



UNIVERSITE DE LILLE  
**FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG**

Année : 2019

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Rôle du médecin de prévention dans la prise en compte de la toxicité  
des fumées d'incendie**

Présentée et soutenue publiquement le 3 juin 2019 à 16 heures  
Au Pôle Recherche  
**Par Nicolas MATUSZAK**

---

**JURY**

**Président :**

**Madame le Professeur Annie SOBASZEK**

**Assesseurs :**

**Madame le Professeur Sophie FANTONI-QUINTON**

**Madame le Docteur Catherine NISSE**

**Madame le Docteur Sophie MICZEK**

**Directeur de Thèse :**

**Monsieur le Docteur Patrick HERTGEN**

---

# **Avertissement**

**La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.**



## Liste des abréviations

API	Appui psychologique aux intervenants
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARI	Appareil respiratoire isolant
AT/MP	Accident du travail - maladie professionnelle
BAL	Binôme d'alimentation
BAT	Binôme d'attaque
BDSP	Banque de Données en Santé Publique
BSPP	Brigade de sapeurs-pompiers de Paris
BTX	Benzène, Toluène, Xylène
CARSAT	Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CIS	Centre d'intervention et de secours
CMR	Cancérogène, mutagène, reprotoxique
CNRACL	Caisse nationale de retraites des agents des collectivités locales
CO	Monoxyde d'azote
CO2	Dioxyde d'azote
COEPT	Centre d'Observation et d'Étude des Phénomènes Thermiques
COV	Composé Organique Volatil
CR	Commission de Réforme
CRRMP	Comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles
CUMP	Cellule d'Urgence Médico-Psychologique
CVF	Capacité Vitale Forcée
DGSCGC	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises

EPI	Equipement de Protection Individuelle
ESPT	Etat de stress post-traumatique
EU-OSHA	Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail
EvRP	Evaluation des risques professionnels
FFP3	Filtering Facepiece Particles
FID OPE	Formation initiale départementale opérationnelle
FGI	Fire-Gas-Ignition
FMPA OPE	Formation de maintien et de perfectionnement des acquis opérationnels des personnels de santé
FPT	Fourgon Pompe Tonne
FSI	Formateurs en Sécurité Incendie
GERS	Groupe Exercice Réadaptation Sport
GREMS	Groupe de Recherche et d'Evacuation en Milieu Souterrain
GRIMP	Groupe de Reconnaissance et d'Intervention en Milieu Périlleux
GSSS	Groupement Santé et Sécurité en Service
HAM	Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
IC	Intervalle de confiance
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
Irdes	Institut de recherche et documentation en économie de la santé
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
IPP	Incapacité permanente partielle
LATMP	Loi sur les accidents du travail et les maladies professionnelles
LD	Limite de détection
LDT	Lance du dévidoir tournant
LICT	Laboratoire Interrégional de Chimie-Toxicologie

LNH	Lymphome non-Hodgkinien
MCEF	Maladie contractée dans l'exercice des fonctions
MCP	Maladie à Caractère Professionnel
MCV	Maladies cardiovasculaires
MGO	Marche générale des opérations
MP	Maladie Professionnelle
MPI	Maladie Professionnelle Indemnisable
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NIST	National Institute of Standards and Technology
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PATS	Personnels administratifs, techniques et spécialisés
PBDE	Polybromodiphényléther
PCDD	Polychloro-dibenzodioxines
PCDF	Polychloro-dibenzofuranes
PISU	Protocoles Infirmiers de Soins d'Urgence
POP	Polluant organique persistant
PSSM	Pôle Santé et Secours Médical
PUF	Particules ultrafines
PVC	Polychlorure de vinyle
RAA	Rapport administratif d'accident
RETEX	Retour d'Expérience
RFB	Retardateurs de Flamme Bromés
RFP	Rapid Fire Progress
RR	Risque Relatif
RSI	Ratio Standardisé d'Incidence
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours

SFC	Société Française de Cardiologie
SP	Sapeur-pompier
SPP	Sapeur-pompier professionnel
SPV	Sapeur-pompier volontaire
SSO	Soutien santé opérationnel
SSSM	Service de santé et de secours médical
SUAP	Secours d'urgence à personnes
TBBPA	Tétrabromobisphénol A
TCC	Thérapies cognitives et comportementales
TCDD	2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine
UL	Underwriters Laboratories
VAI	Voies aériennes inférieures
VAS	Voies aériennes supérieures
VEMS	Volume expiratoire maximal par seconde
VLEP	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle

# Table des matières

<b>RÉSUMÉ</b> .....	1
<b>INTRODUCTION</b> .....	1
Contexte .....	1
Objectifs de l'étude .....	4
<b>MATÉRIELS ET MÉTHODES</b> .....	5
I. Schéma d'étude .....	5
II. Etat des lieux du nouvel environnement de l'incendie et des nouveaux dangers, expositions et risques chez les sapeurs-pompiers .....	5
III. Etude des mesures de prévention émises par la caisse nationale de retraites des agents des collectivités locales .....	6
IV. Déclaration et reconnaissance des maladies professionnelles .....	8
<b>RÉSULTATS</b> .....	9
I. L'incendie moderne : du nouvel environnement aux nouveaux risques.....	9
A. Missions de lutte contre l'incendie, contamination et moyens de protection .....	9
1. Missions de lutte contre l'incendie .....	9
a) L'incendie .....	9
(1) Définitions.....	9
(2) Mode de propagation .....	11
(3) Les différentes phases de l'incendie .....	12
b) Mutation de l'environnement incendie et nouveaux risques .....	13
(1) Nouvel algorithme de l'incendie.....	14
(2) Evaluation des nouveaux risques .....	16
(a) Risques liés à la chaleur et aux phénomènes thermiques .....	16
(b) Risques associés aux fumées .....	18
(c) Risques physiques.....	19
(d) Risques psychosociaux .....	20
2. Contaminants de l'incendie moderne.....	23
a) Principaux composants des fumées d'incendie moderne.....	25
(1) Gaz asphyxiants .....	25
(a) Le monoxyde de carbone (CO).....	25
(b) Le dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ).....	25
(c) Le cyanure d'hydrogène (HCN) .....	26
(2) Gaz irritants.....	26
(a) Les oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ).....	26
(b) Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ).....	26
(c) Le chlorure d'hydrogène (HCl).....	27

(3)	Les Composés Organiques Volatils (COV).....	27
(4)	Les Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	27
(5)	Les goudrons .....	29
(6)	Suie.....	29
(7)	Particules fines .....	30
(8)	Retardateurs de flammes .....	30
(9)	Dioxines et furanes.....	31
(10)	Chlorure de vinyle.....	31
(11)	Amiante.....	32
b)	Particularité de la phase de déblai .....	33
c)	Les voies d'absorption.....	34
(1)	La voie respiratoire .....	34
(2)	La voie cutanée .....	36
(3)	La voie digestive (ingestion).....	36
d)	Facteurs aggravants connus .....	36
3.	Mesures de protection .....	38
a)	Protection collective.....	38
b)	Equipements de protection individuelle du sapeur-pompier : .....	38
(1)	Tenues vestimentaires .....	39
(2)	L'appareil respiratoire isolant.....	39
(3)	Faiblesse des équipements de protection individuelle .....	41
(a)	Altération des fonctions sensori-motrices .....	41
(b)	Impact toxicologique .....	42
(c)	Contamination directe et croisée .....	45
B.	Effets médico-sanitaires .....	47
1.	Intoxications aiguës.....	48
2.	Effets au long cours.....	49
a)	Cardiopathies .....	49
b)	Pneumopathies .....	50
c)	Cancers.....	51
II.	Mesures relatives au médecin de prévention .....	56
A.	Mesures générales .....	56
1.	Avant l'intervention .....	56
Informer et former :.....	56	
a)	sensibiliser et informer l'ensemble des sapeurs-pompiers (...) / Développer la culture de la prévention.....	56
b)	Prévenir et dépister.....	56
(1)	Utiliser une tenue adaptée en fonction de chaque situation et en changer systématiquement en cas de contamination .....	56

2.	Pendant l'intervention .....	57
a)	Généraliser le soutien sanitaire opérationnel .....	57
B.	Mesures spécifiques aux formations sur feux réels .....	57
1.	Informer et former.....	57
a)	Profiter des cycles de formation pour rappeler les bonnes pratiques en matière de santé au travail et les mettre en œuvre .....	57
III.	Rôle du médecin de prévention dans la déclaration en maladie professionnelle.....	58
A.	La maladie professionnelle .....	59
B.	Les tableaux de maladies professionnelles .....	60
1.	Structure des tableaux de maladies professionnelles .....	60
2.	Evolution des tableaux .....	61
C.	La maladie professionnelle au sein de la fonction publique .....	61
1.	Maladie contractée en service .....	61
2.	Présomption d'imputabilité au service.....	62
D.	Maladies professionnelles présumées chez les pompiers à l'étranger .....	64
1.	Québec .....	64
2.	Etats-Unis et Australie .....	65
IV.	Actions de prévention au sein du SDIS 59 .....	66
A.	Avant l'intervention .....	66
1.	Informer et former.....	66
Sensibiliser et informer l'ensemble des sapeurs-pompiers :.....	66	
a)	Enseignement en caserne .....	66
b)	Développer la culture de la prévention et la prise de conscience du risque spécifique lié aux expositions aux fumées lors des cycles de formation .....	66
(1)	Formation initiale départementale opérationnelle.....	67
(2)	Formation de maintien et de perfectionnement des acquis opérationnels des personnels de santé.....	68
2.	Prévenir et dépister.....	70
Utiliser une tenue adaptée en fonction de chaque situation et en changer systématiquement en cas de contamination : .....	70	
a)	Campagne de mesures de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques .....	70
B.	Pendant l'intervention .....	74
1.	Agir sur l'organisation .....	74
a)	Généraliser le soutien sanitaire opérationnel et le rendre obligatoire sur les interventions importantes.....	74
b)	Protocole de réengagement .....	75
C.	Mesures spécifiques aux formations sur feux réels .....	76
1.	Informer et former.....	76
a)	Profiter des cycles de formation pour rappeler les bonnes pratiques en matière de santé au travail et les mettre en œuvre .....	76

(1)	Centre d'observation et d'étude des phénomènes thermiques du SDIS 59 .....	76
(2)	Protocole de prise en charge des stagiaires au caisson .....	76
(a)	Brûlures.....	77
(b)	Coup de chaleur d'exercice .....	77
D.	Parcours de reconnaissance d'une maladie contractée dans l'exercice des fonctions au Service Départemental d'Incendie et de Secours du Nord .....	79
1.	Agent fonctionnaire.....	80
2.	Agent non titulaire .....	82
<b>DISCUSSION</b>	.....	<b>84</b>
I.	Choix du sujet .....	84
II.	Analyse des résultats .....	86
A.	Identification du rôle du médecin de prévention .....	86
B.	Retour des formations : changement de mentalité .....	87
III.	Forces et limites de l'étude .....	88
A.	Forces .....	88
1.	Originalité du travail .....	88
2.	Méthode utilisée.....	88
3.	Aspect novateur.....	89
4.	Polyvalence et accessibilité des mesures mises en place .....	89
B.	Limites .....	89
1.	Taille des échantillons de la campagne de prélèvements surfaciques .....	89
2.	Absence de traçabilité des formations dispensées .....	90
3.	Sélection des mesures de prévention .....	90
IV.	Proposition de travaux futurs .....	91
A.	Prévention primaire.....	91
1.	Matériels et équipements .....	91
a)	Tenue de feu.....	91
b)	Conception révisée des véhicules d'intervention.....	92
2.	Orientations 2018-2022.....	93
B.	Prévention secondaire .....	94
1.	Protocole de suivi formateurs incendie .....	94
2.	Améliorer la détection.....	96
a)	Utilisation de l'outil SCORE .....	96
b)	Utilisation des outils de sensibilisation pour reconnaître l'origine professionnelle de certains cancers .....	97
C.	Prévention tertiaire.....	98
1.	Protocole de décontamination .....	98
2.	Mesures d'hygiène corporelle au retour de caserne.....	99
3.	Suivi post-professionnel.....	99

4. Retour à l'emploi .....	101
<b>CONCLUSION</b> .....	103
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	104
<b>ANNEXES</b> .....	121
Annexe 1 : Mesures de prévention.....	121
Annexe 2 : Tableau comparatif des maladies professionnelles présumées .....	125
Annexe 3 : Protocole de réengagement du sapeur-pompier .....	126
Annexe 4 : Protocole de prise en charge des brûlures .....	127
Annexe 5 : Protocole de prise en charge du coup de chaleur à l'exercice .....	130
Annexe 6 : Procédure de déclaration et de reconnaissance d'une maladie contractée dans l'exercice des fonctions pour un agent fonctionnaire .....	132
Annexe 7 : Acteurs impliqués dans la constitution et le traitement du dossier de déclaration et de reconnaissance d'une maladie contractée dans l'exercice des fonctions pour un agent non titulaire .....	133
Annexe 8 : Parcours de déclaration et de reconnaissance d'une maladie contractée dans l'exercice des fonctions pour un agent non titulaire .....	134

## RÉSUMÉ

**Contexte :** L'environnement de l'incendie a considérablement évolué ces dernières années, et il est source de nouveaux risques chez les sapeurs-pompiers. Un rapport publié en 2017 par la CNRACL propose des mesures de prévention du risque lié aux contaminants des fumées d'incendie. L'objectif de ce travail est d'identifier le rôle du médecin de prévention en application de ces mesures.

