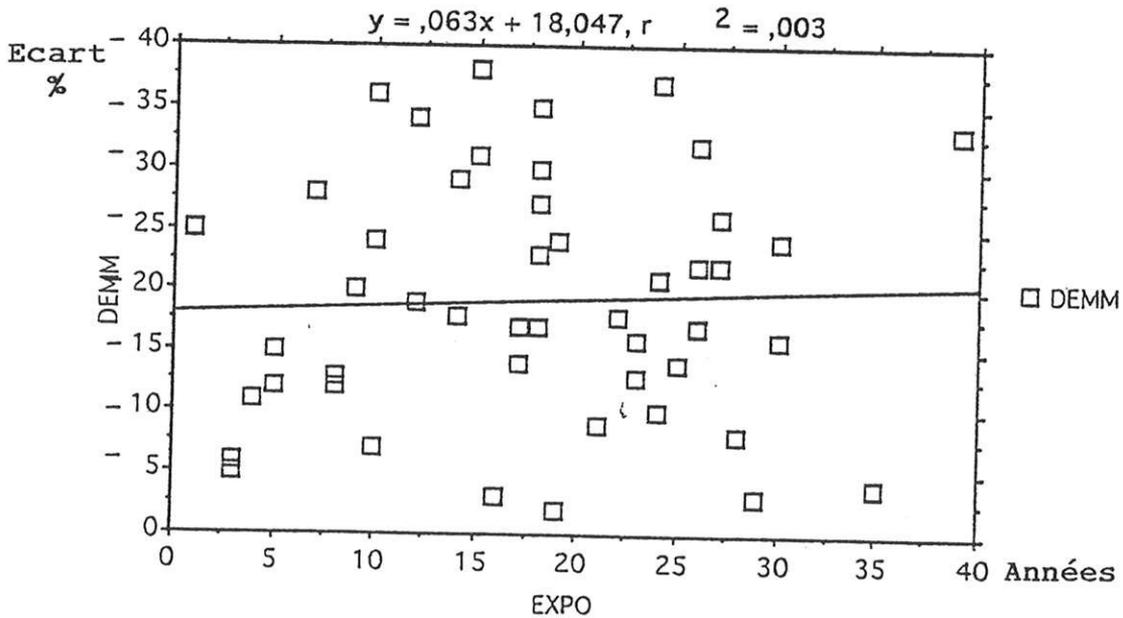


Fig 7 .b :

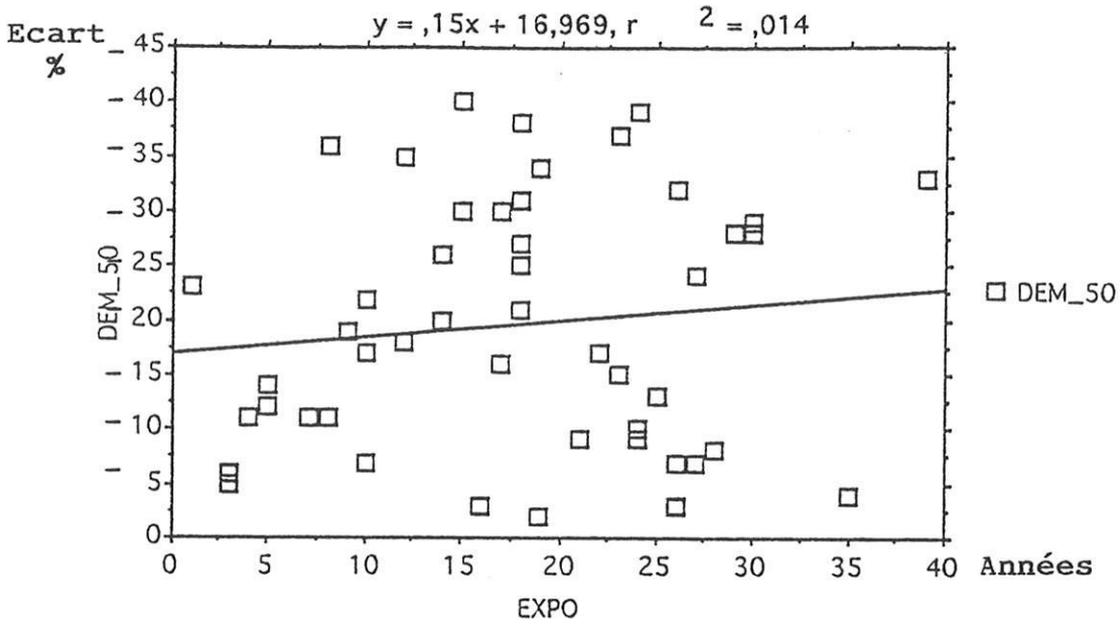


Fig 7 .c :

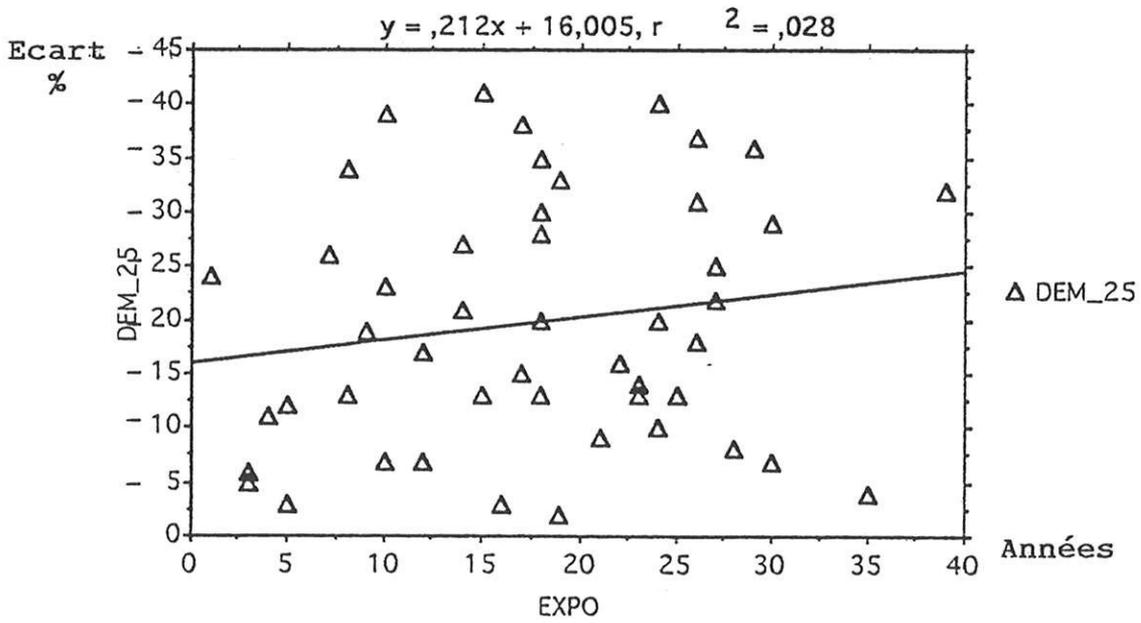


Fig 7 .d :

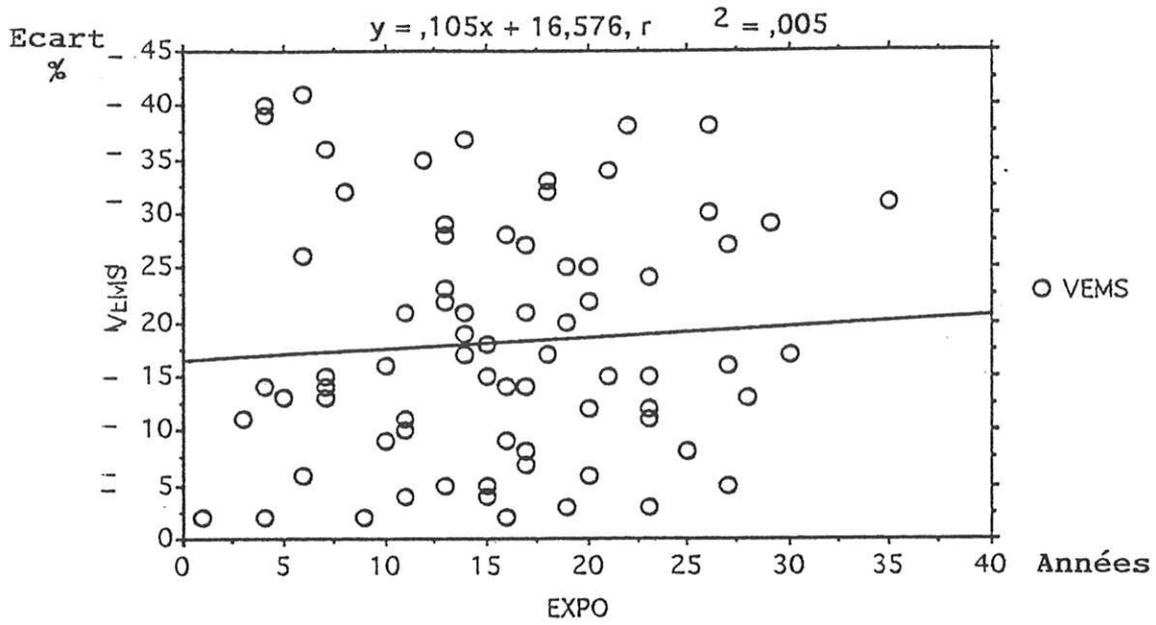


Fig 8 .a : Relation années d'exposition - indice d'obstruction chez les sapeurs-pompiers fumeurs.