**Méthode :** Une évaluation des risques encourus par les sapeurs-pompiers au cours des missions de lutte contre l'incendie a été réalisée. La sélection des mesures a été effectuée au travers des principes de prévention primaire, secondaire et tertiaire inhérents aux missions du médecin de prévention, avec mise en application de plusieurs mesures au sein du SDIS 59.

**Résultats :** Au sein de la mission de lutte contre l'incendie, les sapeurs-pompiers sont exposés à des contaminants responsables du développement de pathologies chroniques qui peuvent être prévenues. La prévention primaire doit être axée sur la sensibilisation et l'information des intervenants au cours des différentes sessions de formations. La prévention secondaire peut s'articuler autour de la réalisation de mesures d'exposition aux contaminants, et de la surveillance de la santé des sapeurs-pompiers et du milieu dans lequel ils évoluent par le biais de protocoles de réengagement des intervenants. Enfin, la prévention tertiaire s'inscrit dans la prise en charge des accidents aigus sur intervention, ainsi que dans l'accompagnement du sapeur-pompier dans le parcours de déclaration en maladie professionnelle.

**Conclusion :** Le médecin de prévention, par son engagement dans la démarche d'amélioration continue de maîtrise des risques avec le SDIS et par sa connaissance des risques liés aux missions de lutte contre l'incendie, est un acteur incontournable des actions de prévention liées aux fumées d'incendie. En revanche, son action ne saurait être efficace sans le concours de l'ensemble des agents impliqués dans la prévention des risques professionnels et de la culture en santé au travail.

# INTRODUCTION

## Contexte

Le corps des sapeurs-pompiers (SP) est un service public d'intervention qui a pour mission principale de porter secours à nos concitoyens, et d'assurer une protection de leurs biens et de l'environnement. Pour beaucoup de SP, ce métier est une vocation, et de par leur dévouement à mener au mieux leurs actions, ces derniers sont susceptibles d'être exposés à de nombreuses nuisances.

Au sein de leur activité, la mission de lutte contre l'incendie leur est propre et exclusive. Bien que la toxicité de l'inhalation des fumées d'incendie soit connue depuis longtemps, l'exposition des SP aux particules issues de la combustion sur les lieux de l'intervention et après l'intervention présente des effets néfastes qui ont fait l'objet d'études plus récentes.

En effet, malgré l'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) en perpétuelle évolution, de nombreuses études scientifiques réalisées au niveau international sur la profession au cours des 10 dernières années montrent que l'exposition des SP aux poussières, particules et gaz contenus dans les fumées d'incendie entraîne un risque accru de développer plusieurs maladies dont des pathologies cardiovasculaires, pulmonaires, mais surtout cancéreuses.

En 2010, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a confirmé le lien entre le développement du cancer et le métier de pompier en catégorisant la profession comme « *peut-être cancérogène* » pour l'humain (classification 2B) (1).

Au Canada, certains états comme l'Ontario reconnaissent 14 types de cancers comme maladies professionnelles (MP) chez le SP alors que plusieurs centaines d'études sur le sujet ont été réalisées à travers le monde sur plus de 20 sites potentiels de cancer (2).

En France, une analyse de la mortalité des sapeurs-pompier professionnels (SPP) réalisée sur une période de trente ans montre des excès de décès modérés mais non significatifs pour certains types de cancers. En revanche, la mortalité par cancer du SPP est globalement non statistiquement différente de celle de la population générale française (3).

### ***Problématique de la place du médecin de prévention au sein des nouveaux risques encourus***

La mutation de l'environnement incendie est synonyme de nouveaux risques pour le SP, non seulement pendant la phase active de l'incendie, mais également après l'intervention. Fort de ce constat, un groupe de travail constitué d'administrateurs de la caisse nationale de retraites des agents des collectivités locales (CNRACL), de représentants de la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC) et d'organismes de prévention et de représentants de la profession a été constitué en 2015. Après avoir établi un état des connaissances, ce groupe d'experts a publié en septembre 2017 un rapport sur la prévention des risques induits par la fumée sur la santé du SP, intitulé « Impact et prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie pour les sapeurs-pompier » (4). Il contient notamment 43 mesures de prévention destinées à renforcer la sécurité des SP face à la toxicité des fumées d'incendie. En réponse à la parution de ce rapport, un « Guide de Doctrine Opérationnelle (GDO) relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie » concernant les feux en milieu clos, fut publié par la DGSCGC en Mars 2018 (5). Celui-ci apporte des outils d'aide à l'appréciation des risques, ainsi que des mesures à intégrer à la marche générale des opérations (MGO).

Au sein de son exercice, le médecin de prévention a entre autres pour mission d'« éviter toute altération de la santé des agents du fait de leur travail, notamment en surveillant les conditions d'hygiène du travail, les risques de contagion et l'état de santé des agents... » tel qu'inscrit dans la loi n° 84-53 du 26 janvier 1984 portant dispositions statutaires relatives à la fonction publique territoriale (6).

Si l'exposition aux contaminants et leurs effets médico-sanitaires sur l'état de santé du SP intéressent de plus en plus la communauté scientifique, le rôle du médecin de prévention au sein de cette problématique n'a pas été défini dans la littérature médicale à ce jour.

Bien que les préconisations émises dans le rapport de la CNRACL soient relatives aux stratégies de prévention du risque lié aux fumées, ce dernier ne définit pas distinctement les différents acteurs impliqués, ni les missions du médecin de prévention au sein de l'évaluation et la réduction des risques professionnels.

De plus, en tant que conseiller de l'administration, des agents et de leurs représentants quant aux questions relatives à la protection des agents face aux maladies d'origine professionnelle (7), le médecin de prévention a pour rôle d'accompagner l'agent au sein de la procédure de déclaration en maladie contractée en service. Cependant, ces démarches sont loin d'être connues de tous les agents, actifs ou retraités, et la compréhension des modalités liées à la reconnaissance en maladie contractée en service peut relever du parcours du combattant pour le SP non initié à ce type de démarche. Un rapport publié le 11 Avril 2019 par l'Assurance maladie et intitulé « Santé travail : enjeux et actions » confirme par ailleurs cette tendance, et pointe du doigt la sous-déclaration des cancers d'origine professionnelle dans le département du Nord, la méconnaissance des risques et de leurs droits par les salariés, ainsi que leur découragement devant la complexité des démarches administratives (8).

## Objectifs de l'étude

L'objectif principal de l'étude est d'identifier le rôle du médecin de prévention dans la prise en compte de la toxicité des fumées d'incendie, notamment au travers de l'étude des possibilités d'application des préconisations du rapport de Mars 2017 de la CNRACL au sein du SDIS 59.

Les objectifs secondaires sont :

- La réalisation d'un état des lieux du nouvel environnement de l'incendie
- L'évaluation des nouveaux dangers, expositions et risques encourus par le SP lors de la mission de lutte contre l'incendie
- L'élaboration d'une synthèse des démarches nécessaires à la déclaration en maladie professionnelle

Enfin, ce travail s'inscrit dans une démarche didactique permettant de fournir aux sapeurs-pompiers une base de connaissances utile à la compréhension de la problématique, afin de cerner au mieux ses différents enjeux.

Dans cette logique, l'état des lieux du nouvel environnement de l'incendie et l'évaluation des nouveaux risques encourus par le SP seront développés en première partie de ce travail.

# MATÉRIELS ET MÉTHODES

## **I. Schéma d'étude**

Cette thèse est constituée de quatre parties. Les trois premières seront consacrées à une étude bibliographique, à travers laquelle nous introduirons les notions essentielles à la compréhension du système feu, et réaliserons une évaluation des risques encourus par les sapeurs-pompiers au sein des missions d'extinction d'incendie. Nous procéderons à l'analyse des mesures de prévention des risques liés aux fumées d'incendie décrites dans le rapport de la CNRACL de Mars 2017, et étudierons les modalités de déclaration et de reconnaissance des MP en France.

La dernière partie sera consacrée à l'application des mesures de prévention au sein du SDIS 59. A cette occasion, une campagne de prélèvements a été élaborée en concertation avec le Laboratoire Interrégional de Chimie-Toxicologie (LICT) de la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail Nord-Picardie (CARSAT).

## **II. Etat des lieux du nouvel environnement de l'incendie et des nouveaux dangers, expositions et risques chez les sapeurs-pompiers**

La recherche des informations qui caractérisent le nouvel environnement de l'incendie et des nouveaux risques sont basés essentiellement sur les sessions d'enseignements organisées par le Centre d'Observation et d'Étude des Phénomènes Thermiques (COEPT) auxquelles nous avons eu l'honneur d'assister, ainsi qu'aux connaissances acquises lors des gardes prises dans les différents CIS du département. Ces dernières ont pu être approfondies par les thématiques abordées lors du 1<sup>er</sup> congrès de la zone de secours NAGE « Fumées... nuit gravement à la santé » organisé à Namur le

jeudi 22 février 2018 (9), ainsi que du « Colloque de sciences appliquées au sapeur-pompier » qui s'est déroulé le mardi 3 avril 2018 au centre de congrès de la cité des sciences et de l'industrie à La Villette (Paris XIX) (10).

Le travail réalisé sur les liens entre le métier de SP et le risque de développement de cancers depuis 2007 – date à laquelle fut achevée l'analyse documentaire du CIRC – s'est effectué dans les principales bases de données bibliographiques (Pubmed, Google Scholar, Catalogue du Système Universitaire de Documentation (Sudoc), Banque de Données en Santé Publique (BDSP), Bibliothèque en ligne de l'Université de Lille, Droit et Santé, Toxline), et fut complétée par les rapports scientifiques issus de la « Revue de la littérature épidémiologique sur le risque de cancer chez les pompiers », publiée en décembre 2018 par l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST). Les termes utilisés ont été les suivants : POMPIER (firefighter, fireman) AND RISQUE (epidemiology, incidence, mortality, risk factor) AND CANCER (cancer, neoplasm, tumor).

### **III. Etude des mesures de prévention émises par la caisse nationale de retraites des agents des collectivités locales**

Les mesures issues du rapport « Impact et prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie pour les sapeurs-pompiers » de la CNRACL, adressées aux différents SDIS de France et destinées à renforcer la sécurité des SP face aux fumées sont présentées en Annexe 1. Celles-ci ont servi de bases de travail afin d'identifier le rôle du médecin de prévention dans la thématique des fumées d'incendie. Plusieurs de ces mesures ont été sélectionnées afin de faire l'objet d'un plan d'actions par mes soins en qualité de médecin de prévention rattaché au Pôle Santé et Secours Médical (PSSM), dans le respect des missions du médecin de prévention définies par le décret n° 82-453 du 28 mai 1982 (11).

Le médecin de prévention exerce ses missions selon les règles définies par le code de déontologie médicale. Parmi les missions des services de médecine et de prévention définies dans le décret précité, l'article 15 détaille le rôle du médecin de prévention en tant que « *conseiller de l'administration, des agents et de leurs représentants en ce qui concerne :*

*1° L'amélioration des conditions de vie et de travail dans les services ;*

*2° L'hygiène générale des locaux de service ;*

*3° L'adaptation des postes, des techniques et des rythmes de travail à la physiologie humaine ;*

*4° La protection des agents contre l'ensemble des nuisances et les risques d'accidents de service ou de maladie professionnelle ou à caractère professionnel ;*

*5° L'hygiène dans les restaurants administratifs ;*

*6° L'information sanitaire »*

Le médecin de prévention a également pour rôle de « *prévenir toute altération de la santé des agents du fait de leur travail* » (12), et pour ce faire, il dispose d'un arsenal d'actions possibles sur le milieu professionnel et sur le facteur humain.

Alors que les recommandations de la CNRACL sont classées en mesures générales et spécifiques, les missions identifiées comme relevant du médecin de prévention au travers de l'article 15 du décret n° 82-453 du 28 mai 1982 ont été inscrites et développées dans ce travail selon les 3 axes de prévention définis par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) : la prévention primaire, secondaire, et tertiaire (13).

#### **IV. Déclaration et reconnaissance des maladies professionnelles**

On a étudié le système de déclaration en maladie professionnelle en France, dans le secteur privé et le service publique, ainsi que les différentes instances en charge de la reconnaissance du caractère professionnel d'une maladie, puis examiné les maladies professionnelles présumées chez les SP à l'étranger.