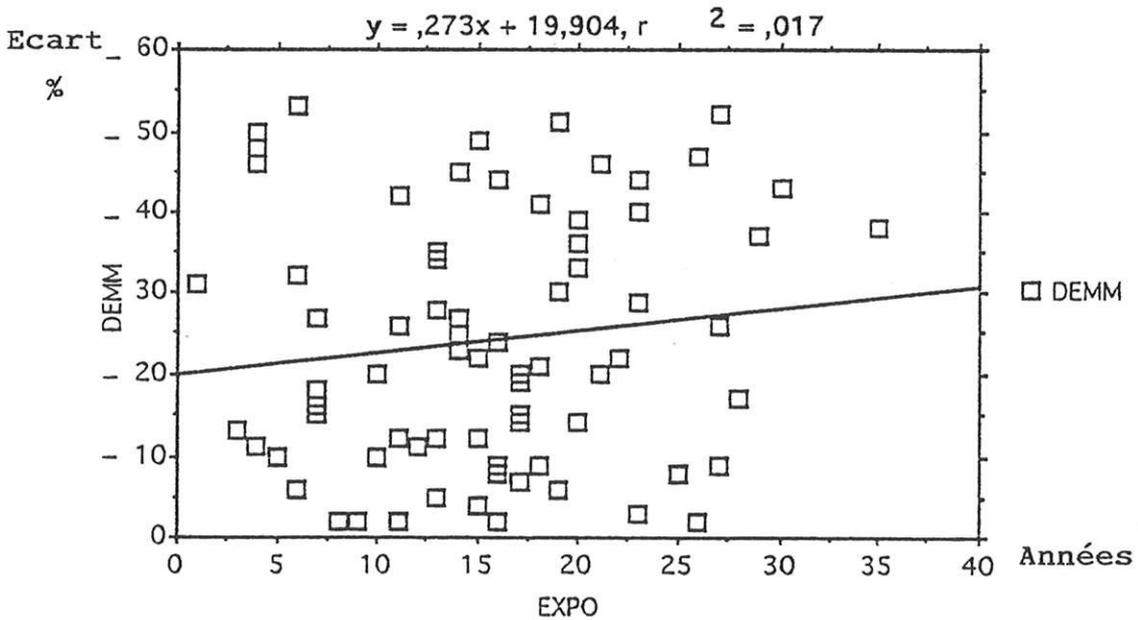


Fig 8 .b :

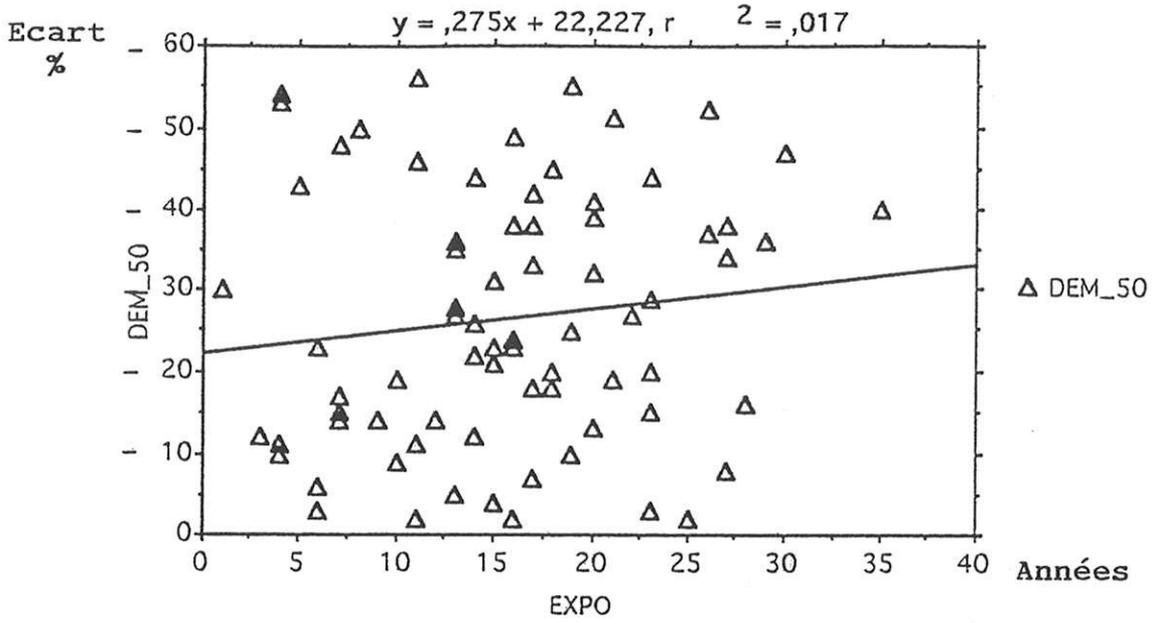


Fig 8 .c :

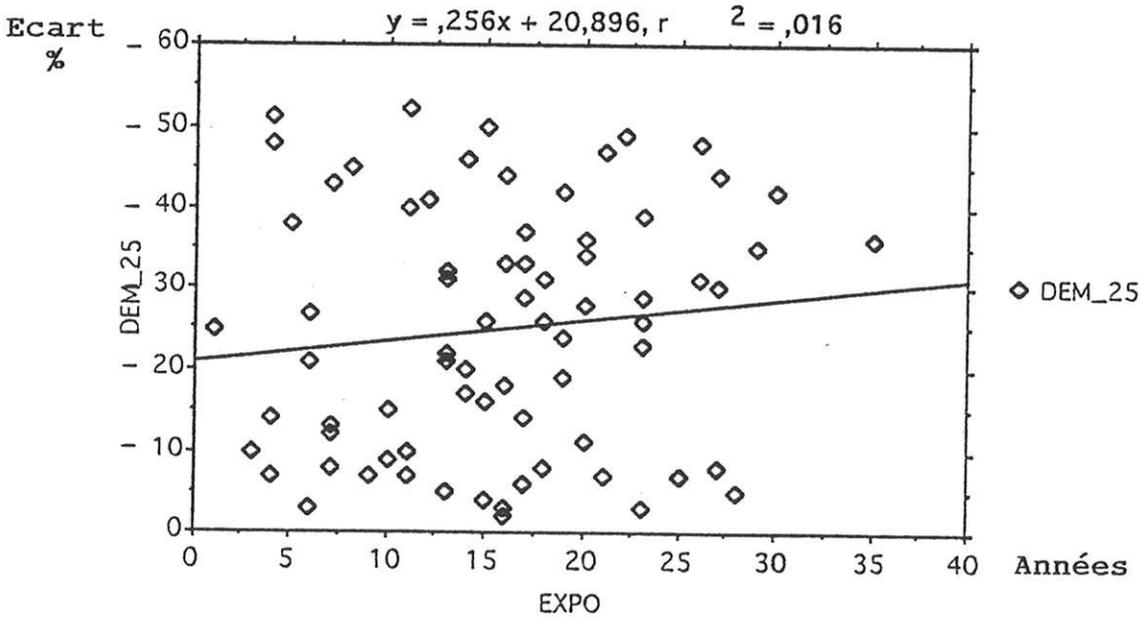


Fig 8 .d :

d - La comparaison entre les Sapeurs-Pompiers fumeurs et les sujets témoins fumeurs n'est en principe pas licite puisque le tabagisme est significativement plus important chez les témoins (20 AP) que chez les S-P (11 AP) : les pompiers fumeurs ont de façon plus ou moins significative des indices d'obstruction plus élevés que ceux des témoins fumeurs. Ils sont donc relativement moins obstructifs (Tableau XII).

Le débit 25 est plus bas chez les pompiers mais l'écart type est trop grand.

Tableau XII a

CVF	Non Fumeurs	Fumeurs	p
Pompiers	108,87 (n = 48)	107,89 (n = 74)	NS
Témoins	113,24 (n = 20)	105,42 (n = 11)	NS
	NS	NS	p

Tableau XII b

VEMS	Non Fumeurs	Fumeurs	p
Pompiers	105,14 + 14 (n = 48)	103,67 + 12 (n = 74)	NS
Témoins	113,78 + 10 (n = 20)	99,21 + 10 (n = 11)	< 0,05
	0,05	0,05	p

Tableau XII c

Tiffeneau	Non Fumeurs	Fumeurs	p
Pompiers	97,50 + 7,4 (n = 48)	96,24 + 8 (n = 74)	NS
Témoins	100,73 + 5 (n = 20)	94,81 + 9 (n = 17)	< 0,05
	NS	NS	p

Tableau XII d

DEM 25-75	Non Fumeurs	Fumeurs	p
Pompiers	91,38 + 26,24 (n = 48)	90,00 + (n = 74)	NS
Témoins	107,60 + (n = 20)	83,31 + (n = 17)	< 0,05
	< 0,05	< 0,05	p

Tableau XII e

DEM 50	Non Fumeurs	Fumeurs	p
Pompiers	98,19 + 28,7 (n = 48)	97,00 + (n = 74)	NS
Témoins	111,28 + 20,9 (n = 20)	84,56 + (n = 11)	< 0,05
	< 0,05	< 0,05	p

Tableau XII f

DEM 25	Non Fumeurs	Fumeurs	p
Pompiers	83,95 + 46 (n = 48)	78,33 (n = 74)	NS
Témoins	100,01 + 23 (n = 20)	77,27 (n = 11)	< 0,05
	NS	NS	p

### 2.2.2. - Etude individuelle

Les indices EFR sont examinés individuellement à la recherche de déficit restrictif et, plus particulièrement de troubles obstructifs.

La limite inférieure de la normale théorique - 1,64 S est retenue.

Tableau (XIII) : Etude individuelle des indices EFR

	FUMEURS n = 74		NON FUMEURS n = 48	
	Nombre sujets	%	Nombre sujets	%
CVF < 79 %	0	0	1	2 %
VEMS < 79 %	2	3 %	1	1 %
Tiffeneau < 86 %	6	8 %	1	1 %
DEM 25-75 < 61 %	8	11 %	4	8 %
DEM 50 < 58 %	8	11 %	4	8 %
DEM 25 < 45 %	6	8 %	3	6 %

a - Pompiers fumeurs

- On ne retrouve pas de syndrome restrictif
- L'étude du Tiffeneau met en évidence 6 syndromes obstructifs

soit 8 % :

4 sujets ont des altérations très modérées (VEM/CVF % = 83 - 84 %).

2 sapeurs-pompiers ont une obstruction globale significative (Tiffeneau % = 69 et 70) ce qui correspond aux deux VEMS abaissés.

- L'étude des DEM 25-75 et DEM 50 indique 8 obstructions périphériques dans lesquelles sont incluses les 4 obstructions globales. Il n'y a donc, en fait, que 4 obstructions périphériques seules.

Le DEM 25 ne recrute que 6 obstructions mais ceci certainement en raison de sa réalisation aléatoire.

b - Pompiers non fumeurs

- Un seul sapeur-pompier présente un syndrome restrictif avec une CVF à 72 ainsi qu'une obstruction globale (Tiffeneau = 70 %).

- Le DEM 25-75 et le DEM 50 objectivent 3 obstructions périphériques (l'obstruction globale étant exclue).

## **CHAPITRE 3**

Discussion

### 3.1. - Population et symptômes

#### 3.1.1. - Population

. La majorité des pompiers a accepté l'enquête. En effet sur 162, 129 ont participé. L'âge moyen est de 37,6 ans. On compte une majorité de sapeurs-pompiers dont l'âge est inférieur à 45 ans.

. Cependant les pompiers qui ont refusé l'enquête étaient en majorité les plus âgés. Cela constitue un biais de recrutement car ce sont eux qui ont été les plus exposés et une relation entre la diminution de la fonction ventilatoire et le nombre d'années d'exposition est reconnue (5).

. L'indice taille poids est identique à celui de la population témoin, il n'y aurait donc pas d'obésité mais si l'on examine le rapport P/T2 individuel on s'aperçoit que certains S-P ont un indice bas et d'autres élevés. Un déséquilibre alimentaire pourrait être à l'origine de certaines anomalies de l'indice de Quetelet. Les conseils hygiéno-diététiques déjà entrepris par le médecin du travail devront être poursuivis, associés à un entraînement physique régulier.

. Le tabagisme paraît important chez les pompiers 57,4 % fument mais ceci correspond exactement au tabagisme de la population générale des hommes entre 16 et 39 ans (42).