# RÉSULTATS

## I. L'incendie moderne : du nouvel environnement aux nouveaux risques

### A. Missions de lutte contre l'incendie, contamination et moyens de protection

#### 1. Missions de lutte contre l'incendie

##### a) L'incendie

##### (1) Définitions

L'exposition aux fumées d'incendie entraîne des effets néfastes sur la santé. Afin de cerner au mieux la complexité de leurs effets sur le corps humain, il est important de connaître leur origine et d'avoir quelques notions sur les mécanismes du feu et les comportements de l'incendie.

La fumée est le résultat d'une combustion incomplète. Elle est formée par la suspension de différentes particules dans le mélange des gaz de combustion. Ces particules peuvent être solides (suie, goudrons, charbon, cendres...) ou liquides (vapeur d'eau, goudron, ...). L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et dans l'espace, dont la caractéristique principale est de se propager rapidement (14). C'est son caractère incontrôlé qui le distingue du simple feu.

Le feu est un phénomène de dégradation thermique complexe de matériaux. Il est le résultat de la combinaison d'une phase de pyrolyse et de combustion. La pyrolyse est la décomposition chimique d'une substance organique obtenue par chauffage intense en absence d'oxygène, source d'un dégagement de gaz sans flammes (15).

A contrario, la combustion est une réaction d'oxydoréduction en présence d'oxygène, en l'occurrence l'oxydation d'un combustible par un comburant. Le combustible joue le rôle de réducteur, le comburant celui de l'oxydant.

Cette réaction nécessite la présence d'une énergie d'activation afin de se produire. La combustion ne peut donc se faire qu'en présence de ces trois éléments : le combustible, le comburant, et l'énergie d'activation (16). C'est pourquoi on parle de « *triangle du feu* ».



**Figure 1 : Triangle du feu**

Le combustible est le matériau qui alimente la combustion. Il peut être de nature solide (bois, papier, charbon...), liquide (hydrocarbures, alcool...) ou gazeuse (butane, propane, gaz naturel...). Sa combustion est à l'origine de la chaleur produite.

Le comburant est l'élément chimique qui, associé au combustible, permet d'entretenir la combustion du combustible. Le comburant le plus courant est l'oxygène de l'air.

L'énergie d'activation permet le démarrage de la réaction chimique, celle-ci peut être d'origine thermique, mécanique, électrique, chimique ou biologique.

## (2) Mode de propagation

Il existe 4 types de propagation d'un incendie. Celle-ci peut se faire par :

**Rayonnement** : quelle que ce soit sa température, un corps émet un rayonnement thermique situé dans le domaine infrarouge. La propagation se fait à distance et peut se faire dans le vide. Le flux thermique créé ( $\text{kW/m}^2$ ) dépend de la nature des particules constituant la fumée, de la température de la source, ainsi que de la distance.

**Convection** : le foyer d'incendie génère des fumées qui transportent du gaz chaud (17). L'énergie de ces fumées monte, pour ensuite être transférée aux matériaux froids environnants (plafonds) (18).

**Conduction** : le transfert thermique se fait d'une région de température élevée d'un matériau à une région de température plus basse. La réaction du matériau à ce transfert de chaleur dépend de sa conductivité thermique : plus celle-ci est élevée, plus le matériau est conducteur de chaleur et par conséquent moins isolant (ex : matériaux métalliques).

**Projection** : le déplacement ou la chute d'objets enflammés contribue à la propagation de l'incendie en créant de nouveaux foyers distants.

### (3) Les différentes phases de l'incendie

On distingue 5 phases successives de l'incendie sur lequel aucune action volontaire ne serait entreprise :

- 1- **Initiation** : la combustion s'amorce lors de la rencontre des 3 éléments composants le triangle du feu. Les flammes commencent à apparaître, la chaleur est modérée et les fumées sont peu abondantes. Ce feu peut être contrôlé via des extincteurs portatifs.
  
- 2- **Croissance** : sous condition d'un apport suffisant en oxygène et en combustible, le feu est en plein développement. La fumée et des gaz chauds se dégagent et remplissent les volumes libres. Le taux d'énergie libéré par le combustible en feu, la génération de fumées toxiques et la chaleur du compartiment augmentent jusqu'à ce que l'on puisse rapidement atteindre un embrasement généralisé.
  
- 3- **Embrasement généralisé** : également appelée « flashover », cette phase se produit une fois la température de 500 – 600° atteinte. Tous les éléments combustibles du compartiment participent alors à l'incendie et la production de fumées devient très importante. Les gaz en feu s'échappent par les ouvertures à grande vitesse. D'une durée de l'ordre de quelques minutes seulement, cette phase est la plus importante car le développement de l'incendie s'en retrouve inéluctable.
  
- 4- **Phase de feu pleinement développé** : la température atteint 1000 à 1200° et le dégagement d'énergie est à son maximum. La qualité de la ventilation impacte directement la propagation du feu.

5- **Phase d'extinction** : l'incendie décroît avec la disparition progressive du combustible. Les flammes laissent place aux braises. Alors qu'il persiste une certaine quantité de fumées, l'ordre est donné de commencer l'opération de déblai à la recherche d'éventuels foyers secondaires. C'est au cours de cette phase que l'appareil respiratoire isolant (ARI) est souvent abandonné.

#### **b) Mutation de l'environnement incendie et nouveaux risques**

En activité opérationnelle, le risque zéro n'existe pas. Que ce soit au cours d'une lutte contre l'incendie, d'une évacuation de victime des lieux d'un accident, ou d'une intervention en milieu périlleux, aucune mission n'est exempte de risque pour le SP qui les réalise. Cependant, la mission de lutte contre l'incendie représente le plus grand défi en matière de santé et sécurité en service. En effet, l'environnement d'incendie a considérablement évolué au sein des 15 dernières années. En témoigne le nombre de décès en service déplorés au cours de ces dernières années. En France, 252 morts en service ont été déclarés entre 2002 et 2018 dont 41 morts au feu (19). En Belgique, le constat est similaire, et le nombre de SP morts en service n'a jamais été aussi élevé au sein de ces dernières décennies (17 morts en service dont 9 morts au feu). Enfin, aux Etats-Unis, c'est 1821 morts en service que l'on déplore entre 2002 et 2016 dont 527 morts au feu. Un rapport britannique paru en 2008 soulignait déjà que le retard des mesures de santé et sécurité des SP face à la recrudescence des accidents en service (20). Ces chiffres interpellent et nous mènent à nous poser plusieurs questions :

- Pourquoi une soudaine hausse de la mortalité des SP en service au niveau mondial ?
- A quels types de nouveaux risques sommes-nous exposés lors des missions de lutte contre l'incendie ?

### (1) **Nouvel algorithme de l'incendie**

Aux Etats-Unis, deux bureaux d'études et d'expérimentations spécialisés dans la sécurité incendie se sont intéressés à la question : L'Underwriters Laboratories (UL) et le National Institute of Standards and Technology (NIST). Ces derniers ont pu mettre en évidence certains paramètres responsables de la mutation de l'environnement incendie et de l'équation de son extinction, formant les bases du concept de nouvel algorithme de l'incendie (19). Celui-ci a pour vocation d'identifier les paramètres responsables de cette mutation :

- **L'évolution de la taille des habitations** : de 1970 à 2006, en France métropolitaine, on constate une diminution du nombre de personnes par ménage. En revanche, la surface par logement a augmenté, entraînant avec elle une présence de combustibles de plus en plus accrue. La surface par personne a presque doublé de 1970 à 2006, passant de 23 m<sup>2</sup> en 1984 à 40 m<sup>2</sup> en 2013 (21)
- **La modification d'agencement et l'ouverture des pièces de vie** : cela comprend une nouvelle configuration du salon, cuisine, et salle à manger avec une construction en « L ». Cette dernière, bien qu'elle soit destinée à améliorer le confort de vie, facilite la vitesse de propagation de l'incendie et la production de fumées.
- **L'évolution des matériaux combustibles** : l'utilisation de nouveaux matériaux, que ce soit de nouveaux matériaux de construction ou des composants d'ameublement ou de décoration ont une part importante de l'évolution de l'environnement incendie. En effet, alors que le comportement au feu des matériaux traditionnels est connu et maîtrisé depuis des siècles, l'utilisation et le développement de matériaux synthétiques l'est beaucoup moins. On est passé de combustibles majoritairement naturels à des combustibles majoritairement synthétiques. En 2010, une étude américaine a démontré que la combustion des matériaux

synthétiques entraîne un dégagement de fumée et de particules supérieur à celui des matériaux naturels. Parmi ces nouveaux matériaux, on peut citer les plastiques, matériaux ignifugés, composites, produits chimiques, bois traités, matériaux électriques et électroniques, nanomatériaux, retardateurs de flammes, etc.

- **L'évolution des matériaux de construction** : on observe une diminution de la stabilité du bâtiment avec une chute des structures de plus en plus rapide. L'omniprésence de colles et autres hydrocarbures viennent renforcer la toxicité de ces fumées.
  
- **La présence d'espaces vides (faux plafonds)** : en cas d'incendie, l'apparition et la propagation du feu dans le plénum (espace libre situé entre deux surfaces du sol ou du plafond) représente le plus grand danger. De plus, celui-ci est sujet à un effondrement brutal de son ensemble par effet de dilatation du faux-plafond.
  
- **L'étanchéité et l'isolation des bâtiments** : les nouvelles constructions ont pour caractéristiques de conserver la chaleur du bâtiment, ce qui augmente les plages d'inflammabilité et d'explosivité avec le risque accru de basculer vers un feu sous ventilé.

En résumé, c'est la sommation de ces facteurs qui est à l'origine d'une vitesse de développement de l'incendie beaucoup plus élevée, et d'un risque d'inflammabilité et d'explosivité important avec des combustibles ayant un pouvoir calorifique plus élevé.

De plus, les feux actuels sont souvent sous ventilés et la sécurisation des fumées générées se fait via la maîtrise des ouvrants, contrairement aux feux majoritairement pleinement développés de ces dernières décennies dont la prise en charge était plutôt basée sur l'extinction de flammes. Afin d'assurer une approche optimale de l'extinction de ces nouveaux types de feu, différentes grilles de lecture du feu ont donc été conçues dans ce sens dont une des plus connues est la B-FCTF

(Bâtiment/environnement, Fumées, Courants aérauliques, Température, Flammes), basée sur le modèle SAHF (Smoke, Air Track, Heat, and Flame) initiée au début des années 2000 par un sous-officier australien (22).

C'est pourquoi une mise à jour des procédures de choix tactique s'impose, associée à un changement de mentalité et la mise en place de nouvelles formations axées sur le comportement du feu, les techniques de suppression, et l'évolution des procédures incendie.

## **(2) Evaluation des nouveaux risques**

La mutation de l'environnement incendie est source de nouveaux risques. L'évaluation des risques professionnels (EvRP) est l'étape initiale de toute démarche de prévention en milieu travail, et fait l'objet de principes généraux de prévention mentionnés dans l'article L.4121-2 du Code du travail (23). Bien que l'EvRP relève de la responsabilité de l'employeur (24), il est du ressort du médecin de prévention, au sein de sa pratique, d'évaluer l'ensemble des risques professionnels auxquels le SP est confronté afin d'éviter toute altération de la santé physique et mentale de l'agent (25).

### **(a) Risques liés à la chaleur et aux phénomènes thermiques**

La chaleur dégagée par les flammes est proportionnelle à la quantité de combustible mise en jeu, et au volume de l'espace disponible au développement du feu. En effet, un volume clos ou semi-ouvert se caractérise par une atmosphère qui se renouvelle difficilement, et qui favorise la concentration des fumées chaudes produites, entraînant une hausse des températures, ainsi que la libération de substances toxiques dans un environnement appauvri en oxygène. Il existe 2 types de risques associés à la chaleur : les phénomènes thermiques impliquant des volumes clos

ou semi-clos, et les risques liés au travail à la chaleur.

Les phénomènes thermiques (ou RFP : Rapid Fire Progress) sont classés en 3 grandes familles :

- Le **Backdraft** : c'est un phénomène explosif. Les fumées ayant pour caractéristiques d'être inflammables et explosives, ce phénomène survient lorsque des fumées surchauffées et accumulées dans un local clos sous-ventilé sont brutalement soumises au contact d'un apport soudain de comburant tel qu'un courant d'air frais provenant de l'ouverture d'une porte par exemple, et entraînant une déflagration à type de « boule de feu » consécutive à la mise à feu des gaz présents dans le local. Cette déflagration est à l'origine d'une onde de choc et de chaleur susceptible d'entraîner un ensemble de lésions anatomiques, le « blast ».
- Le **Flashover** : c'est l'embrasement généralisé éclair (cf. I.A.3.b. « Les différentes phases de l'incendie »). Lorsqu'il survient, ce phénomène est le plus souvent fatal car il est à l'origine d'une hausse des températures pouvant atteindre 1000°C.
- Les **FGI** (Fire-Gas-Ignition) : à la différence des 2 autres familles de phénomènes thermiques, ce processus se déroule en dehors du local en feu. Il se décline en flashfire, qui est l'inflammation non-explosive d'une zone de fumées préalablement mélangée au comburant, et au smoke-explosion qui traduit un phénomène similaire mais de nature explosive.