Un nombre d'années-paquets relativement bas (11 AP) peut être expliqué par une moyenne d'âge jeune de la population de sapeurs-pompiers.

Beaucoup de sujets fument mais en faible quantité.

En revanche comme cela a été vu, les témoins recrutés dans un Centre Hospitalier Universitaire et pour un âge à peu près comparable ont une consommation tabagique moyenne presque double (20 années-paquets) : plusieurs études ont reconnu un tabagisme important chez les infirmiers et les médecins (32).

### 3.1.2. - Activité professionnelle

. La durée moyenne du service est de 16 ans donc notre population est en moyenne à mi-carrière. Il y a en fait 63 % des sujets qui ont travaillé plus de 15 ans.

. Cette étude pourrait être un indice de prévalence de troubles respiratoires à mi-carrière.

. Les intoxications professionnelles

Elles sont différenciées en incidents et accidents respiratoires.

\* On note une très forte proportion d'incidents : 70,5 % des sujets ont eu un "problème" ventilatoire au cours d'interventions ou d'entraînements pour les plus âgés dans "les caves à fumée".

En effet, il était utilisé des lieux clos dans lesquels on faisait brûler des matériaux divers (bois, caoutchouc,...) pour créer une ambiance représentative des interventions. Les sapeurs-pompiers effectuaient un parcours avec des obstacles sans aucune protection respiratoire dans le milieu enfumé.

Ces entraînements étaient hebdomadaires (parfois plus fréquents) et ont été abandonnés progressivement à la fin des années 60. Environ 20 % des sapeurs-pompiers ont connu ce type d'exposition. Actuellement on utilise des "caves à fumée" standardisées où tout danger d'intoxication est écarté (Fumigène non toxique, port de l'ARI).

Il n'y a plus à l'heure actuelle de "cave à fumée" à Limoges, mais lors de réorganisation de l'entraînement il pourrait être envisagé l'aménagement d'un local avec les moyens techniques adaptés actuels.

L'item incident a pu être considéré par certains comme un phénomène "normal" lié à l'exercice du métier de sapeur-pompier. Une sous-estimation est possible. Par ailleurs, l'estimation du risque pour la santé est variable suivant les individus. Des incidents ont pu être de véritables intoxications.

\* 27 % des sujets ont présenté une intoxication qui a donné lieu à une hospitalisation.

Tous les sujets ont été hospitalisés pour moins de 48h : nous ne retrouvons aucune intoxication grave.

Le CO est l'élément majeur reconnu à l'origine des troubles ayant nécessité une intervention médicale. Dans notre étude les sujets qui ont exercé à la BSPP (Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris) étaient au moindre doute dirigés vers une structure Hospitalière pour un contrôle de l'HbCO et une radiographie pulmonaire : des intoxications sans signe clinique ont été ainsi dépistées et représentent la majorité des intoxications répertoriées dans cette enquête.

De ce fait, les intoxications aux CO pourraient être sous estimées en l'absence de bilan systématique.

Des expositions à des fumées d'incendie ont entraîné des manifestations cliniques qui ont nécessité une hospitalisation. Il n'a pas pu être identifié de cause précise. Des vapeurs irritantes nous semblent être à l'origine d'une majorité de ces cas.

### 3.1.3. - Antécédents

. L'allergie familiale est retrouvée chez 30,2 % ce qui est en corrélation avec les publications (allergies cutanées et respiratoires confondues) (20).

. 5,5 % des sujets ont présenté un asthme dans l'enfance ; ils n'ont pas de syndrome obstructif. L'asthme a complètement disparu. Cette prévalence est comparable à celle retrouvée dans la littérature (20).

On trouve 1 seul sujet qui a développé une allergie au venin de guêpe qui évolue sous forme d'asthme modéré. Ce sujet est traité. Le jour de l'EFR il ne recevait pas de médicament. L'examen était strictement normal.

. 27 % des SP présentent des bronchites mais ce sont des fumeurs. Les non fumeurs n'en décrivent pas. L'influence du tabagisme semble prépondérante.

. On retrouve 11 % de fractures de côtes, ceci pourrait expliquer la relative diminution de la CVF des pompiers par rapport aux témoins (léger déficit restrictif ?).

Au total : 55 % des SP ont eu des problèmes respiratoires divers.

#### 3.1.4. - Symptômes

. Aucun signe de bronchite chronique objectivé par des symptômes de toux et d'expectoration n'est retrouvé chez les non fumeurs.

5 % des fumeurs présentent des signes cliniques. L'influence du tabagisme est forte et même prépondérante pour un pompier à mi-carrière.

. Il peut être surprenant de trouver 13 % de pompiers qui allèguent des douleurs thoraciques de repos mais un interrogatoire poussé permet de savoir que la majorité des douleurs ont été rapportées au stress (bilan cardiologique normal). Néanmoins, 2 sujets présentent des anomalies ECG qui ont entraînée une modification de leur aptitude au poste de travail.

. En revanche la dyspnée ressentie à l'occasion du métier est intéressante à noter puisqu'elle concerne 54,3 % des sapeurs-pompiers. Si on la compare au nombre d'incidents respiratoires retrouvés (70 %), elle pourrait être sous-estimée mais le pompier fait bien la différence entre une gêne respiratoire à laquelle il est souvent confronté voire même habitué et la dyspnée réelle.

D'ailleurs les 21 % de sujets hospitalisés pour accidents respiratoires allèguent tous une dyspnée.

Ces éléments nous confortent dans l'idée que certaines intoxications modérées au CO pourraient passer inaperçues.

#### 3.1.5. - Biais

Le questionnaire était posé par le médecin. Il se peut que certaines réponses n'aient pas voulu être données par crainte de consé-

quences sur le poste de travail (certains refus de participation à l'enquête sont dus au même phénomène) et, à l'inverse, que certaines autres aient été induites.

Certaines questions n'étaient peut être pas assez claires (bronchite). Une sous-estimation de la prévalence des symptômes peut être possible.

### 3.2. - Les EFR

#### - ETUDE GLOBALE COMPAREE AUX DONNEES DE LA LITTERATURE

Le métier de sapeur-pompier est reconnu comme à risque quant à l'exposition aux fumées d'incendies. Il semble raisonnable de penser qu'une exposition répétée de cette nature puisse être responsable de l'apparition de troubles de la fonction respiratoire.

Si des anomalies EFR doivent apparaître, on ne sait en fait si cela est du à une ou plusieurs expositions sévères ou à de multiples expositions minimales (95).

#### . Conséquences de l'exposition aiguë

Les études réalisées jusqu'à présent se sont attachées à suivre, à plus ou moins long terme, des sujets ayant été exposés de façon accidentelle sévère :

- à court terme, certains travaux n'ont montré aucune anomalie significative (73). Des syndromes restrictifs ont pu être décrits mais dans les suites d'inhalation de produits particuliers - comme le dioxyde d'azote - à très forte dose (1).

Par ailleurs une augmentation incontestable de la réactivité bronchique est mise en évidence par Sheppard (78) et Niederman (70).

Une atteinte des petites voies aériennes est fréquemment observée. Celle-ci est objectivée par une diminution significative du DEM 25-75, DEM 50 et DEM 25 (1).

- Des études à moyen et long terme chez les sapeurs-pompiers ne donnent pas de résultats concordants. Elles ne sont pas suffisamment nombreuses et le biais de la cigarette est inévitable. Mais des anomalies des petites voies aériennes chez les non fumeurs (58) avec des tests spirométriques altérés sont retrouvées. Une augmentation des symptômes respiratoires non spécifiques sont décrits par Fouches et coll (95) et Sparrox et Coll (85) 18 mois après une exposition sévère.

Peters et Coll (71), au cours d'une étude longitudinale, ont retrouvé une chute de VEMS et de la CVF après 1 an. Mais une étude dans la même cohorte ne montre pas de modification significative 3 ans après (67).

Il n'y a pas d'étude à long terme sur l'hyperréactivité bronchique.

Fogarty et Coll font part de données intéressantes sur les effets à long terme d'une exposition accidentelle sévère : 14 sujets survivants du feu de King's Cross étaient revus à 6 mois. Ces personnes avaient encore des symptômes cliniques. L'EFR retrouvait chez 11 victimes un volume résiduel augmenté et un DEM 25 abaissé témoignant d'une atteinte des petites voies respiratoires. A 2 ans, 4 sujets étaient perdus de vue. 8 ne présentaient plus de symptômes respiratoires et 7 sur 7 testés avaient les mêmes anomalies EFR qu'à 6 mois. Il n'y avait pas de différence entre les fumeurs et les non fumeurs (31).

Par ailleurs, il est décrit quelques cas d'obstructions dues à des sténoses bronchiques, des bronchiolites oblitérantes ou des bronchiectasies. Des toxiques particuliers sont mis en cause comme l'ammoniac, le toluène, les diisocyanates et surtout le dioxyde d'azote (1,49,82,98). Ils peuvent également provoquer des RADS (17).

Des cas d'asthme, bien que rares ont été rapportés (64) dont un d'asthme chronique mortel en 25 mois. Le sapeur-pompier avait été exposé au cours d'une intervention de routine a des fumées toxiques (plastique). Ce sujet ne portait pas d'ARI (12).

### . Conséquences de l'exposition chronique

Les travaux réalisés pour évaluer les troubles ventilatoires chroniques des sapeurs-pompiers donnent des conclusions contradictoires :

Pour Young (99) l'atteinte de la fonction respiratoire (mesurée par spirométrie, TLCO et test à la méthacholine) est essentiellement le fait de l'habitude tabagique.

L'exposition au feu ne semble pas être un facteur significatif chez les non fumeurs. Mais l'association tabac plus fumée d'incendie semble entraîner une majoration des symptômes cliniques (toux et expectoration) avec une détérioration plus rapide de la fonction respiratoire (46).

Ces faits ne peuvent être établis dans notre étude puisque la consommation tabagique est beaucoup plus importante chez les témoins (20 AP) que chez les Sapeurs-Pompiers (11 AP) : Les sapeurs-pompiers sont relativement moins obstructifs que les témoins fumeurs. Ceci confirme l'incidence prépondérante du tabagisme sur les bronches.

Le tabac semble plus dangereux pour l'appareil respiratoire que le métier de sapeur-pompier.

Horsfield et Coll remarquent même de meilleures fonctions respiratoires chez des sapeurs-pompiers vieillissants par rapport à des sujets témoins du même âge. Cela pourrait être dû à la forte sélection d'entrée au corps, à l'entraînement physique et au port régulier de l'ARI.

Pour ces auteurs, la majeure partie des produits toxiques responsables d'atteinte respiratoire sont auto administrés en rapport avec la fumée de tabac plus qu'avec la fumée d'incendie.

En revanche, ce n'est pas ce que trouvent Peters et Sidor dans une étude sur les sapeurs-pompiers de Boston (71, 80, 81). Ils décrivent des augmentations des symptômes respiratoires chroniques associés à une modification des EFR. Une corrélation avec la durée d'exposition est proposée.