Le mode de transfert de chaleur principal entre le SP et le milieu extérieur est le rayonnement thermique (26). Les radiations thermiques émises par les fumées chaudes peuvent enflammer des combustibles une fois certaines températures atteintes. Ces radiations sont également à l'origine d'un stress thermique lorsque les mécanismes de thermorégulation du SP sont dépassés. Ce stress

thermique peut se manifester par une fatigue, un épuisement physique, des crampes musculaires, un risque de déshydratation et de coup de chaleur, qui représente un risque léthal (27).

### **(b) Risques associés aux fumées**

Le danger des fumées émises au cours d'un incendie est issu de plusieurs facteurs intrinsèquement liés : la toxicité des fumées, le volume de fumées produit, l'opacité des fumées, et leur vitesse de production.

L'opacité des fumées entraîne un abaissement de la visibilité, source de perte du sens de l'orientation, et d'une confusion pouvant entraîner un état de panique avec perte des repères liés au masquage des itinéraires de repli et de secours, susceptibles d'entraîner des suraccidents. De plus, le type de matériaux en combustion impacte directement la couleur et l'opacité des fumées : les hydrocarbures sont source d'une fumée épaisse et noire, les matières plastiques de type polyamides, polypropylènes ou polyéthylènes émettent une fumée blanche alors que le caoutchouc, les polychlorures de vinyles (PVC), polystyrènes et autres polyesters sont source d'une fumée noire.

Les volumes de fumées produits dépendent de la quantité et du type de combustible, ainsi que de la configuration des lieux (Tableau 1).

**Tableau 1 : Estimation du volume de fumées produit par la combustion de quelques matériaux courants (en m<sup>3</sup>/10 kg de matériaux) (28)**

Papier	10000
Polyuréthane	22000
Polyéthylène	22000
Caoutchouc	25000
Essence	25000
Gasoil	25000

La vitesse de production des fumées dépend essentiellement du type de matériaux impliqués. De même, la pyrolyse des matériaux se poursuivant en absence d'oxygène, celle-ci est susceptible de produire rapidement de grandes quantités de fumées pouvant mener au phénomène de « backdraft ».

Outre la chaleur et les phénomènes thermiques associés, les fumées d'incendie possèdent un caractère doublement toxique. Lors de la phase d'attaque, elles peuvent mener à l'asphyxie en relation avec une intense production, auquel s'ajoute le risque d'une intoxication par le mélange des différents composants (gaz, poussières, particules) survenant de façon aiguë ou à plus long terme à type d'accidents cardiovasculaires, de pneumopathie ou de cancer (cf. I.B. « Effets médico-sanitaires »).

### (c) Risques physiques

Les caractéristiques du site incendié déterminent la nature des risques physiques ou structurels : par exemple, un effondrement par fragilisation de la structure d'une habitation ou d'un hangar. Les équipes du GRIMP (Groupe de Reconnaissance et d'Intervention en Milieux Périlleux) ont pour caractéristiques de travailler dans les milieux où les moyens traditionnels s'avèrent insuffisants en raison de la hauteur ou de la difficulté d'accès au site d'intervention, et par conséquent à risque

important de chute. Les équipes du GREMS (Groupe de Reconnaissance et d'Exploration en Milieu Souterrain) interviennent en cas d'éboulement, et sont amenées à effectuer des reconnaissances en espace confiné dont les chemins d'accès sont encombrés, propices aux chutes et heurts avec des objets. Enfin, les déplacements des véhicules en urgence sur les lieux de l'incendie sont également sources d'accidents de circulation.

#### **(d) Risques psychosociaux**

Le stress professionnel reste une problématique de santé publique. Selon la définition proposée par l'Agence européenne pour la santé sécurité au travail (EU-OSHA) et reprise dans l'accord national interprofessionnel sur le stress au travail daté du 2 juillet 2008, « Un état de stress survient quand il y a un déséquilibre entre la perception qu'une personne a des contraintes que lui impose son environnement et la perception qu'elle a de ses propres ressources pour y faire face ». Les résultats d'études internationales sur la relation entre le métier de SP et le stress professionnel font état d'un risque accru pour le SP de développer des troubles mentaux (29), Etat de Stress Post-Traumatique (ESPT) (30) (31), burnout (32) (33) (34) (35) (36), dépression (37) et suicide (38) (39) (40). En France, le rapport Pourny a mis l'accent sur la nécessité de formation des SP à la gestion du stress opérationnel, des difficultés psychologiques secondaires à certaines situations opérationnelles, ainsi qu'à la prise en charge des maladies psychiatriques qui peuvent en découler.

Tout au long d'une carrière de SP, la profession expose à subir des traumatismes psychologiques. Confrontés à l'accumulation de chocs émotionnels développés en regard des situations bouleversantes vécues, nombreuses sont les blessures mentales auxquelles le SP peut être confronté : ESPT, troubles du spectre autistique, trouble de l'adaptation, dépression, dépendance, trouble anxieux, deuil complexe persistant... Bien que la plupart des SP paraissent résilients face à ce type de situations, une certaine ode à la virilité reste présente au sein des CIS, réprimant le partage des ressentis et des émotions. On sait cependant qu'une partie des SP est à même de

développer un ESPT (41) (42).

L'état de stress – dont l'ESPT – est particulièrement présent lors d'interventions majeures : tels les incendies ravageurs de l'ouest américain de l'été 2018, caractérisés par leur gravité, leur durée (jusqu'à plusieurs semaines) et par l'importance des moyens mobilisés. Résultait au sein de l'effectif un état d'extrême fatigue physique. Se surajoutait l'agression psychologique du décès de collègues en opération (43).

L'ESPT est en ensemble de symptômes spécifiques conséquents à l'exposition à un ou plusieurs évènements traumatiques. Quatre types de symptômes le caractérisent : la reviviscence, l'évitement, les altérations négatives des cognitions et de l'humeur, et l'altération de l'éveil et de la réactivité (44).

La population de SP présente un risque supérieur de développer des idées et comportements suicidaires que la population générale (45). Ainsi, parmi une population de 1027 SP, une étude américaine réalisée en 2015 montre que 46.8% d'entre eux ont déjà eu des idées suicidaires avec passage à l'acte pour 15.5% des cas (46). Ces résultats sont appuyés par une étude canadienne réalisée en 2018 auprès de 5148 agents de la sécurité publique qui révèle que 25.2% des SP inclus dans l'étude ont déjà eu des idéations suicidaires, avec passage à l'acte pour 3.3% d'entre eux (47). Par comparaison, le nombre de tentatives de suicide en France est évalué à environ 200 000 par an (48), ce qui représente un taux de tentatives de suicide dans la population française estimé à 0.29%.

Par ailleurs, une étude américaine concernant les premiers intervenants (pompiers, policiers) publiée en avril 2018 révèle un nombre de morts par suicide supérieur à celui des décès sur opération au cours de l'année 2017 (49).

En France, une étude réalisée en 2005 auprès de la BSPP (Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris) montre que 10,6% des SP présentent un score fortement compatible avec l'existence d'un ESPT, associé à un taux d'usure professionnel évalué à 4,7 % au sein du même effectif. D'une manière

générale, la prévalence de l'ESPT chez les professionnels de l'urgence (dont les SP) varie de 8% à 37% (50).

L'ESPT pourrait être un des facteurs de risques associé à la hausse du risque suicidaire retrouvé chez les SP (51). Par conséquent, le dépistage et le traitement de cette pathologie représente une priorité dans la prise en charge psychologique des pompiers dans la lutte contre le risque suicidaire (52).

Afin de soutenir les SP, les membres des forces de l'ordre et les différents intervenants de l'urgence face à des situations émotionnellement difficiles, la province de Liège a mis en place un service API (Appui Psychologique aux Intervenants) dans le but de former des référents API au sein des CIS et des brigades. Face à la multiplication des situations traumatisantes, les services de secours exprimaient la demande d'un accompagnement psychologique qui puisse se réaliser directement auprès d'un collègue ou d'un référent avec lequel les agents ont pour habitude de travailler.

Au sein du SDIS 59, la mission de soutien psychologique aux SP est assurée par la disponibilité permanente d'au moins un psychologue. Les psychologues peuvent également intervenir en soutien des victimes, en coordination avec la cellule d'urgence médico-psychologique (CUMP) du SAMU. Cette interconnexion de services s'effectue dans le cadre de la création d'un réseau national de prise en charge de l'urgence médico-psychologique en cas de catastrophe, décrit au sein de la circulaire ministérielle du 28 mai 1997 relative à la création d'un réseau national de prise en charge de l'urgence médico-psychologique en cas de catastrophe.

La place occupée par les thérapies cognitives et comportementales (TCC) pour la prise en charge des SP ou des agents des services d'urgence connaît un développement accru au sein des SDIS de France, et fait par ailleurs l'objet d'une formation au sein du congrès Secours Santé 2019, sous la forme de thérapie émotionnelle cognitive et comportementale sur le trauma (TCC-CT).

## 2. Contaminants de l'incendie moderne

La toxicité des fumées d'incendie est le fruit de plusieurs facteurs dont le type et la quantité de combustible mis en jeu, l'état de la combustion (complète ou incomplète), la taille et la nature de la surface en feu, la présence ou non d'oxygène, et la température (53). Il a été démontré que les fumées générées par l'incendie d'habitations contiennent plus de 200 composés toxiques (54).

Face à un incendie, il est souvent difficile de connaître avec précision la nature et la quantité exacte des substances émises tant la diversité des matériaux combustibles est importante. On sait toutefois que chaque combustion est susceptible d'émettre des substances dangereuses pour l'organisme.

L'utilisation récente de nouveaux matériaux de construction, principalement d'origine synthétique, a bouleversé l'équation en modifiant la nature des produits de combustion émis et leur dangerosité. Ceux-ci dégagent plus de fumées et de particules que les matériaux naturels, dégagent une chaleur plus importante, entraînent une vitesse de croissance plus importante et génèrent plus de composés toxiques, d'autant plus nombreux lorsqu'ils sont traités avec des retardateurs de flamme halogénés (55). Parmi les centaines de toxiques rencontrés dans les fumées d'incendie de ces nouveaux matériaux, il existe des contaminants particulièrement dangereux que l'on rencontre fréquemment (Tableau 2) (1) (4) (56) . Les VLEP (Valeur Limite d'Exposition Professionnelle) évaluent la concentration des agents chimiques dans une atmosphère de travail qu'un travailleur peut respirer pendant un temps déterminé sans entraîner d'altération de sa santé. La période de référence est soit de 8h (VLEP 8h), soit de 15 minutes (VLEP court terme). Ces valeurs sont fixées par la réglementation française et européenne. Celles-ci sont données à titre indicatif, et servent de référence à l'évaluation des travailleurs aux contaminants présents dans l'atmosphère de travail.

**Tableau 2 – Contaminants fréquents de l'incendie**

Gaz asphyxiants	VLEP (en ppm)	Cancérogènes	VLEP (en ppm)
Monoxyde de carbone	50	Suie	x
Dioxyde de carbone	5000	Benzène	1.00
Cyanure d'hydrogène	2	Toluène	20
Sulfure d'hydrogène	5	Xylène	50
<b>Gaz irritants</b>		Styrène	23.3
Oxydes d'azote	25	Benzo[a]pyrène	x
Dioxyde de soufre	2	Goudron de houille	x
Chlorure d'hydrogène	5	Particules fines	x
Chlore	0.5 (VLEP CT)	Formaldéhyde	0.5
Acétone	500	Amiante	10 fibres/litre
Ammoniac	10	Émanations diesel	x
Acroléine	0.1 (VLEP CT)	Dioxines	x
Dioxyde d'azote	x	Chlorure de vinyle	1
Phosgène	0.02	Arsenic	x
<b>Autres</b>		Silice (poussières)	x
Isocyanates	x	Cadmium	0.05 mg.m-3
Mercure	0.02 mg.m-3	Trichloréthylène	75
Glutaraldéhyde	0.1	1,3-butadiène	x
Crotonaldéhyde	x	TBBPA	x
Diisocyanate de toluène	0.01	Téflon (PTFE)	x
		Dichlorométhane	x
		Acrylonitrile	2
		Acétaldéhyde	100
		Furane	x

VLEP (Valeurs limites d'exposition professionnelle) exprimées en partie par million (ppm) sauf indication contraire sur une période de 8 heures sauf VLEP CT (Valeurs limites de court terme) exprimées sur 15 min.

x = valeur non disponible

**Cancérogène** = avéré (CIRC 1)

**Cancérogène** = probable (CIRC 2A)

**Cancérogène** = possible (CIRC 2B)

Les gaz, poussières, fibres et particules toxiques contenus dans les fumées peuvent également être classés en différentes familles.