Sur une étude de 900 pompiers Barnhart et Coll (4) montrent que plus le nombre d'années d'exposition augmente plus le VEMS et la CV diminuent en pourcentage des théoriques. En pondérant l'exposition selon l'emploi et le nombre de sorties par caserne pour la lutte contre les incendies, la force d'association est augmentée.

L'exposition à la fumée mesurée par la durée et l'intensité de la lutte contre les incendies est associée à une diminution de la fonction respiratoire.

Notre étude ne retrouve pas d'obstruction globale chez les sapeurs-pompiers par rapport aux témoins non fumeurs. On relève cependant une diminution significative des DEM 25-75 et DEM 50 (pompiers non fumeurs) par rapport aux témoins non fumeurs. Mais il n'est pas mis en évidence de corrélation entre années d'exposition et trouble obstructif : il faut distinguer, en fait, le nombre d'années d'exposition avec le nombre et la gravité des incidents ou accidents respiratoires.

La corrélation entre incidents respiratoires et indices d'obstruction n'a pas été tentée. En effet, la définition des incidents respiratoires est variable car envisagée de façon différente d'un pompier à l'autre.

Nous avons retenu 70 % d'incidents mais leur gravité n'a pas pu être évaluée avec précision.

Une étude française (7) retrouve une diminution des débits expiratoires VEMS, DEM 50 et DEM 25. Une diminution du facteur de perméabilité KCO est objectivée par ailleurs. La détérioration des débits expiratoires efforts indépendants et de la diffusion alvéolo-capillaire doit être rapportée aux nuisances spécifiques.

Il est à noter qu'il n'existe que peu d'études françaises s'intéressant aux modifications des paramètres fonctionnels respiratoires chez les sapeurs-pompiers.

Cela peut éventuellement s'expliquer par le fait que cette population n'est pas considérée comme justiciable d'une surveillance systématique de la fonction respiratoire.

Les grandes variétés de feux auxquels peuvent être exposées le sapeurs-pompiers et surtout le taux extrêmement variable d'activité pro-

fessionnelle selon les villes, peuvent expliquer les résultats contradictoires retrouvés.

De plus il est très difficile de comparer ces études entre elles et avec notre travail car elles ne sont pas identiques point par point. Il faudrait avoir des moyennes d'âge, des durées d'exposition, des consommations tabagiques, des accidents ou incidents respiratoires... équivalents.

## - ETUDE INDIVIDUELLE DE NOS RESULTATS

### . Pompiers fumeurs

Chez les pompiers fumeurs, aucun syndrome restrictif n'est retrouvé.

Il y a 8 % d'obstructions globales, certaines sont modérées, d'autres plus significatives mais il est difficile de conclure quant à leur origine en raison de l'interférence du tabagisme : le même problème se pose pour expliquer 11 % d'obstruction périphérique.

### . Pompiers non fumeurs

Les pompiers non fumeurs sont les plus intéressants à examiner :

\* nous avons 2 % de restrictif. Il s'agit en fait d'un sapeur-pompier, avec une CVF à 72 % mais qui est aussi un obstructif global (Tiffeneau à 70 %).

On peut penser que la diminution de la capacité vitale est en rapport avec une éventuelle augmentation du volume résiduel.

Ce pompier n'a pas eu de coup de fumée d'après l'interrogatoire recueilli ; mais il exerce plusieurs fonctions à risque respiratoire et était exposé antérieurement à la silice. Nous avons donc proposé une vérification de l'EFR avec étude des résistances bronchiques (indice plus sensible pour chiffrer l'obstruction).

Un test aux bronchodilatateurs sera réalisé en fonction du degré d'obstruction ; une radiographie pulmonaire complètera le bilan.

\* 8 % d'obstructions périphériques ont été mises en évidence chez les sapeurs-pompiers non fumeurs par la diminution du DEM 25-75 et du DEM 50. En fait, elle ne représente que 3 sujets : ce résultat peut paraître discordant puisque une différence significative existe entre le DEM 25-75 et le DEM 50 des sapeurs-pompiers non fumeurs et des témoins non fumeurs.

Ici se pose le problème de la limite inférieure de la normale qui sépare les sujets en normaux et pathologiques. La limite inférieure reconnue et admise pour ce travail est la théorique CECA - 1,64 S.

Cette limite est basse donc des sujets vus comme normaux peuvent être pathologiques.

En effet, si l'on examine les valeurs du DEM 25-75 et du DEM 50 des témoins non fumeurs (bien que le nombre soit petit), le DEM 25-75 le plus bas est à 75 % et le DEM 50 le plus bas à 68 %.

Seules, des études longitudinales, le sujet étant comparé à lui-même (1 EFR à l'embauche, 1 EFR par an) permettraient d'objectiver un trouble fonctionnel respiratoire.

Les 3 obstructions périphériques sont soigneusement examinées à la recherche de corrélation avec le métier :

n° 1 : il s'agit d'un sapeur-pompier de 45 ans avec 23 ans de métier et 3 intoxications non hospitalisées pour lesquelles il a décrit une gêne respiratoire. Il n'y a pas de signe fonctionnel actuellement.

n° 2 : c'est un sapeur-pompier de 56 ans avec 30 ans d'exposition, mécanicien, qui a subi 20 coups de fumée (de plus il était exposé à "la cave à fumée"). Quelques dyspnées au cours du travail ont été constatées.

n° 3 : ce sapeur-pompier âgé de 57 ans a 39 ans d'exposition ; un seul coup de fumée (mais sous estimation très probable !) et une exposition au cours d'exercices à la cave de fumée ont été notés.

Pour ces trois sapeurs-pompiers, il y a une excellente corrélation entre l'exposition aux fumées et le trouble obstructif périphérique

retrouvé. Ces Pompiers doivent être surveillés : un contrôle régulier de l'EFR pour suivre une éventuelle aggravation de l'obstruction est proposé une étude de l'hyperréactivité bronchique, qui est reconnue comme un élément essentiel pour le dépistage d'une pathologie respiratoire professionnelle, est à envisager.

# **CONCLUSION**

Au terme de cette étude sur la fonction respiratoire d'un groupe de 162 sapeurs-pompiers professionnels d'une ville de moyenne importance à l'aide d'un questionnaire standardisé et d'une EFR, trois types de conclusions peuvent être avancées :

. Les accidents respiratoires sont peu fréquents (21 %). En revanche les incidents respiratoires sont beaucoup plus importants (70 %). Ils doivent diminuer du fait du port de l'ARI.

. La fonction respiratoire des sapeurs-pompiers non fumeurs exposés en moyenne depuis 16,5 ans et comparée à celle des témoins non fumeurs est globalement bien conservée ; mais un trouble obstructif périphérique peut être évoqué face à la différence significative du DEM 25-75 et du DEM 50.

. Une étude individuelle permet d'associer les 3 obstructions périphériques relevées avec l'inhalation du fumée.

Mais seule une étude longitudinale, le sapeur-pompier étant comparé à lui-même, permettrait un dépistage d'anomalies précoces de la fonction respiratoire : l'EFR devrait donc faire partie des examens complémentaires obligatoires prescrits et/ou réalisés par le médecin du travail à l'embauche et lors de la visite annuelle.

# **BIBLIOGRAPHIE**

1. AINSLIE G.

Inhalational injuries produced by smoke and nitrogen dioxide.  
Respiratory Médecine 1993 ; 87 : 169-174

2. ALARIE Y.

The toxicity of smoke from polymeric materials during thermal decomposition.  
Ann Rev Pharmacol Toxicol 1985 ; 25 : 325-47

3. ANDERSON RA, WATSON AA, HARLAND WA.

Fire deaths in the glasgow area : II the role of carbon monoxide.  
Med Sci Law 1981 ; 21 : 288-294

4. BARNARD RJ, ANTHONY DF.

Effect of health maintenance programs on Los Angeles city fire fighters.  
J. occup. Med. 1980 ; 22 : 667-696

5. BARNHART S, DAVENPORT N, DANNIEL W, MILLER M.

Association entre durée de l'emploi comme pompier et diminution des fonctions respiratoires.  
Arch Mal Prof 1992 ; 53, 6 bis : 584-585

6. BARRIOT P, LAMBERT Y, CHEVALIER P.

Prise en charge des victimes de feux d'habitation.  
Rea et Med d'urgence 1991 : 458-465

7. BARTHELEMY L, MIALON P, SEBERT P, SCHEYDEKER JL.

Anomalies de la fonction respiratoire chez les pompiers-plongeurs.  
Rev Pneumol Clin 1990 ; 46 : 271-276

8. BAUD FJ, BARRIOT P, RIOU B.

Toxicité systémique des fumées d'incendie.  
Jeur 1988 ; 1 : 83-88

9. BAUD F.J, BARRIOT P, TOFFIS V, RIOU B.

Elevated blood cyanide concentrations in victims of smoke inhalation.  
N Engl J Med 1991 ; 325 : 1761-1766

10. BAUD F.J, JULIEN H.

Inhalation de fumées d'incendie, évaluation initiale de la gravité.  
Concours Médical 1994 ; 116,18 : 1515-1519

11. BAUD F.J, LEDANTEC P, RICHTER F, JULIEN H.

Toxicité systémique des fumées d'incendie.  
Jeur 1988 ; 1 : 83-88

12. BERGSTROM CE, TORNLING G, UNGE G.

Acquired progressive asthma in a fire fighter.  
Eur Resp J 1988 ; 1 : 469-470

13. BIRKY MM, CLARKE A.

Inhalation of toxic products from fires.  
Bull NY Acad Med 1981 ; 57 : 997-1013

14. BONNAUD F.

Révision accélérée en pneumologie.  
Paris : Maloine, 1986

15. BOREN HG.

Carbon as a carrier mechanism for irritant gazes.  
Arch Environ Health 1964 : 8-119

16. BRANDT-RAUF PW, FALLON JR LF, TARANTINI T, IDEMA ANDREWS CL.

Health hazards of fire fighters : exposure assessment.  
British Journal of Indu Med 1988 ; 45 : 606-612

17. BROOKS SM, WEISS MA, BERNSTEIN IL.

Reactive airways dysfunction syndrome (RADS) : persistent asthma  
syndrome after high level irritant exposures.  
Chest 1985 ; 88 : 376-384

18. CADY LD, THOMAS PC, KARWASKY RJ.

Program for increasing health and physical fitness of fire fighters.  
J Occup Med 1985 ; 27 : 110-114

19. CARSIN H, LE GULLUCHE Y, MAROTEL C, MION G.

Toxicité pulmonaire des fumées d'incendie.  
Rea et Med d'urgence 1991 : 437-457

20. CHARPIN D, VERVLOETD.

Epidémiologie de l'asthme et des rhinites saisonnières.

In : Godard P, Bousquet J, Michel FB, eds. Maladies respiratoires.  
Masson, 1993 : 331-339

21. CHIA KS, JEYARATNAM J, CHAN TB, LIM TK.

Airway responsiveness of fire fighters after smoke exposure.

British Journal of Ind Med 1992 ; 49 : 664-670

22. CRAPO RO.

Smoke inhalation injury.

Jama 1981 ; 246 : 1694-1696

23. DEMERS PA, HEYER NJ, ROSENSTOCK L.

Mortality among fire fighters from three northwestern United States cities.

British Journal of Ind Med 1992 ; 49 : 664-670

24. DIRECTION DEPARTEMENTALE DU SERVICE D'INCENDIE ET DE SECOURS DE LA HAUTE-VIENNE.

Statistiques interventions. 1993

Les ARI 1992

Entraînement des Sapeurs-Pompiers 1992.

25. DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE (MINISTERE DE L'INTERIEUR ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE.

Cahier des clauses techniques particulières, définissant les caractéristiques de la tenue de sortie des personnels masculins.

Septembre 1993.

26. DONNADIEU S, IMBERT M.

Intérêt de la mesure du CO expiré chez les Sapeurs-Pompiers exposés aux fumées d'incendie.

6ème congrès national du Service Santé des Sapeurs-Pompiers, Versailles 1990

27. DUBOURDEAU Y.

Gestions techniques spéciales dans un corps de Sapeurs-Pompiers professionnels. IUT Bordeaux (H. et Sécu.) 1991 1993

28. FAVIER C, BAUD F, BARRIOT P, GALLIOT M.

Recherche négative de méthémoglobinémie.  
6ème congrès national du Service Santé des Sapeurs-Pompiers,  
Versailles 1990

29. FEIN A, LEFF A, HOPEWELL PC.

Pathophysiology and management of complications resulting from fire and the inhaled products of combustion.  
Crit Care Med 1980 ; 8 : 04-98

30. FLEMING GM, CHESTER EH, MONTENEGRO HD.

Dysfunction of small airways following pulmonary injury due to nitrogen dioxide.  
Chest 1979 ; 75 : 720-721

31. FOGARTY PW, GEORGE PJM, SOLOMON M, SPIRO SG.

Long term effects of smoke inhalation in survivors of the King's Cross underground station fire.  
Thorax 1991 ; 46 : 914-918

32. FOUCHE JP, POYEN D, LE VAUXAN M, MATHIEU MJ.

Consommation de tabac et professions.  
Arch MzI Prof 1978 ; 39 : 295-296

33. FUILLA C, RICHTER F, IMBERT M, LEDANTEC P, JULIEN H, BAUD F.

Toxicité des fumées d'incendie.  
Anest Rea Pratique 1992 : N° 28

34. GARNIER R, CHATAIGNIER D, EFTHYMIU ML.

Toxicité des produits de dégradation thermique des principaux polymères données expérimentales.  
Rea et Med d'urgence 1991 : 410-426

35. GENIN DEMANTKE A.

Contribution à l'évaluation des risques professionnels et à leur prévention chez les Sapeurs-pompiers de Paris : à propos d'une étude de 747 accidents du Travail.

Thèse Médecine 1986. Paris 5

36. GLEDHILL N, JAMNIK VK.

Development and validation of a fitness screening protocol for fire fighter applicants.

Can J Sport Sci 1992 ; 17 (3) : 199-206

37. GUIDOTTI TL.

Absence experience of career fire fighters reaching mandatory retirement age.

J Occup Med 1992 ; 34 : 1018-1022

38. GUIGOTTI TL.

Human factors in fire fighting : ergonomic cardiopulmonary and psychogenic stress related issues.

Int Arch Occup Environ Health 1992 ; 64 : 1-12

39. HAMON M, LUIGI S, BOZABANJAH JJ.

Intoxicatioin par les fumées d'incendie.

6ème congrès national du Service Santé des Sapeurs-Pompiers, Versailles 1990

40. HEAD JM.

Inhalation injury in burns.

Am J Surg 1980 ; 139 : 508-512

41. HILADO CJ, HUTTLINGER NV.

Concentration-reponse data on toxicity of pyrolysis gases from some natural and synthetic polymers.

J Combust Toxicol 1978 ; 5 : 196-213

42. HILL C, REZVANI A.

Où en sommes-nous de l'épidémie liée au Tabac ?

Concours médical 1994 ; 116, 19 : 1601-1603

43. HIRSCH A.

Tabagisme et maladies respiratoires.  
In : Godard P, Bousquet J, Michel FB, eds.  
Maladies respiratoires. MASSON, 1993 : 505-507

44. HOFFMAN RS, SAUTER D.

Methemoglobinemia resulting from smoke inhalation.  
Vet Hum Toxicol 1989 ; 31 : 168-170

45. HORSFIELD K, COOPER FM, BUCKMANN MP, CUMMING G.

Respiratory symptom in west sussex firemen.  
British Journal of Ind. Med. 1988 - 45 : 251-255

46. HORSFIELD K, GUYATT AR, COOPER FM, BUCKMANN MP.

Lung function in west sussex firemen : a four year study.  
British Journal of Ind Med 1988 ; 45 : 116-121

47. IMBERT M. BAUD FJ, RICHTER F, NOLLAND XB.

Toxicité aigue des fumées d'incendie.  
Enc Médico-chirur Texico Patho Prof 1993 ; 16-539 G 10 : 1-7

48. KIMMERLE G.

Toxicity of combustion products with particular reference to  
polyurethane.  
Ann Occup Hug 1976 ; 19 : 269-273

49. KIRKPATRICK MB, BASS JB.

Sévère obstructive lung disease and smoke inhalation.  
Chest 1979 ; 76 : 108-110

50. KURNOBIS J, HORA Z, SIVIATEK B.

Fatal accident in a sauna.  
Pol bug leg 1985 ; 40 : 1059-1061

51. KURSELLA J, CARTER R, REID WH, CAMPBELL D.

Increased airways reactivity after smoke inhalation.  
Lancet 1991 ; 337 : 595-597

52. LABOURET P, LIORET M, BENETEAU B.

Intégrité du parenchyme pulmonaire chez le brûlé : variations de la fibronectinémie et de l'activité de l'enzyme de conversion de l'angiotensine.

I ream soins intens Med Vrg 1987 ; 4 : 99

53. LACKNER GOTTFRIED W.

Protection respiratoire.

IVème congrès national et premier congrès international Sapeurs-Pompiers. Services de santé. Mulhouse 1986

54. LAFON D, GARNIER R.

Toxicité des produits de dégradation thermique des matières plastiques.

Ency Médico-Chir Toxic 1993 ; 16-541-C-10 : 1-8

55. LAMBERT Y, CARLI P, CHAUCHAT.

Inhalation de fumées d'incendie : apport de la fibroscopie bronchique au diagnostic précoce.

Jeur 1988 ; 1 : 89-95

56. LAUWERYS R.

Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles.

Paris : Masson, 1990

57. LINARES HA, HERNDON DN, TRADER DL.

Sequence of morphologic events in experimental smoke inhalation.

J Burn Care Rehabil 1989 ; 10 : 27-37

58. LOKE J, FARMER W, MATTHAY RA, PUTMAN CE.

Acute and chronic effects of firefighting on pulmonary function.

Chest 1980 ; 77 : 369-373

59. LOWRY W, PETERSON J, PETTY CS.

Free radical production from controlled low energy fires : toxicity considerations.

J Forensic Sci 1985 ; 30 : 73-85

60. MADELAINE GJ.

Particules, aerosols, poussières.  
Poumon 1979 ; 35 : 313-322

61. MALO JL, CARTIER A.

Hyperexcitabilité bronchique et agressions respiratoires professionnelles.  
In : Charpim J., Vervloet D, eds Allergologie. Flammarion, 1992 : 847-856

62. MARKOWITZ JS.

Self-reported short and long-term respiratory effects among PVC exposed fire fighters.  
Arch Environ Health 1989 ; 44 : 30-33

63. MISNER JE, PLOWMAN SA, BOILEAU RA.

Performance differences between males and females on simulated firefighting tasks.  
J Occup Med 1987 ; 29 : 801-805

64. MOISAN TC.

Prolonged asthma after smoke inhalation a report of three cases and a review of previous reports.  
J Occup Med 91 ; 33 : 458-461

65. MORITZ AR, HENRIQUES FC, MAC LEAN R.

The effect of inhaled heat on the air passage and lung : an experimental investigation.  
Am J Pathol 1945 ; 21 : 311-331

66. MORRIS JC, MOORE SJ, HUME AS.

Synergistic lethality induced by the combination of carbon monoxide and cyanide.  
Toxicology 1986 ; 40 : 121-129

67. MUSK AW, PETERS JM, WEGMAN DH.

Lung function in fire fighters : I a three year follow-up of active subjects.  
Am J Public Health 1977 ; 67 : 626-629

68. MUSK AW, SMITH TJ, PETERS JM, MAC LAUGHLIN E.  
Pulmonary function in firefighters : acute changes in ventilatory capacity and their correlates.  
British Journal of Ind Med 1979 ; 36 : 29-34
69. NEMERY B.  
Metal toxicity and the respiratory tract.  
Eur Respir J 1990 ; 3 : 202-219
70. NIEDERMAN MS, ABRAMS C, VIRGULTO JA.  
Increase in bronchial reactivity of fire fighters with normal lung function.  
Am Rev Respir Dis 1983 ; 127 : 173
71. PEABODY H.  
Pulmonary function and the fire fighters.  
Journal of combustion toxico 1977 ; 4 : 8-15
72. PETERS JM, THERIAULT GP, FINE LJ, WEGMAN DH.  
Chronic effect of firefighting on pulmonary function.  
The new england journal of medicine 1974
73. PRIEN T, TRABER DL.  
Toxic smoke compounds and inhalation injury.  
Bruns 1988 ; 14 : 451-460
74. ROSENSTOCK L, DEMERS P, HEYER NJ, BARNHART S.  
Respiratory mortality among fire fighters.  
British Journal of Ind Med 1990 ; 47 : 462-465
75. ROTHMAN N, FORD P, BASER ME, HANSEN JA.  
Pulmonary function and respiratory symptome in wildland fire fighters.  
J Occup Med 1991 ; 33 : 1163-1167
76. SCHNEIDER W, BERGER A, MAILANDER P.  
Diagnostic and therapeutic possibilitie for fiberoptic bronchoscopy  
Burns 1988 ; 14 : 53-57

77. SCHMAUCH JF.

L'organisation des Sapeurs-Pompiers dans 25 pays d'Europe  
Revue de préventique 1994 ; 10

78. SHEPPARD D, DISTEFANO S, MORSE L, BECKER C.

Acute effects of routine firefighting on lung function.  
Am J Ind Med 1986 ; 9 : 333-340

79. SHERMAN CB, BARNHART S, MILLER MF, SEGAL MR.

Firefighting acutely increases airway responsiveness.  
Am Rev Respir Dis 1989 ; 140 : 185-190

80. SIDOR R, PETERS JM.

Prevalence of chronic non specific respiratory disease in fire  
fighters.  
Am Rev Resp Dis 1974 ; 109 : 255-261