**a) Principaux composants des fumées d'incendie moderne**

**(1) Gaz asphyxiants**

**(a) Le monoxyde de carbone (CO)**

Le CO est un gaz très asphyxiant, produit d'une combustion incomplète. En cas d'exposition, celui-ci forme un complexe très stable avec l'hémoglobine dans le sang, appelé la carboxyhémoglobine (HbCO). Ce dernier empêche le transport de l'oxygène dans l'organisme, son affinité pour l'hémoglobine étant 210 à 260 fois plus forte que celle pour l'oxygène. Il a également un rôle d'incapacitant en se fixant sur la myoglobine des muscles. Une exposition prolongée à de faibles concentrations de CO (50 à 80 ppm) ou à des pics répétés de CO sur une longue période peut induire des effets cardiovasculaires à type d'ischémie myocardique à l'effort chez des patients souffrant de maladie coronarienne (57), ainsi que des troubles neurocomportementaux (altération de l'acuité visuelle et auditive, baisse des performances intellectuelles, difficultés d'apprentissage) (58).

**(b) Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)**

Le CO<sub>2</sub> est un gaz issu d'une combustion complète, présentant une toxicité propre (narcose) et agissant comme catalyseur d'asphyxie par effet d'hyperventilation à faible dose, favorisant l'absorption des contaminants. A forte dose, c'est un gaz asphyxiant. L'exposition prolongée au CO<sub>2</sub> est responsable de signes respiratoires, cardiovasculaires et neurologiques sans modification des performances psychomotrices.

**(c) Le cyanure d'hydrogène (HCN)**

Ce gaz hautement toxique est considéré comme la principale cause de risque toxique léthal des fumées avec le CO. Il est issu de la combustion de polymères azotés naturels (soie, laine, coton) ou de polymères synthétiques (polyamides, polyuréthanes). Il agit par inhibition de la respiration au niveau des mitochondries et peut entraîner la mort à très court terme. Une exposition chronique aux composés cyanhydriques serait susceptible d'entraîner des troubles de la fonction thyroïdienne (59) et hépatique (60).

**(2) Gaz irritants**

**(a) Les oxydes d'azote (NOx)**

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sont de puissants irritants. Ils sont plus particulièrement produits lors des feux de végétation. Le NO<sub>2</sub> entraîne une inflammation cutanée, oculaire et respiratoire sévère. Au niveau pulmonaire, les oxydes d'azote agissent par formation d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) lors de leur contact avec l'humidité du système respiratoire, pouvant provoquer un œdème pulmonaire lésionnel et aboutir à une détresse respiratoire aiguë immédiate ou survenant après une période de latence. L'exposition prolongée pourrait entraîner la formation d'emphysème et d'infections respiratoires (61).

**(b) Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**

Ce gaz, fortement toxique, entraîne une irritation sévère voire irréversible de la peau, des yeux et de la muqueuse respiratoire avec lésions cellulaires et œdèmes laryngotrachéal et pulmonaire par mécanisme de dissolution des sulfites dans le sang. L'exposition chronique à ce gaz se caractérise par des pharyngites et des bronchites chroniques (62).

### (c) Le chlorure d'hydrogène (HCl)

Ce gaz est issu de la combustion de matériaux plastiques tels que le polychlorure de vinyle (PVC). Il provoque toux et gêne respiratoire, et peut entraîner la mort par œdème pulmonaire aigu à haute dose. A long terme, l'exposition répétée à l'HCl entraîne des effets irritatifs : dermatite d'irritation, ulcération de la muqueuse nasale, érosions dentaires, et bronchite chronique (63).

### (3) Les Composés Organiques Volatils (COV)

Les COV regroupent toutes les molécules formées d'atomes de carbone et d'hydrogène (hydrocarbures). Toutefois, des atomes de chlore, d'azote, d'oxygène, de fluor ou de soufre peuvent se substituer aux atomes d'hydrogène. Il existe des centaines de substances regroupées par famille dont les principaux composés retrouvés au sein des fumées d'incendie sont les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), les HAM (Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques) dont les BTX (Benzène, Toluène, Xylène), le formaldéhyde, l'acétone et le styrène. Au sein des HAM, le benzène joue un rôle prépondérant car il est précurseur de la formation des HAP et possède également une toxicité propre (64). Ce sont des gaz et vapeurs volatils à température ambiante, dont certains ont des propriétés cancérigènes, mutagènes, et reprotoxiques (CMR).

### (4) Les Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Au sens strict, les HAP sont composés uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène dont la structure cyclique comprend au moins deux cycles aromatiques fusionnés. Cependant, certains HAP peuvent contenir des atomes d'oxygène, d'azote ou de soufre. Il existe des HAP dits « légers » (<4 cycles), et des HAP lourds. On distingue l'origine des HAP en 3 catégories : pyrolytiques,

diagénétiques et pétrogéniques. Cependant, la grande majorité des HAP retrouvés dans l'atmosphère provient de sources pyrolytiques et a fortiori anthropique, conséquence des émissions industrielles et domestiques.

Les HAP d'origine pyrolytique sont formés par combustion incomplète ou par pyrolyse de la matière organique à haute température. Les HAP environnementaux contenus dans l'air, dans l'eau ou dans les aliments sont le plus souvent liés aux particules issues de la combustion comme la suie, liés à l'usure des matériaux les contenant ou retrouvés dans l'air sous forme gazeuse (65). Les HAP les plus lourds sont généralement retrouvés en phase particulaire, alors que les HAP les plus légers sont principalement retrouvés en phase gazeuse.

En 2008, le CIRC a réévalué le classement de nombreux HAP selon leur potentiel carcinogène (66) et réévalué le potentiel CMR de plusieurs d'entre eux en 2010 (67). Le benzo[a]pyrène est classé cancérigène certain chez l'homme (groupe 1) (Tableau 3).

Le dibenzo[a,l]pyrène, le cyclopenta[c,d]pyrène, et le dibenzo[a,h]anthracène sont classés cancérigènes probables (groupe 2A). Enfin, il existe 11 HAP classés comme cancérigènes possibles (groupe 2B).

**Tableau 3 : Cancérogénicité et génotoxicité des HAP de groupe 1 chez l'homme (68)**

Exposition aux HAP	Sites ou types de tumeurs avec indications suffisantes chez l'homme	Sites ou types de tumeurs avec indications limitées chez l'homme	Indications de génotoxicité comme mécanisme principal
Benzo[a]pyrène	-	-	Forte (groupe 1)
Suie (ramonage)	Peau, Poumon	Vessie	Modérée
Gazéification du charbon	Poumon	-	Forte
Distillation du goudron	Peau	-	Forte
Production de coke	Poumon	-	Forte
Emplacement du goudron (pavage, toiture)	Poumon	Vessie	Forte
Production d'aluminium	Poumon, Vessie		Faible/Modérée

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques

### (5) **Les goudrons**

Issus de la distillation de diverses matières minérales ou végétales et généralement considérés comme des impuretés organiques, les goudrons forment une famille qui regroupe l'ensemble des COV et HAP dont les vapeurs se condensent en formant un agrégat unique se déposant sur les parois du local en feu. De par la présence d'HAP cancérigènes en quantité importante – dont le Benzo[a]Pyrène – le goudron et ses dérivés (fluxants houillers) sont officiellement classés par le règlement CLP (Classification, Labelling, Packaging) comme cancérigènes de catégorie 1a (substance dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré) et de groupe 1 par le CIRC (69).

### (6) **Suie**

La suie est composée de particules issues d'une combustion incomplète de la matière organique, presque exclusivement composées de carbone et d'hydrogène (70). Elle présente une double toxicité liée à sa composition riche en HAP et à son rôle de transporteur d'autres contaminants par effet d'adsorption et de désorption, particulièrement important lors de la phase de déblai. Cette toxicité est renforcée par le potentiel carcinogène du noir de carbone. En effet, les suies proviennent de la combustion ou de la décomposition thermique de produits carbonnés, et sont composées de plus de 90% de particules carbonées agrégées. A ce titre, elles sont assimilées à du noir de carbone par le NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), et classées dans le groupe 2B par le CIRC.

Cependant, de par sa composition en HAP très variable selon la durée d'exposition et la source d'émission, il n'existe aucune valeur de toxicologie pour les suies contrairement aux autres substances retrouvées dans les fumées d'incendie.

### (7) **Particules fines**

Les particules fines sont des particules en suspension dans l'air d'une taille inférieure à 10 micromètres de diamètre. Le rôle des particules fines comme polluant atmosphérique est reconnu pour induire des effets nocifs sur le système cardiovasculaire et respiratoire sur la population générale, entraînant une diminution de l'espérance de vie de plusieurs mois à plusieurs années (71) (72) (73). L'exposition aux particules fines, en association avec d'autres facteurs de risque cardiovasculaire, augmente le risque de survenue d'événements cardiovasculaire dans la population générale (74) et chez le SP en intervention (75). Plusieurs études ont montré une association entre le cancer du poumon et l'exposition à long terme aux particules atmosphériques urbaines (76) (77) (78).

### (8) **Retardateurs de flammes**

Cette famille d'additifs entre dans la composition de nombreux matériaux dans le but de réduire les risques d'incendie des produits polymériques et de ralentir leur combustion. Classés dans le groupe des polluants organiques persistants (POP), leur utilisation se retrouve dans divers domaines tels que dans la literie, les vêtements (pyjamas pour enfant), ou les équipements électroniques. Au sein de cette famille, les retardateurs de flamme bromés (RFB) issus de la famille des halogènes sont les plus couramment utilisés.

Parmi ces composés, le TBBPA (tétrabromobisphénol A) est classé comme probablement cancérigène pour l'Homme par le CIRC (classe 2A). Les RFB sont responsables d'une altération de l'action des glandes thyroïdiennes et de la transcription des gènes impliqués dans les mécanismes de signalisation thyroïdienne (79) (80) (81). Le PBDE (polybromodiphényléther) est suspecté d'être impliqué dans la carcinogénicité thyroïdienne (82), Plusieurs études réalisées sur les SP américains ont montré que de nombreux RFB étaient retrouvés sur les EPI portés les SP (83), ainsi que dans

l'organisme à des taux de concentration sanguine 2 à 3 fois supérieurs à ceux de la population générale américaine (84) (85). Leur utilisation est toujours controversée, le ralentissement de la combustion des matériaux synthétiques favorisant le dégagement de chaleur et majorant la génération de gaz toxiques et de particules (55) (86).

#### (9) **Dioxines et furanes**

Les dioxines sont des POP de la famille des organochlorés. Le terme « dioxine » regroupe les dioxines (polychloro-dibenzodioxines ou PCDD) et les furanes (polychloro-dibenzofuranes ou PCDF) qui comprend plus de 200 composés dont la majorité est non classifiable en ce qui concerne sa cancérogénicité par le CIRC (groupe 3). En fonction du nombre d'atomes de chlore et de leur position, il est recensé 75 congénères de la PCDD et 135 congénères de la PCDF (87). La dioxine la plus étudiée et la plus nocive est la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD) dite « dioxine de Seveso » classée en tant que cancérigène certain pour l'Homme par le CIRC (groupe 1). Les dioxines présentent une toxicité hépatique, cutanée et sont également immunotoxiques. Elles sont également associées à de nombreux cancers : cancers du foie, lymphomes non hodgkiniens (LNH), cancers broncho-pulmonaires et sarcomes des tissus mous (88).

#### (10) **Chlorure de vinyle**

Le chlorure de vinyle (ou chlorure de vinyle monomère ou chloroéthylène) est un composé chimique de synthèse est utilisé dans la fabrication du PVC. Le PVC est un plastique transparent et rigide qui a pour caractéristique une bonne résistance aux chocs et aux acides. En condition ordinaire de température et de pression, le chlorure de vinyle se présente sous forme de gaz très volatile. Il est classé comme cancérigène certain par le CIRC (groupe 1) depuis 1987 pour 2 types

de cancer du foie : l'angiosarcome hépatique et le carcinome hépatocellulaire (89).

### (11) **Amiante**

L'amiante est un terme désignant un ensemble de silicates fibreux qui résistent au feu. Les serpentines et les amphiboles constituent les deux groupes minéralogiques d'amiante exploités dans l'industrie. Alors que les serpentines ne contiennent qu'une variété d'amiante (le chrysotile), les amphiboles contiennent 5 variétés différentes dont les plus utilisés ont été l'amosite et la crocidolite (90). Ses propriétés d'isolation thermique et électrique, sa grande résistance mécanique, et son faible coût, ont fait appel à l'amiante dans l'industrie du bâtiment, automobile et ferroviaire. Lors d'un incendie touchant un bâtiment contenant de l'amiante, les fibres d'amiante initialement maintenues par un liant dans les toitures en fibrociment, dans les faux-plafonds, les flocages ou les dalles de sol, sont libérées par les augmentations soudaines de température et par les souffles. Ces fibres sont caractérisées par une grande résistance à la chaleur (jusqu'à 1500°C pour le chrysotile) (91), ce qui leur permet de parcourir d'importantes distances par les mouvements de convection des fumées lors d'un incendie, initialement ascensionnels au foyer de l'incendie pour retomber sur son pourtour où elles sont susceptibles d'être inhalées par les intervenants ne portant pas de protection respiratoire.

L'amiante est classé comme cancérigène avéré pour l'homme par le CIRC (groupe 1) pour le poumon, la plèvre, le larynx et les ovaires.

L'asbestose (fibrose interstitielle pulmonaire), le cancer du poumon et le cancer de la plèvre (mésothéliome) constituent les trois pathologies principales liées à l'exposition aux fibres d'amiante.

## **b) Particularité de la phase de déblai**

La phase de déblai succède à l'extinction de l'incendie et permet d'identifier et de mettre à nu les foyers éventuels restants en déplaçant les amas de décombres. Les risques de contamination survenant au cours du déblai ont été négligés pendant longtemps pour plusieurs raisons : absence de dangers apparents, feux éteints, lieux ventilés, ... Plusieurs études se sont penchées sur la composition de l'air durant la phase de déblai, et montrent que le nombre de composés retrouvés était similaire à celui retrouvé dans les fumées d'incendie (92). Une étude américaine de 2014 a cependant mis en évidence que les particules fines et ultrafines de l'air ambiant pouvaient être retrouvées à un taux jusqu'à 400 fois supérieur pendant la phase de déblai (93). C'est pourtant au cours de cette phase que les SP retirent souvent leur ARI : la chaleur, la vapeur et les contraintes imposées par le port des EPI les amenant à s'en débarrasser (94).

Pendant l'incendie, les contaminants contenus dans les fumées viennent se fixer à la surface des matériaux solides environnants : c'est le phénomène d'adsorption, habituellement réversible.

Après l'incendie, on assiste au détachement de ces composés dans l'air : c'est la désorption des contaminants. Elle est à l'origine des odeurs de fumées sur les tissus et matériaux après l'incendie (95). Contrairement à l'émission de fumées, ce phénomène reste invisible et participe – avec la combustion incomplète et la pyrolyse des matériaux – à l'exposition importante des SP aux contaminants de l'incendie qui fait du déblai une des phases les plus critiques de l'incendie.

Malgré la preuve scientifique des risques encourus, un travail d'information et de formation doit être réalisé dans le but de faire changer les mentalités. En effet, malgré la connaissance des risques, un sondage réalisé en 2018 sur 115 SP américains montre que seuls 55 d'entre eux utilisaient l'ARI lors de la phase de déblai.

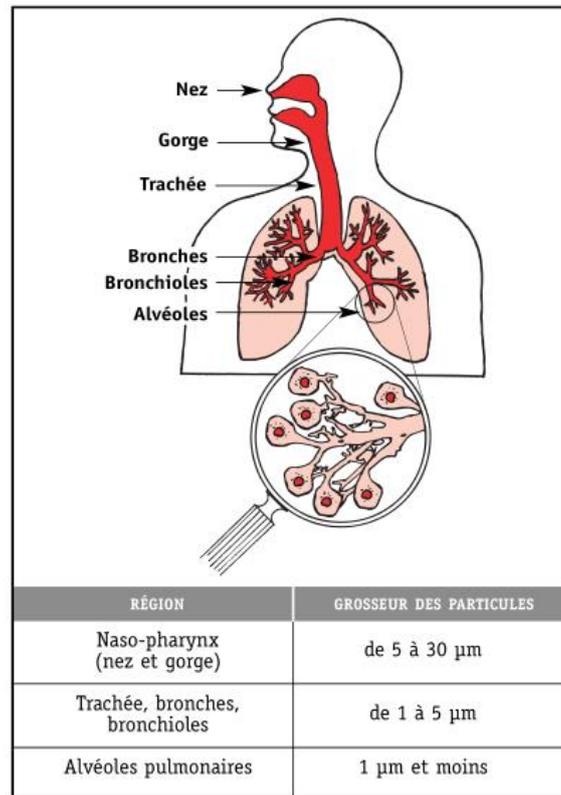
### c) Les voies d'absorption

La toxicité d'une substance peut affecter l'ensemble de l'organisme (effet systémique) ou se manifester au point de contact (effet local). Dans les deux cas, l'organisme doit être exposé au produit afin que la nocivité du produit se manifeste. En toxicologie, on distingue 3 voies principales d'absorption d'un produit toxique : l'inhalation (voie respiratoire), l'absorption par la peau (voie cutanée), et l'ingestion (voie digestive). Certaines substances sont susceptibles d'être absorbées par plusieurs voies simultanément.

#### (1) La voie respiratoire

C'est la voie d'entrée principale dans la majorité des milieux de travail (96). Celle-ci permet une absorption rapide du produit grâce à une large surface d'échange (80 à 195m<sup>2</sup> chez l'adulte, égale à 50 fois la surface cutanée), à une grande perméabilité liée à la finesse de la paroi alvéolaire, et à une vascularisation importante du tissu pulmonaire. L'absorption des substances inhalées dépend de plusieurs facteurs. Pour les gaz et les vapeurs, celle-ci dépend de la concentration du toxique dans l'air, de la durée d'exposition au toxique, de sa solubilité dans l'eau, le sang et les tissus, du débit sanguin, de la ventilation alvéolaire, et du gradient de pression alvéolo-artériel.

Pour les aérosols et particules, celle-ci dépend principalement de leurs caractéristiques physiques (diamètre aérodynamique), de l'anatomie de l'arbre respiratoire, des paramètres ventilatoires et de la clairance pulmonaire (Figure 2).



**Figure 2 : Déposition des poussières dans les voies respiratoires (97)**

Tous les toxiques contenus dans les fumées d'incendies peuvent atteindre les voies respiratoires par le nez et la bouche. Les contaminants peuvent réagir soit de manière instantanée (ex : corrosifs), soit à retardement (ex : Dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) ou oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ )) ou s'accumuler dans l'organisme (ex : dioxines). L'intoxication peut être locale (ex : gaz irritants) ou systémique (ex : gaz asphyxiants).

## (2) **La voie cutanée**

La peau constitue une barrière contre les agressions extérieures. Cependant, les liquides, solides ou vapeurs peuvent pénétrer dans l'organisme en traversant la peau, soit par voie transdermique (diffusion passive) ou par voie pilo-sébacée. L'absorption par voie cutanée dépend de facteurs anatomiques tels que l'état du tégument (surface et zone du corps concernée, épaisseur de la couche cornée, temps de contact avec la peau, hydratation de l'épiderme, humidité et sueur, température cutanée, lésion de la peau...) et de facteurs physico-chimiques (pureté, taille et poids moléculaire, solubilité, degré d'ionisation, causticité, viscosité).

## (3) **La voie digestive (ingestion)**

Bien que plus rare en milieu pompier et plus généralement en milieu travail, l'ingestion se fait la plupart du temps via l'alimentation, le tabagisme, la transmission manuportée, et par le biais de la clairance muco-ciliaire de l'appareil broncho-pulmonaire. L'absorption peut se faire par tout organe du tractus digestif. Les facteurs de variation de l'absorption par voie digestive sont le jeûne, les propriétés de la substance (taille, liposolubilité, constante de dissociation, ...) et les propriétés inhérentes à l'organisme (motilité du tractus digestif, état de la muqueuse, débit sanguin splanchnique, flore bactérienne, ...)

### **d) Facteurs aggravants connus**

Les contaminants des fumées d'incendie n'ont pas tous le même degré de toxicité. Les effets toxiques d'une substance étant multifactoriels et dépendants des caractéristiques physico-chimiques de la substance, de facteurs individuels et de facteurs environnementaux, il s'avère difficile de prédire les effets toxiques des fumées d'incendie pour un individu donné. Il existe également

facteurs aggravants connus. Ces facteurs peuvent être environnementaux : voies d'absorption, durée et fréquence des expositions, type de protection, nature et concentration des contaminants, ou personnels : génétique de l'individu, âge, sexe, alcool, tabagisme, diabète, dyslipidémie, ...

Parmi les facteurs environnementaux, l'exposition à des mélanges de contaminants constitue un problème majeur. L'exposition simultanée aux composés des fumées entraîne des effets qui diffèrent de la somme des expositions individuelles : c'est le phénomène d'interaction toxicologique. La problématique de la toxicité des fumées d'incendie est d'autant plus importante qu'elle résulte directement de l'interaction possible entre les centaines de contaminants qui composent ces fumées. Cette interaction peut être synergique voire potentialisatrice : c'est le fameux « effet cocktail », responsable de la difficulté à mesurer l'impact réel des substances sur l'organisme.

On peut notamment citer l'interaction existante entre le CO et l'HCN, considérés comme les gaz « jumeaux démoniaques », les « evil twins » des fumées d'incendie (98). En effet, alors que les symptômes relevant d'une intoxication à ces deux asphyxiants sont similaires, un effet additif a été démontré entre ces 2 gaz lorsqu'ils sont inhalés sur des périodes de 30 minutes ou moins à des concentrations incapacitantes ou létales (99). Les résultats de ces études posent la question de l'intérêt du SP à disposer d'un matériel de détection de l'HCN en supplément du détecteur à CO. Cependant, une autre étude s'intéressant de la cinétique des concentrations d'HCN et CO durant la phase de déblai montre que l'absence de détection de CO serait prédictive d'une faible concentration en HCN (100).

### **3. Mesures de protection**

#### **a) Protection collective**

Les mesures de protection collective représentent l'ensemble des mesures destinées à protéger le salarié de tout danger. Elles s'inscrivent au sein des principes généraux de la démarche de prévention issues de l'article L. 4121-2 du Code du travail (101), sur lesquels l'employeur se base pour mettre en œuvre les mesures de sécurité nécessaires. Bien que complémentaires, la protection collective constitue la priorité sur la protection individuelle, ce que reflète les préconisations émises dans le rapport de la CNRACL (Annexe 1).

#### **b) Equipements de protection individuelle du sapeur-pompier**

Un Equipement de Protection Individuelle (EPI) est défini comme un « dispositif ou un moyen destiné à être porté ou être tenu par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa santé ainsi que sa sécurité. » selon la définition du Code du Travail (102). Chaque EPI est conçu afin de protéger son utilisateur d'un danger bien spécifique, et soumis à des règles strictes quant aux normes de conception, de mise à disposition et d'utilisation (103). Chez le SP, on distingue de nombreux types d'EPI communs à plusieurs tenues : casque, chaussures, lunettes de protection, l'appareil respiratoire isolant (ARI), gants, bouchons d'oreille, harnais, etc.

Parmi les EPI du SP destinés aux missions de lutte contre l'incendie, on distingue l'équipement vestimentaire, et l'ARI.

## (1) Tenues vestimentaires

L'Arrêté du 8 avril 2015 (modifié par l'Arrêté du 4 avril 2017) fixe les tenues, uniformes, équipements, insignes et attributs des SP. Les tenues sont classées en 3 catégories en fonction du risque encouru. La tenue de 1<sup>ère</sup> catégorie (parka, polo) protège des risques minimales. La tenue de 2<sup>ème</sup> catégorie (rangers, gilets haute visibilité) protège des risques intermédiaires, alors que la tenue de 3<sup>ème</sup> catégorie (tenue de feu) protège des dangers graves voire mortels.

Dans le cadre de la lutte contre l'incendie, le port intégral de la tenue de feu est obligatoire. Celle-ci est composée d'une veste de protection, d'un casque, d'une cagoule, de gants, d'un sur-pantalon et de bottes. La tenue de feu permet de limiter le risque de brûlures, de traumatisme, de chutes d'objet ou de pénétration des liquides toxiques ou corrosifs. Le textile utilisé pour confectionner la veste et le sur-pantalon est composé de fibres synthétiques qui possèdent des propriétés intéressantes pour les missions d'extinction de l'incendie : grande résistance mécanique aux déchirures, stabilité thermique conséquente, grande résistance à la combustion, aux températures élevées et aux rayonnements thermiques. La tenue de feu est également imperrespirante et autoextinguible (qui se consume par le feu mais s'éteint d'elle-même lorsqu'elle est retirée des flammes).

## (2) L'appareil respiratoire isolant

L'appareil respiratoire isolant (ARI) permet au SP d'évoluer dans une atmosphère toxique. Il assure une protection respiratoire à son porteur en créant une atmosphère respiratoire saine l'isolant de l'air extérieur au sein duquel il évolue. Il lui assure également une protection oculaire. Le type d'ARI utilisé dépend des caractéristiques de l'incendie :

- L'ARI à circuit ouvert (ARICO) où l'air expiré est rejeté dans l'atmosphère. C'est ce type de protection respiratoire auquel ce travail fait référence.
- L'ARI à circuit fermé (ARICF) où l'air expiré est recyclé. Son autonomie de l'ordre d'1h30

à 2h30 en fait le moyen privilégié d'investigations de longue durée (feu de navire, feu de parking, etc.).

L'ARI se compose de 8 éléments principaux : une pièce faciale (masque), une soupape à la demande, un détendeur HP, une bouteille d'air, un harnais, un système sonore de détresse, une plaque de contrôle et une liaison personnelle.