81. SIDORS R, PETERS JM.

Firefighting and pulmonary function : an epidemiologic study.  
Am Resp Dis 1974 ; 109 : 249-254

82. SLUTZTER AD, KINN R, SAID SI.

Bronchiectasis and progressive respiratory failure following smoke  
inhalation.  
Chest 1989 ; 95 : 1347-1350

83. SORS C, RAPAUD G, GONNOT G.

Empoussiérage massif tracheobronchique au cours des incendies  
Rev Fr Mal Resp 1976 ; 4 : 87-95

84. SOTHMANN MS, LANDY F, SAUPE K.

Age as a bona fide occupational qualification for firefighting a  
review on the importance of measuring aerobic power.  
J Occup Med 1992 ; 34, 1 : 26-33

85. SPARROW D, BOSSE R, ROSNER B, WEISS ST.

The effect of occupational exposure on pulmonary function - A  
longitudinal evaluation of fire fighters and non firefighters.  
Am Rev Resp Dis 1982 ; 123 : 319-322

86. STEPHENSON SF, ESRIG BC, POLK HC, FULTON RL.  
The pathophysiology of smoke inhalation injury.  
Ann Surg 1975 ; 182 : 652-660
87. STOTTRUP HANSEN E.  
A cohort study on the mortality of firefighters.  
British Journal of Ind Med 1990 ; 47 : 805-809
88. SUMMER W, HAPONIK E.  
Inhalation of irritant gases.  
Clin Chest Med 1980 ; 2 : 273-287
89. SYMINGTON IS.  
Cyanide exposure in fires.  
Lamat 1978 ; 1 : 91-92
90. TEIXIDOR HS, RUBIN E, NOVICK GS.  
Smoke inhalation : radiolog manifestations.  
Radiology 1983 ; 149 : 383-387
91. TERRILL JB, MONTMOMERY RR, REINHARDT CF.  
Toxic gases from fires  
Science 1978 ; 200 : 1343-1347
92. TESTUD F.  
Pathologie toxique en milieu de travail.  
Lyon : Laccassagne, 1993
93. THEISSEN JL, MAGUIRE JP.  
Pulmonary hemodynamics after one lung inhalation injury in sheep.  
Anesthesiology 1988 ; 69 : 112
94. TRABER DL, LINARES HA, HERNDON DN.  
The pathophysiology of inhalation injury.  
Burns 1988 ; 14 : 357-364
95. UNGER KM, SNOW RM, MASTAS JM, MILLER WC.  
Smoke inhalation in firemen.  
Thorax 1980 ; 35 : 838-842

96. UNION DEPARTEMENTALE DES SAPEURS-POMPIERS DE LA HAUTE-VIENNE.

Bip... Bip... 87

1ère année, 1993

97. VANDERPLAS O, MALO JL, PAULI G.

Hyperréactivité bronchique non allergique et agents professionnels.

Rev Mal Resp 1994 ; 11 : 189-199

98. WHITENER R, WHITENER LM, ROBERTSON KJ, BAXTER CR.

Pulmonary function measurements in patients with thermal injury and smoke inhalation.

Am Rev Resp Dis 1980 ; 122 : 731-739

99. YOUNG I, JACKSON J.

Chronic respiratory disease and respiratory function in a group of fire fighters.

Med J Austr 1980 ; 1 : 654-658

100. ZIKRIA BA, WESTON GC, CHODOFF M, FERRER JM.

Smoke and carbon monoxide poisoning in fire victims.

J Trauma 1972 ; 12 : 61-645

# **ANNEXES**

ACTIVITE OPERATIONNELLE

3.1 BILAN DE L'ANNEE 1990

NATURE DE L'INTERVENTION	NOMBRE	Pourcentage	PERSONNES			
			D.C.D.	Blessées		Sauvées
				Grave	Léger	
<b>INCENDIES</b>	586					
R.P.	11	1.88				
Locaux d'habitations, bureaux	271	46.25				
Locaux industriels	7	1.19				
Entrepôts, docks	5	0.85				
Véhicules	65	11.09				
Forêts, landes, broussailles	128	21.84				
Autres de cheminée						
Autres	99	16.89				
<b>ACCIDENTS DE CIRCULATION</b>	825					
Routière	825		15	90	922	
Autres						
<b>ACCIDENTS NE NECESSITANT QUE DES SECOURS A VICTIMES</b>	1340					
Intoxications	128	9.55	10	10	113	
Échouffades	2	0.15	1			
En milieu aquatique	1	0.07			1	
En montagne						
Accidents du travail	411	30.67				
Autres	798	59.55	7	74	1149	
<b>ACCIDENTS LIES A L'ENVIRONNEMENT</b>	2					
Pollution hydrocarbures	1	50.00				
Pollution matières dangereuses						
Instabilités de terrain						
Instabilités de locaux (pluies-crués)						
Explosions						
Effondrements de terrain						
Effondrements de constructions	1	50.00				
Contamination						
Autres						
<b>MESURES POUR PREVENIR UN ACCIDENT</b>	2904					
Personnes en péril	293	10.09				489
Personnes menacées	245	8.44				
Mesures pour animaux (compris hyménoptères)	665	22.90				
Transport de personnes impotentes	1195	41.15				
Autres	506	17.42				
<b>MESURES DIVERSES</b>	1155					
Recherches, reconnaissances	32	2.77				
Ouvertures de portes	161	13.94				
Alertes	25	2.16				
Mesures sans intervention	820	71.00				
Autres	117	10.13				
<b>TOTAL</b>	<b>6812</b>		<b>33</b>	<b>174</b>	<b>2185</b>	<b>489</b>

## 3.1 BILAN DE L'ANNEE 1991

NATURE DE L'INTERVENTION	NOMBRE	Pourcentage	PERSONNES			
			D.C.D.	Blessées		Sauvées
				Grave	Léger	
<b>INCENDIES</b>	<b>661</b>					
L.R.P.	6	0.91				
Locaux d'habitations, bureaux	338	51.13				
Locaux industriels	12	1.82				
Entrepôts, docks	4	0.61				
Véhicules	92	13.92				
Forêts, landes, broussailles	90	13.62				
Lieux de cheminée						
Autres	119	18.00				
<b>ACCIDENTS DE CIRCULATION</b>	<b>828</b>					
Routière	827		19	68	884	
Autres	1					
<b>ACCIDENTS NE NECESSITANT QUE DES SECOURS A VICTIMES</b>	<b>1305</b>					
Intoxications	111	8.51	1	4	100	
Suffocations	6	0.46	3		3	
En milieu aquatique	2	0.15	1		1	
En montagne						
Accidents du travail	448	34.33				
Autres	738	56.55	10	55	1084	
<b>ACCIDENTS LIES A L'ENVIRONNEMENT</b>	<b>106</b>					
Pollution hydrocarbures	8	7.55				
Pollution matières dangereuses	1	0.94				
Inondations de terrain						
Inondations de locaux (pluies-crués)	82	77.36				
Explosions						
Effondrements de terrain						
Effondrements de constructions						
Contamination						
Autres	15	14.15				
<b>SORTIES POUR PREVENIR UN ACCIDENT</b>	<b>2968</b>					
Personnes en péril	343	11.56				515
Biens menacés	124	4.18				
Sorties pour animaux (compris hyménoptères)	729	24.56				
Transport de personnes impotentes	1175	39.59				
Autres	597	20.11				
<b>SORTIES DIVERSES</b>	<b>1035</b>					
Recherches, reconnaissances	39	3.77				
Ouvertures de portes	186	17.97				
Fausse alertes	50	4.83				
Sorties sans intervention	639	61.74				
Autres	121	11.69				
<b>TOTAL</b>	<b>6903</b>		<b>34</b>	<b>127</b>	<b>2072</b>	<b>515</b>

## 3.1 BILAN DE L'ANNEE 1992

NATURE DE L'INTERVENTION	NOMBRE	Pourcentage	PERSONNES			
			D.C.D.	Blessées		Sauvées
				Grave	Léger	
<b>INCENDIES</b>	<b>669</b>					
E.R.P.	28	4.19				
Locaux d'habitations, bureaux	349	52.17				
Locaux industriels	12	1.79				
Entrepôts, docks	6	0.90				
Véhicules	91	13.60				
Forêts, landes, broussailles	46	6.88				
Feux de cheminée						
Autres	137	20.48				
<b>ACCIDENTS DE CIRCULATION</b>	<b>932</b>					
Routière	932		17	68	943	
Autres						
<b>ACCIDENTS NE NECESSITANT QUE DES SECOURS A VICTIMES</b>	<b>1452</b>					
Intoxications	81	5.58	4	10	57	
Suffocations	4	0.28	2	1	1	
En milieu aquatique		0.00				
En montagne						
Accidents du travail	487	33.54				
Autres	880	60.61	16	99	1205	
<b>ACCIDENTS LIES A L'ENVIRONNEMENT</b>	<b>162</b>					
Pollution hydrocarbures	12	7.41				
Pollution matières dangereuses	3	1.85				
Inondations de terrain						
Inondations de locaux (pluies-crués)	132	81.48				
Explosions						
Effondrements de terrain						
Effondrements de constructions						
Contamination						
Autres	15	9.26				
<b>SORTIES POUR PREVENIR UN ACCIDENT</b>	<b>3390</b>					
Personnes en péril	383	11.30				563
Biens menacés	112	3.30				
Sorties pour animaux (compris hyménoptères)	866	25.55				
Transport de personnes impotentes	1379	40.68				
Autres	650	19.17				
<b>SORTIES DIVERSES</b>	<b>978</b>					
Recherches, reconnaissances	45	4.60				
Ouvertures de portes	241	24.64				
Fausses alertes	51	5.21				
Sorties sans intervention	479	48.98				
Autres	162	16.56				
<b>TOTAL</b>	<b>7583</b>		<b>39</b>	<b>178</b>	<b>2206</b>	<b>563</b>

MINISTRE DE L'INTERIEUR  
DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE  
ETAT DES SORTIES DE SECOURS

Département de la Haute Vienne  
Centre de BEAUBREUIL  
Du 01/01/1993 au 31/12/1993

I. SORTIES CONSECUTIVES  
A UN ACCIDENT OU UN SINISTRE

II. SORTIES  
POUR PREVENIR UN ACCIDENT

SORTIES de SECOURS		P E R S O N N E S			
		DECEDEE	BLESSEES		SAUVEES INDEMNES
NOMBRES	%		GRAVES	LEGER	

NOMBRE DE SORTIES	PERSONNES MISE EN SECURITE
-------------------------	----------------------------------

I.1. INCENDIES :

E.R.P.....	8	0,0 %	0	0	2	0
Locaux d'habitation ou bureaux	51	0,0 %	0	1	17	0
Locaux industriels.....	5	0,0 %	1	0	2	0
Véhicules.....	24	0,0 %	0	0	6	1
Entrepôts, docks.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Forêts.....	1	0,0 %	0	0	1	0
Landes, maquis, garrigues....	12	0,0 %	0	0	0	0
Feux de cheminées.....	37	0,0 %	0	0	6	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	182	0,0 %	1	1	49	1

Personnes en péril .....	185	0,0 %
Biens menacés .....	65	0,0 %
Sorties pour animaux .....	232	0,0 %
Transport personnes impotentes	306	0,0 %
Autres .....	235	0,0 %

I.2. ACCIDENTS DE LA CIRCULATION :

CIRCULATION ROUTIERE.....	392	0,0 %	4	35	322	197
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	4	0,0 %	3	0	2	2

III. SORTIES DIVERSES

Recherches .....	0	0,0 %
Ouvertures de portes .....	27	0,0 %
Fausse alertes .....	2	0,0 %
(Sorties sans intervention....	522	0,0 %)
Autres .....	247	0,0 %

I.3. ACCIDENTS NECESSITANT QUE DES SECOURS

( ---- Intoxication ---- )	0	0,0 %	0	2	6	0
( ---- Suffocation ---- )	0	0,0 %	0	0	0	0
Accidents de montagne.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Accidents en milieu aquatique.	5	0,0 %	0	0	3	3
( --- Accidents du travail --- )	0	0,0 %	2	10	73	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	319	0,0 %	7	24	288	0

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES SORTIES  
DE SECOURS DENOMBREES EN I. II. III.  
(Dénombrements non cumulables avec I. II. III.)