**Figure 3 – Sapeur-pompier équipé de l'appareil respiratoire isolant (ARI)**  
*Photographie : Joachim Saouli ©*

**(3) Faiblesse des équipements de protection individuelle**

**(a) Altération des fonctions sensori-motrices**

Ces équipements de protection affectent les performances de la plupart des sens. Les altérations de la vision, de l'audition, de l'odorat, de la proprioception, de la perception de la chaleur se combinent à différentes intensités.

Le port de la tenue de feu et de l'ARI sur intervention entraîne une modification du schéma corporel par modification des capacités de mobilisation du cou et du tronc due au harnais, et par augmentation du gabarit du porteur à hauteur de 50 à 60% par l'ARI (104). Cette gêne à la mobilité due à l'encombrement et au poids de l'équipement altère l'équilibre malgré le réglage des sangles du harnais.

La diminution de la vision résulte du rétrécissement du champ visuel par la visière du masque, et par la restriction d'amplitude articulaire de la tête induite par le casque, le harnais, et le fond de la bouteille, en particulier lors des passages délicats.

La formation de buée à l'intérieur du masque, l'opacité et le volume des fumées produites au cours de l'incendie, et la projection éventuelle de solides ou liquides entraînent une altération de l'acuité visuelle. Cette altération peut également être majorée par un handicap visuel léger, sous réserve de satisfaire aux conditions d'aptitude imposée par l'arrêté du 6 mai 2000 (105). En effet le port de lunettes sous le masque ARI est interdit dans la plupart des SDIS de France, bien qu'il existe des lunettes à branches souples spécialement conçues à cette occasion mais dont l'utilisation reste sporadique.

L'acuité auditive est altérée par les bruits de ventilation résultants de la détente des gaz. Une altération ou perte de l'odorat inhérente à l'isolation respiratoire du SP de l'atmosphère environnante lui fait encourir le risque de ne pas percevoir les odeurs de certains gaz ou de vapeurs d'hydrocarbures.

La perception des rayonnements est diminuée par la tenue, le masque et les gants. Ces derniers étant également responsables d'une altération de la perception tactile.

La vie de relation est également impactée par le port de l'ARI, entraînant une difficulté de communication entre les SP au cours de l'intervention, qui peuvent être tentés de retirer leur masque afin de transmettre un ordre ou une information.

Les contraintes imposées par le port des EPI sont responsables d'une augmentation du travail du porteur, en partie due aux résistances expiratoires et à l'augmentation de l'espace mort liés au port de l'ARI, au stress émotif inhérent à l'intervention, au poids et aux contraintes sensori-motrices imposées par la tenue de feu et l'ARI. L'ensemble de ces paramètres est à l'origine d'une dépense énergétique intense (106).

#### **(b) Impact toxicologique**

Alors que la tenue de feu permet d'isoler le SP des fortes températures environnantes et des radiations thermiques, elle présente l'inconvénient de faciliter l'absorption des toxiques. En effet, en cas de forte température et d'effort physique important, la tenue de feu est génératrice de stress thermique et favorise l'instauration d'un microclimat de chaleur et d'humidité (107), propice à augmenter l'absorption des contaminants par les pores de la peau de 2.5 à 7.5 fois (108) (109). Afin de limiter ce phénomène, il est recommandé de retirer ses EPI le plus rapidement possible après intervention (110) ou de procéder à la décontamination primaire à l'aide d'une brosse. Il est également nécessaire d'en assurer un entretien régulier car la contamination de la tenue de feu par la fumée altère son efficacité en diminuant ses propriétés ignifuges, et sa résistance à la chaleur et à l'électricité (111).

La voie respiratoire a longtemps été considérée comme la voie d'exposition principale du SP aux fumées d'incendie. Cependant, une étude comptabilisant 22 extinctions d'incendie réalisées sous protection de l'ARI, montre que les taux d'HCN contenus dans celui-ci étaient toutes inférieures à la limite de détection (0.1 ppm), soulignant la bonne protection offerte par cet appareil (53).

Une étude américaine réalisée en 2014 s'est penchée sur la contribution des différentes voies d'absorption chez les SP (112). Pour ce faire, les chercheurs ont évalué la contribution cutanée à l'aide de prélèvements réalisés sur le SP à la recherche de HAP. Les SP ont été évalués au cours de 2 sessions de 3 brûlages contrôlés, en s'assurant que leurs EPI dont l'ARI soient correctement portés jusqu'à la fin de l'opération. Des concentrations post-exposition de benzène supérieures aux concentrations pré-exposition furent retrouvées pour les 2 sessions, et une corrélation statistiquement significative entre les concentrations d'hydrocarbures mesurés dans l'air intérieur des tenues et les métabolites urinaires du benzène mesurés fut mise en évidence.

Ces résultats furent récemment confirmés par une étude canadienne publiée en 2017 (113). Une comparaison du dosage urinaire pré et post-incendie de la protéine CC16 et 8-iso-PGF 2, marqueurs respectifs d'une atteinte pulmonaire et du stress oxydatif fut réalisée sur 27 SP. Les résultats obtenus avant et après incendie furent identiques, malgré la présence d'un taux de métabolites urinaires des HAP 3 à 5 fois plus important après incendie. En revanche, une corrélation directe entre le taux de métabolites urinaires des HAP retrouvé et les prélèvements cutanés de HAP effectués sur le SP post-incendie fut établie. Cette étude confirma la voie cutanée comme voie d'absorption principale des toxiques issus des fumées d'incendie chez le SP en opération.

Les principales faiblesses de la tenue de feu ont été mises en lumière par l'International Association of Fire Fighters (IAFF) à l'aide de la méthode FAST (Fluorescent Aerosol Screening Test) en Janvier 2015. L'utilisation de particules de silice, de 0.1 à 10 micromètres de taille, comme marqueurs fluorescents a permis de cartographier les zones du corps humain les plus sujettes à l'infiltration de particules projetées sur le SP en tenue de feu pendant 30 minutes. Les résultats

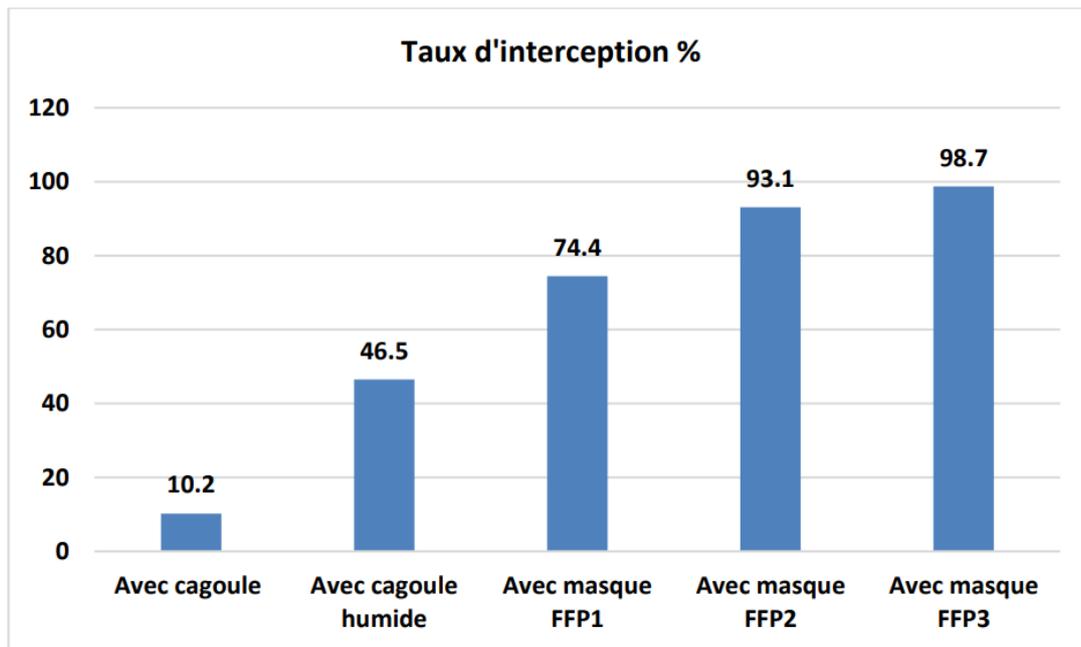
obtenus ont permis de confirmer que les parties du corps les plus exposées sont la tête, le cou, les poignets et les jambes (Figure 4).



**Figure 4 : Photographies du corps à la lumière ultraviolette, technique FAST (Fluorescent Aerosol Screening Test) (114).**

La cagoule est souvent considérée à tort comme un moyen de protection des voies respiratoires par les SP. Or, une étude réalisée récemment par la CNRACL confirme l'idée que la cagoule constitue le maillon faible de la tenue de feu. Les résultats obtenus sur des mesures réalisées sur des feux de végétation montrent que les molécules de CO, d'acroléine, de formaldéhyde et généralement de l'ensemble des particules fines et des molécules gazeuses contenues dans les fumées traversent aisément le textile de la cagoule (115).

De plus, la région du cou et de la mandibule est une des régions du corps dont la peau est la plus perméable. Cette même étude confirme l'efficacité de filtration du masque anti-poussière FFP3 des particules fines contenues dans la fumée (Figure 5).



**Figure 5- Représentation du taux d'interception des particules fines par type de protection respiratoire (110).**

FFP : Filtering Facepiece Particles = pièce faciale filtrante contre les particules

### (c) Contamination directe et croisée

La contamination du SP par un toxique peut se réaliser via deux mécanismes :

- Par **contamination directe**, c'est-à-dire par contact direct du toxique à l'organisme contaminé. Par exemple, celle-ci peut se faire lors de l'attaque du feu par inhalation de fumée sans ARI, ou lors de la phase de déblai par inhalation ou ingestion des poussières et particules, ou par absorption cutanée lorsqu'il touche aux débris d'incendie sans porter de gants.
- Par **contamination croisée**, où la transmission du contaminant au SP se fait par le biais des EPI ou du matériel souillé qui servent de vecteur de contamination. C'est le cas lorsqu'il manipule ses EPI après incendie, qu'il en inhale les odeurs, fume, ou mange à l'aide de ses mains sales.

Parmi les substances identifiées dans la fumée d'incendie, on retrouve les HAP, COV, HCN et plusieurs autres composés organiques et inorganiques (110) (116) (117) (118) (119) (120) (121) (122). Plusieurs de ces contaminants ont été retrouvés sur les EPI du SP (93) (123) (124) (125).

Ces composés peuvent intoxiquer le SP par contamination croisée par inhalation : des mesures réalisées sur les COV et l'HCN adsorbés par les EPI ont montré que certains d'entre eux étaient susceptibles d'être inhalés par le SP par phénomène de dégazage (111) (126).

En effet, la désorption et l'évaporation des COV et semi-volatils contaminent rapidement l'air ambiant, exposant le SP à une intoxication par inhalation qui peut être particulièrement importante lorsqu'elle a lieu en milieu clos, chauffé, ou non ventilé (111).

Les composés solides non volatiles retrouvés sur le SP et sa tenue de feu à l'issue de l'incendie (ex : suies, débris) sont caractérisés par leur persistance. Ils peuvent se déposer et s'accumuler avec le temps sur les objets des zones traversées par le SP sur le retour d'intervention, à commencer par la cabine du véhicule mobilisé et les aires communes du CIS (85) (127) (128). Ils peuvent être libérés de leur vecteur par force mécanique lorsqu'ils sont lavés ou brossés, ou par simple contact lorsqu'ils sont touchés avec les mains par exemple. Ils sont alors susceptibles d'être absorbés par voie respiratoire, cutanée ou digestive.

Ces études démontrent que la tenue de feu est fortement contaminée après incendie, et que le vecteur de transmission principal de la contamination du SP s'avère être ses propres EPI.



**Figure 6 : EPI souillés après un feu de garage automobile. Douai, 2015.**

*Photographie : Joachim Saouli ©*

## **B. Effets médico-sanitaires**

Au-delà des risques encourus par le SP liés à la génération de fumées : opacité, mobilité, inflammabilité, explosivité, etc. (cf. I.A.1.b.2. « Evaluation des nouveaux risques »), ces dernières présentent un caractère doublement toxique.

En effet, leur toxicité peut se manifester au cours de l'attaque de l'incendie par asphyxie ou par intoxication aigue, mais également sur le long terme par les poussières, gaz et particules qui les composent, et qui sont à l'origine de maladies chroniques qui se développent après des années d'exposition.

### **1. Intoxications aiguës**

L'inhalation de fumée est la principale cause de mortalité chez les victimes d'incendie (129). L'intoxication aigue aux fumées d'incendie est plurifactorielle, issue de la combinaison d'une toxicité pulmonaire (brûlure thermique, irritation broncho-pulmonaire et détresse respiratoire asphyxique), et d'une toxicité systémique liée à la présence de gaz asphyxiants qui, associés à une déprivation en oxygène liée à la combustion des matériaux, est responsable de l'atteinte anoxique.