-Superficie (en hect.) de forêt, landes, maquis, garrigues, parcourus par le feu.....	11:
-Nombre d'accidents d'origine domestique.....	26
-Nombre d'interventions VSAB ou ambulance.....	1397
-Nombre d'interventions médicalisées.....	178
-Nombres d'accidents de transport de matières dangereuses.....	0

I.4. AUTRES ACCIDENTS :

Pollution par hydrocarbures..	2	0,0 %	0	0	0	0
Pollution / produits dangereux	5	0,0 %	0	0	1	1
Inondations de terrains.....	265	0,0 %	1	0	35	0
Inondation de locaux (pluie)..	5	0,0 %	0	0	2	0
Explosion.....	1	0,0 %	0	0	1	0
Effondrements de terrains.....	3	0,0 %	0	1	2	1
Effondrements de constructions	0	0,0 %	0	0	0	0
Contamination.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	0	0,0 %	0	0	0	0

Nombres de S.P. accidentés au cours de ces sorties.....	DECEDES	BLESSES	
		grave	léger
.....	0	0	2
Tests sur 2648 interventions, .....			

Fait à LIMOGES

, le 09 / 03 / 1994

Vu et contrôlé :  
Le directeur départemental  
du service départemental d'Incendie et de Secours,



*[Signature]*

MINISTERE DE L'INTERIEUR  
DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE  
ETAT DES SORTIES DE SECOURS

Département de la Haute Vienne  
Centre de MAUVENDIERE  
Du 01/01/1993 au 31/12/1993

I. SORTIES CONSECUTIVES  
A UN ACCIDENT OU UN SINISTRE

II. SORTIES  
POUR PREVENIR UN ACCIDENT

SORTIES de SECOURS		P E R S O N N E S			
		DECEDEE	BLESSEES		SAUVEES
			GRAVES	LEGER	
NOMBRES	%				

NOMBRE DE SORTIES	PERSONNES MISE EN SECURITE
-------------------------	----------------------------------

I. 1. INCENDIES :

E.R.P.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Locaux d'habitation ou bureaux	0	0,0 %	0	0	0	0
Locaux industriels.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Véhicules.....	19	0,0 %	0	0	8	0
Entrepôts, docks.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Forêts.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Landes, maquis, garrigues....	0	0,0 %	0	0	0	0
Feux de cheminées.....	15	0,0 %	0	0	7	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	52	0,0 %	0	1	26	0

Personnes en péril .....	36	0,0 %
Biens menacés .....	93	0,0 %
Sorties pour animaux .....	79	0,0 %
Transport personnes impotentes	532	0,0 %
Autres .....	254	0,0 %

I. 2. ACCIDENTS DE LA CIRCULATION :

CIRCULATION ROUTIERE.....	218	0,0 %	0	9	204	84
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	0	0,0 %	0	0	0	0

III. SORTIES DIVERSES

Recherches .....	8	0,0 %
Ouvertures de portes .....	33	0,0 %
Fausse alertes .....	18	0,0 %
(Sorties sans intervention....	344	0,0 %)
Autres .....	376	0,0 %

I. 3. ACCIDENTS NECESSITANT QUE DES SECOURS

( ----- Intoxication -----			1	1	6	0)
( ----- Suffocation -----			1	0	1	0)
Accidents de montagne.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Accidents en milieu aquatique.	0	0,0 %	0	0	0	0
( --- Accidents du travail ---			0	2	50	0)
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	339	0,0 %	7	6	326	0

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES SORTIES  
DE SECOURS DENOMBREES EN I. II. III.  
(Dénombrements non cumulables avec I. II. III.)

-Superficie (en hect.) de forêt, landes, maquis, garrigues, parcourus par le feu.....	4
-Nombre d'accidents d'origine domestique.....	24
-Nombre d'interventions VSAB ou ambulance.....	1436
-Nombre d'interventions médicalisées.....	78
-Nombres d'accidents de transport de matières dangereuses.....	0

I. 4. AUTRES ACCIDENTS :

Pollution par hydrocarbures..	12	0,0 %	0	0	7	10
Pollution / produits dangereux	3	0,0 %	0	0	1	0
Inondations de terrains.....	151	0,0 %	0	1	35	0
Inondation de locaux (pluie)..	1	0,0 %	0	0	1	0
Explosion.....	1	0,0 %	0	0	0	0
Effondrements de terrains....	1	0,0 %	0	0	1	1
Effondrements de constructions	0	0,0 %	0	0	0	0
Contamination.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	0	0,0 %	0	0	0	0

	DECEDES	BLESSES	
		grave	léger
Nombres de S.P. accidentés au cours de ces sorties.....	0	0	1
Tests sur 2271 interventions, .....			

Fait à LIMOGES

, le 09 / 03 / 1994

Vu et contrôlé :  
Le directeur départemental  
du service départemental d'Incendie et de Secours,

Lieutenant Colonel Guy CAMBONIE

MINISTERE DE L'INTERIEUR  
DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE  
ETAT DES SORTIES DE SECOURS

Département de la Haute Vienne  
Centre de LIMOGES ZUP  
Du 01/01/1993 au 31/12/1993

I. SORTIES CONSECUTIVES  
A UN ACCIDENT OU UN SINISTRE

II. SORTIES  
POUR PREVENIR UN ACCIDENT

SORTIES de SECOURS		P E R S O N N E S			
NOMBRES	%	DECEDEES	BLESSEES		SAUVEES INDEMNES
			GRAVES	LEGER	

NOMBRE DE SORTIES	PERSONNES MISE EN SECURITE
-------------------------	----------------------------------

I.1. INCENDIES :

E.R.P.....	6	0,0 %	0	1	0	0
Locaux d'habitation ou bureaux	57	0,0 %	2	0	12	2
Locaux industriels.....	5	0,0 %	0	0	1	0
Véhicules.....	27	0,0 %	2	0	9	1
Entrepôts, docks.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Forêts.....	1	0,0 %	0	0	0	0
Landes, maquis, garrigues....	16	0,0 %	0	0	4	0
Feux de cheminées.....	64	0,0 %	0	0	11	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	182	0,0 %	0	1	31	2

Personnes en péril .....	83	0,0 %
Biens menacés .....	65	0,0 %
Sorties pour animaux .....	265	0,0 %
Transport personnes imotentes	269	0,0 %
Autres .....	225	0,0 %

I.2. ACCIDENTS DE LA CIRCULATION :

CIRCULATION ROUTIERE.....	435	0,0 %	5	32	379	297
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	0	0,0 %	0	0	0	0

III. SORTIES DIVERSES

Recherches .....	16	0,0 %
Ouvertures de portes .....	78	0,0 %
Fausses alertes .....	2	0,0 %
(Sorties sans intervention....	738	0,0 %
Autres .....	637	0,0 %

I.3. ACCIDENTS NECESSITANT QUE DES SECOURS

( ----- Intoxication -----			0	5	8	0
( ----- Suffocation -----			1	1	2	0
Accidents de montagne.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Accidents en milieu aquatique.	6	0,0 %	0	0	3	0
( --- Accidents du travail ---			1	6	61	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	396	0,0 %	12	32	352	0

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES SORTIES  
DE SECOURS DENOMBREES EN I. II. III.  
(Dénombrements non cumulables avec I. II. III.)

-Superficie (en hect.) de forêt, landes, maquis, garrigues, parcourus par le feu.....	10
-Nombre d'accidents d'origine domestique.....	58
-Nombre d'interventions VSAB ou ambulance.....	1395
-Nombre d'interventions médicalisées.....	188
-Nombre d'accidents de transport de matières dangereuses.....	0

I.4. AUTRES ACCIDENTS :

Pollution par hydrocarbures..	2	0,0 %	0	0	0	0
Pollution / produits dangereux	10	0,0 %	0	0	6	0
Inondations de terrains.....	418	0,0 %	2	1	22	5
Inondation de locaux (pluie)..	1	0,0 %	0	0	0	0
Explosion.....	4	0,0 %	0	0	1	0
Effondrements de terrains....	19	0,0 %	0	1	1	1
Effondrements de constructions	1	0,0 %	0	0	0	0
Contamination.....	0	0,0 %	0	0	0	0
.....	0	0,0 %	0	0	0	0
Autres.....	0	0,0 %	0	0	0	0

DECEDEES	BLESSES	
	grave	léger

Nombres de S.P. accidentés  
au cours de ces sorties..... 0 0 11

Tests sur 3341 interventions,  
.....

Fait à LIMOGES

, le 09 / 03 / 1994

Vu et contrôlé :  
Le directeur départemental  
du service départemental d'Incendie et de Secours,



*[Signature]*

QUESTIONNAIRE

---

LIEU DE TRAVAIL :

N° DU SUJET :

CODE :

AGE :

TAILLE :

POIDS :

ANNEES D'EXPOSITION :

TABAGISME :

- Etes-vous fumeur ?
- Etes-vous ex-fumeur ?
- Etes-vous non-fumeur ?

Pour les fumeurs, évaluation en année/paquets :

SPORT :

- Etes-vous sportif ?
- Etes-vous ex-sportif ?
- Etes-vous non-sportif ?

SPECIALISATION :

\* MECANICIEN

- Etes-vous mécanicien ?
- Etes-vous ex-mécanicien ?
- Pas de spécialisation ?

\* PLONGEUR

- Etes-vous plongeur ?
- Etes-vous ex-plongeur ?
- Pas de spécialisation ?

\* C M I C (CELLULE MOBILE D'INTERVENTION CHIMIQUE)

- Avez-vous cette spécialité ?
- N'avez-vous pas cette spécialité ?

\* RADIOPROTECTION

- Avez-vous cette spécialité ?
- N'avez-vous pas cette spécialité ?

EMPLOI(S) ANTERIEUR(S) :

- 
- 

INTOXICATION - PROBLEMES RESPIRATOIRES :

- Avez-vous déjà eu, au cours de votre activité, un problème pulmonaire ou une intoxication qui aurait entraîné une hospitalisation ou une consultation médicale ?
- Avez-vous déjà ressenti, au cours de votre carrière, un (des) trouble(s) ventilatoires(s) (pendant une intervention ou après) particulièrement important sans avoir eu besoin d'hospitalisation ou de consultation ?

SYMPTOMES RESPIRATOIRES :

\* TOUX

- Est-ce que vous toussiez, en général, dès que vous vous éveillez le matin ?
- Vous arrive-t-il de tousser au cours de la journée ou de la nuit ?

- Toussez-vous la plupart des jours pendant une période pouvant atteindre trois mois par an ?

\* EXPECTORATION

- En général, avez-vous besoin d'expectorer dès que vous vous éveillez le matin ?
- En général, avez-vous besoin d'expectorer au cours de la journée ou de la nuit ?
- Eprenez-vous ce besoin la plupart des jours, pendant une période pouvant atteindre trois mois par an ?

\* DOULEUR THORACIQUE

- Avez-vous ressenti une douleur thoracique au cours d'un effort sportif ?
- Avez-vous ressenti une douleur thoracique au cours d'une intervention ?
- Avez-vous ressenti une douleur thoracique au repos ?

\* DYSPNEE

- Avez-vous ressenti une gêne respiratoire au cours d'un effort sportif ?
- Avez-vous ressenti une gêne respiratoire au cours d'une intervention ?
- Avez-vous du mal à respirer de façon habituelle ?

\* PNEUMOPATHIE

- Au cours des trois dernières années, avez-vous eu une maladie pulmonaire qui vous a obligé à renoncer à vos activités habituelles pendant au moins une semaine ?  
Laquelle ?

ANTECEDENTS PERSONNELS :

- 1 - Avez-vous déjà été opéré ou blessé à la poitrine ?
- 2 - Avez-vous souffert de troubles cardiaques ?
- 3 - Avez-vous souffert de bronchite ?
- 4 - Avez-vous souffert de pneumonie ?

- 5 - Avez-vous souffert de pleurésie ?
- 6 - Avez-vous souffert de tuberculose pulmonaire ?
- 7 - Avez-vous souffert d'asthme bronchique ?
- 8 - Avez-vous souffert d'autres affections pulmonaires ?
- 9 - Souffrez-vous d'allergies ?

Lesquelles ?

Précisez si les troubles sont apparus pendant votre carrière).

ANTECEDENTS ALLERGIQUES FAMILIAUX :

- Y a-t-il des allergies dans votre famille ?

Lesquelles ?

TRAITEMENT(S) :

- Pensez-vous actuellement un traitement médicamenteux ?

Lequel ?

# **TABLE DES MATIERES**

INTRODUCTION.....	19
PREMIERE PARTIE - SAPEURS-POMPIERS ET FUMÉES D'INCENDIE.....	21
CHAPITRE 1 : LES SAPEURS-POMPIERS PROFESSIONNELS de LIMOGES.....	22
1.1. La formation professionnelle.....	23
1.1.1. Généralités.....	23
1.1.2. Un concours.....	23
1.1.3. Les conditions légales d'aptitude.....	24
1.1.4. La surveillance médicale légale.....	24
1.2. L'analyse des activités professionnelles au sein du Département...	26
1.2.1. Situation d'ensemble.....	26
1.2.1.1. Organisation du Corps.....	26
1.2.1.2. Les sites à risques.....	26
1.2.2. Statistiques des interventions.....	34
1.3. Le matériel de prévention et de sécurité.....	37
1.3.1. Présentation.....	37
1.3.2. Principales cellules d'intervention.....	37
1.3.2.1. La plongée.....	37
1.3.2.2. La C.M.I.C.....	39
1.3.2.3. Le V.L.A.P.....	40
1.3.2.4. Le S.D.....	41

1.4. Leurs protections.....	43
1.4.1. Equipement.....	43
1.4.1.1. La tenue de feu - tenue de base.....	43
1.4.1.2. Les protections particulières.....	44
1.4.1.3. Les appareils respiratoires.....	45
A - Généralités	
B - ARI à circuit ouvert	
C - ARI à circuit fermé	
D - Conclusion	
1.4.2. Spécialisations professionnelles.....	49
CHAPITRE 2 : INCENDIES ET TROUBLES VENTILATOIRES.....	52
2.1. Mécanismes des feux.....	53
2.2. Les toxiques inhalés.....	54
2.2.1. Généralités.....	54
2.2.2. Classification des toxiques.....	55
2.2.3. Toxicologie clinique des principaux produits rencontrés dans les incendies.....	56
2.2.3.1. Le monoxyde de carbone.....	56
A - Sources et circonstances d'apparition	
B - Les effets cliniques	
2.2.3.2. Le gaz carbonique.....	59
2.2.3.3. L'acide cyanhydrique.....	59
A - Origine	
B - Les effets cliniques	

2.2.3.4. Les vapeurs corrosives.....	61
A - Les différentes substances chimiques	
B - Les effets cliniques	
a - Les effets communs	
b - Quelques effets particuliers	
2.2.3.5. Les polymères synthétiques.....	65
2.2.3.6. Les suies.....	65
2.3. La pathologie pulmonaire.....	66
2.3.1. Anatomopathologie.....	66
2.3.2. Physiopathologie.....	68
2.3.2.1. En aiguë.....	68
A - Brûlures thermiques	
B - Mécanismes entrant en cause dans la diminution de l'oxygénation	
a - Action systémique	
b - Effet loco régional	
c - Grande sensibilité du poumon à l'infection	
2.3.2.2. En chronique.....	72
A - Evolution d'une intoxication aiguë	
B - Exposition modérée mais répétée	
2.3.3. Clinique.....	74
2.3.3.1. En aiguë.....	74
A - Stade précoce	
B - Complication/Evolution	
2.3.3.2. En chronique.....	77

2.3.4. Examens complémentaires.....	78
2.3.4.1. Biologie sanguine.....	79
2.3.4.2. Radiographie thoracique.....	79
2.3.4.3. Epreuve fonctionnelle respiratoire (EFR).....	79
2.3.4.4. Bronchofibroskopie.....	80
2.3.4.5. Scintigraphie au Xénon 133.....	81
2.3.4.6. Tomodensitométrie.....	81
2.3.5. Principe de traitement.....	81
SECONDE PARTIE - ENQUÊTE EPIDEMIOLOGIQUE.....	84
CHAPITRE 1 : PRESENTATION.....	85
1.1. Objectifs de l'enquête.....	86
1.2. Population, matériel et méthode.....	86
1.2.1. La population.....	86
1.2.2. Matériel utilisé.....	87
A - Le questionnaire respiratoire	
B - Les épreuves fonctionnelles respiratoires	
a - L'appareil utilisé	
b - Les tests pratiqués	
1.2.3. La méthode.....	88
. Déroulement de l'enquête	
. Sélection et interprétation des courbes	
1.3. Analyse statistique.....	91

CHAPITRE 2 : RESULTATS.....	93
2.1. Analyse descriptive de la population et des symptômes.....	94
2.1.1. La population.....	94
2.1.2. Caractéristiques professionnelles.....	95
2.1.2.1. Durée d'exposition.....	95
2.1.2.2. Spécialisations.....	96
2.1.2.3. Intoxication professionnelle.....	96
2.1.3. Antécédents.....	97
2.1.4. Métiers antérieurs.....	99
2.1.5. Les symptômes respiratoires.....	99
2.2. Analyse des résultats des EFR.....	99
2.2.1. Comparaison globale.....	99
2.2.2. Etude individuelle.....	109
CHAPITRE 3 : DISCUSSION.....	112
3.1. Population et symptômes.....	113
3.1.1. Population.....	113
3.1.2. Activité professionnelle.....	114
3.1.3. Antécédents.....	115
3.1.4. Symptômes.....	116
3.1.5. Biais.....	116
3.2. Les EFR.....	117
- Etude globale comparée aux données de la littérature.....	117
- Etude individuelle de nos résultats.....	121

CONCLUSION.....	124
BIBLIOGRAPHIE.....	126
ANNEXES.....	139
TABLE DES MATIERES.....	150



SERMENT D'HIPPOCRATE

---

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciplines, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les moeurs ni à favoriser les crimes.

Reconnaissant envers mes maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères et s'ils devaient entreprendre la Médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné à jamais de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole, et que je me parjure, puissè-je avoir un sort contraire.

BON A IMPRIMER No 29

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ

---

CHAMPEAUX (Agnès, épouse LE FLAHEC). — Recherche épidémiologique de troubles ventilatoires chez 162 Sapeurs-Pompiers professionnels. — 158 f. ; ill. ; tabl. ; 30 cm (Thèse : Méd. ; Limoges ; 1994).

---

**RESUME :**

Malgré le port de l'appareil respiratoire isolant (ARI), les troubles respiratoires des Sapeurs-Pompiers en raison de l'inhalation de fumées de plus en plus toxiques peuvent être sous-estimés. Le but de ce travail a été d'étudier, sur un groupe de 162 Sapeurs-Pompiers professionnels d'une ville de moyenne importance, la prévalence de troubles respiratoires. Un questionnaire standardisé et une Exploration Fonctionnelle Respiratoire (EFR) avec mesure de la CVF, du VEMS, du DEM 25-75, du DEM 50 et du DEM 25, ont été proposés. Les résultats EFR ont été comparés à ceux de témoins fumeurs et non fumeurs. Le questionnaire fait apparaître une faible fréquence d'accidents respiratoires (21 %). En revanche, les incidents respiratoires sont beaucoup plus importants (70 %), ils devraient diminuer du fait du port de l'ARI. La fonction respiratoire des Sapeurs-Pompiers non fumeurs exposés en moyenne depuis seize ans, comparée à celle de témoins non fumeurs, est globalement bien conservée ; mais un trouble obstructif périphérique peut être évoqué face à la différence significative du DEM 25-75 et du DEM 50. Une étude individuelle permet d'associer les trois obstructions périphériques relevées avec la durée d'exposition aux fumées. Seule une étude longitudinale permettrait un dépistage précoce d'anomalies respiratoires : l'EFR devrait alors faire partie de façon systématique des visites de Médecine du Travail.

---

**MOTS-CLES :**

- Sapeurs-Pompiers.
- Explorations Fonctionnelles Respiratoires.
- Intoxication.
- Fumées d'incendie.

---

**JURY :** Président : Monsieur le Professeur DUMONT.  
Juges : Monsieur le Professeur BONNAUD.  
Monsieur le Professeur DOIGNON.  
Monsieur le Professeur PUJOL.  
Membres Invités : Madame le Docteur ANTONINI.  
Monsieur le Docteur MATHE.  
Monsieur le Docteur MELLONI.

---