Le syndrome d'inhalation des fumées d'incendie doit être suspecté devant la présence de suies dans les voies aériennes supérieures, à rechercher dans le nez, la bouche, et dans l'expectoration. Ce syndrome est à l'origine de 2 syndromes toxiques qui s'associent à divers degrés :

- Le syndrome de privation en oxygène et d'intoxication par les gaz asphyxiants, caractérisé par des signes neurologiques (troubles neuropsychiatriques, agitation, confusion, perte de connaissance, coma), des signes cardio-circulatoires (troubles du rythme cardiaque, collapsus, arrêt cardiovasculaire) et des signes biologiques (hyperlactatémie, et carboxyhémoglobinémie significative) (130).
- Le syndrome d'intoxication par les gaz irritants, principalement responsables des lésions directes des voies aériennes supérieures et inférieures (brûlures thermiques, brûlures chimiques, obstruction mécanique).

Au sein du SDIS 59, en cas d'incendie de grande ampleur mobilisant plus de 20 SP et dont la durée d'intervention est supérieure à 2h, le véhicule de soutien sanitaire (VSS) peut être déclenché sur ordre du chef des opérations de secours (COS). Ce véhicule, armé d'un médecin et d'un infirmier, dispose du matériel et des thérapeutiques nécessaires à la prise en charge des intoxications aux fumées et de leurs complications éventuelles, que ce soit à destination des SP ou des victimes.

## **2. Effets au long cours**

### **a) Cardiopathies**

Les études réalisées sur les facteurs de risque cardiovasculaire des SP ont mis en évidence l'effet cumulatif de l'exposition à des substances cardiotoxiques avec un niveau d'activité cardiaque intense (131). En effet, les maladies cardiovasculaires (MCV) sont la première cause de mortalité des SP en intervention, et 45% des décès de SP en service chaque année aux Etats-Unis sont dus à une insuffisance coronarienne (132). Ce taux est nettement supérieur à celui enregistré chez les forces de l'ordre (22%) ou toutes professions confondues (15%). C'est au cours de la lutte contre l'incendie que le risque de décès est le plus important, bien que cette activité représente souvent moins de 10% de l'activité totale opérationnelle des SP (133).

Le risque de décès d'origine coronaire est 12 à 136 fois plus important pendant ou juste après l'extinction de l'incendie qu'en activité non opérationnelle (133). En effet, au cours de cette mission le SP doit faire face à des risques bien particuliers : hautes températures, exercice physique intense, exposition aux fumées d'incendie contenant gaz asphyxiants et particules fines, et haut niveau de stress. Ces facteurs ont un effet synergique et sont à haut risque d'évènement cardiovasculaire aigu.

L'activité de lutte contre l'incendie se réfère ici aux différentes missions occupées par les binômes d'attaque (BAT) et d'alimentation (BAL) affectés au fourgon pompe-tonne (FPT): établissement de la lance du dévidoir tournant (LDT), entrée du bâtiment en feu, et secours à personne si besoin.

Les SP partent sur intervention lorsque sonne l'alarme de départ, à l'origine d'une activation du système nerveux sympathique, responsable d'une augmentation du rythme cardiaque et de la pression artérielle qui se majorent par les efforts de type aérobique (ascension de l'échelle ou montée d'escaliers) ou anaérobique (opération de secours à personnes) fournis au cours de l'intervention (134).

Les températures extrêmes auxquelles le SP fait face, associé au poids des EPI – la tenue de feu et l'ARI constituant une charge supplémentaire de 15 à 25kgs – augmentent le risque cardiométabolique, ainsi que le risque de déshydratation et de coup de chaleur à l'exercice. En effet, la conjugaison de l'exposition à des températures extrêmes du SP à une activité physique intense entraîne l'activation des plaquettes, la formation de thrombus et altère la fonction vasculaire, favorisant l'ischémie cardiaque (135). Les perturbations physiologiques induites par ces différents facteurs sont responsables d'infarctus du myocarde et des arythmies cardiaques, qui sont les principales causes de décès des SP morts en opération retrouvées à l'autopsie (136) (137).

### **b) Pneumopathies**

Plusieurs études épidémiologiques montrent que l'exposition du SP aux irritants contenus dans les fumées augmente le risque de développer des troubles de la fonction pulmonaire, responsables d'une diminution du VEMS (Volume Expiratoire Maximal Seconde), de la CVF (Capacité Vitale Forcée) et d'une diminution du coefficient de Tiffeneau (rapport VEMS/CVF) (138) (139) (140). L'inhalation des fumées est à l'origine d'une altération des défenses immunitaires et favorise également le développement de maladies pulmonaires chroniques (141) telles que l'asthme professionnel, la BPCO, la bronchiolite oblitérante avec pneumopathie organisée (BOOP syndrome).

### c) **Cancers**

En 2007, le CIRC a réuni un groupe de travail afin d'évaluer le potentiel carcinogène de différents métiers, dont celui de SP (1). Ce travail a permis d'aboutir à la publication d'une analyse documentaire évaluant l'exposition du SP à de nombreux produits de combustions toxiques, incluant plusieurs agents carcinogènes classés comme cancérogènes certains, probables ou possibles (respectivement classe 1, classe 2A et classe 2B) (142). A cette occasion, une mise à jour d'une méta analyse réalisée par LeMasters et coll. en 2006 (143) fut réalisée et conclut à l'existence d'un risque accru pour le SP de développer 3 types de cancers : le cancer testiculaire (risque relatif [RR] = 2.02, intervalle de confiance à 95% [IC] 95% = 1.30-3.13), lymphome non-Hodgkinien (RR = 1.51, IC 95% = 1.31-1.73) et cancer de la prostate (RR = 1.28, IC 95% = 1.15-1.43). Le groupe de travail conclut en catégorisant la profession de pompier comme étant « *peut-être* carcinogène » pour l'Homme (classe 2B).

Depuis l'analyse documentaire du CIRC de 2007, plus de 600 études ont été réalisées sur les liens entre la profession de pompier et le cancer. Il n'y a cependant aucun type de cancer retrouvé de manière systématique dans toutes les études examinées, bon nombre d'entre elles péchant par une faible puissance statistique ou par un manque de données détaillées concernant l'exposition. En raison de leurs qualités, plusieurs études sont cependant considérées supérieures aux autres, et font l'objet d'une description ci-dessous.

Une étude coréenne réalisée en 2012 sur 33416 intervenants d'urgence de sexe masculin dont 88,1% de SP révèle une association entre la profession de SP et le cancer colorectal (ratio standardisé d'incidence [RSI] = 1.35, IC 95% = 1.07-1.67), le cancer du rein (RSI = 1.59, IC 95% = 1.00-2.41), de la vessie (RSI = 1.77, IC 95% = 1.08-2.73), et le lymphome non-Hodgkinien (LNH) (RSI = 1.81, IC 95% = 1.12-2.76) (144).

La plus vaste étude américaine sur le sujet (145) a été réalisée en 2014 sur une cohorte de 2993 SPP hommes et femmes de San Francisco, Chicago et Philadelphie, suivis de 1950 à 2009. Les résultats montrent une association entre la profession de SP et les cancers digestifs (RSM (Ratio Standard de Mortalité) = 1.26, IC 95% = 1.18 - 1.34, n=928; RSI=1.17, IC 95% = 1.10 - 1.25, n=930), respiratoires (RSM=1.10, IC 95% = 1.04 - 1.17, n=1096; RSI=1.16, IC 95% 1.08 - 1.24, n=813), et le mésothéliome (RSM=2.00, IC 95% = 1.03 - 3.49, n=12; RSI=2.29, IC 95% = 1.60 - 3.19, n=35). La taille de l'échantillon fut augmentée en 2015, portant le nombre de sujets à 19309 SP de sexe masculin. L'étude retrouve un risque accru pour le SP de développer un cancer du poumon et de mourir par leucémie (146).

Une étude réalisée sur 16422 SP de sexe masculin de 1961 à 2005 dans 5 pays nordiques révèle une association entre la profession de SP et le cancer de la prostate (RSI=2.59, IC 95% = 1.34 - 4.52), le mélanome (RSI=1.62, IC 95% = 1.14 - 2.23), cancers cutanés autre que mélanome (RSI=1.40, IC 95% = 1.10 - 1.76), le myélome multiple (RSI=1.69, IC 95% = 1.08 - 2.51), l'adénocarcinome pulmonaire (RSI=1.90, IC 95% = 1.34 - 2.62) et le mésothéliome (RSI=2.59, IC 95% = 1.24 - 4.77)

(147).

Une étude cas-témoin réalisée sur les SP californiens (148) de 1988 à 2007 sur 3996 SP de sexe masculin mit en évidence une association entre la profession et le mélanome (odds ratio [OR] = 1.8; IC 95% = 1.4-2.1), le myélome multiple (OR 1.4; IC 95% = 1.0-1.8), la leucémie aigue myéloïde (OR 1.4; IC 95% = 1.0-2.0), le cancer de l'œsophage (OR 1.6; IC 95% = 1.2-2.1), le cancer de la prostate (OR 1.5; IC 95% = 1.3-1.7), du cerveau (OR 1.5; IC 95% = 1.2-2.0) et du rein (OR 1.3; IC 95% = 1.0-1.6).

Une étude australienne (149) réalisée sur 17394 SP à temps plein et sur 12663 pompiers à temps partiels actifs de 1980 à 2010 retrouve une association positive entre les SP et tout type de cancer. Une relation dose-effet fut mise en évidence entre le nombre d'années d'exposition et le développement du cancer du rein et de la prostate.

Enfin, une méta-analyse incluant 48 études et publiée en février 2019 retrouve une association positive entre la profession et le cancer du côlon (RSI=1.14; IC 1.06 - 1.21), du rectum (RSI=1.09; IC 1.00 - 1.20), de la prostate (RSI=1.15; IC 1.05 - 1.27), des testicules (1.34; IC 1.08 - 1.68), de la vessie (RSI=1.12; IC 1.04 - 1.21, de la thyroïde (RSI=1.22; IC 1.01 - 1.48), de la plèvre (RSI=1.60; IC 1.09 - 2.34) et du mélanome (1.21; IC 1.02 - 1.45). Cependant, seule une association avec le mésothéliome, le cancer des testicules, de la thyroïde et du colon ne fut validée après évaluation par les critères spécifiques à l'analyse (150). Une surmortalité par cancer du rectum (36%) et du lymphome non-Hodgkinien (42%) fut également observée.

En France, l'étude de cohorte CPRIM (3) est une analyse de la mortalité des SPP réalisée sur 10 829 SPP actifs au 1er janvier 1979 sur une période de 30 ans, et répartis dans 89 SDIS et réalisée entre en 2009 et 2011. Les taux de mortalité de la cohorte ont été comparés à ceux de la population générale masculine sur la période 1979-2008 par le calcul de ratios standardisés de mortalité. Les taux de mortalité de la population française utilisés dans les calculs ont été obtenus auprès de

l'Institut de veille sanitaire (InVS). L'étude n'a pas mis en évidence de sur-risque de décès marqué dans la population de SPP en 1979, en général ou pour une cause donnée, par rapport à la population générale. La mortalité par cancer est non statistiquement différente de celle de la population générale. En revanche, une surmortalité modérée pour certains types de cancers fut mise en évidence avec une localisation broncho-pulmonaire pour 25%, de la lèvre, de la cavité buccale et du pharynx à hauteur de 9%, et du foie et des voies biliaires intra-hépatiques évaluée à 6%.

On observe entre autre une sous-mortalité dans les jeunes âges qui disparaît progressivement dans les âges élevés. Ce résultat peut s'expliquer par l'effet travailleur sain (« healthy worker effect ») : le SP profite d'un suivi médical renforcé au sein de sa profession, d'une forte sélection à l'embauche et d'entraînements qui lui confèrent une bonne condition physique. En revanche, cette sous-mortalité initiale se réduisant avec l'âge devient nulle à partir de 70 ans, son activité sollicitant particulièrement le système cardiovasculaire par les efforts physiques et le stress (3) (134).

La « Revue de la littérature épidémiologique sur le risque de cancer chez les pompiers » a récemment été réalisée par l'IRSST en décembre 2018 (151). Celle-ci, réalisée sur plus de 600 publications parues depuis l'analyse documentaire du CIRC en 2007, a permis de mettre en évidence de nouvelles preuves d'associations entre le métier de SP et le cancer. L'association retrouvée la plus forte concerne un excès de mésothéliome attribuable à l'amiante chez les SP actifs depuis plus de 30 ans. Le cancer du poumon n'est pas écarté, mais ne bénéficie pas d'une association aussi probante. Aucune preuve concluante n'existe entre la profession et quelque autre type de cancer. Toutefois, cette revue de la littérature fait état de cas plus fréquents de cancer de la prostate et de LNH, rejoignant sur ce point l'analyse documentaire du CIRC de 2007. Un résumé des conclusions est présent en tableau 4.

**Tableau 4 : Revue de la littérature épidémiologique de l'IRSST sur le risque de cancer chez les pompiers (152)**

<b>RÉSUMÉ DES CONCLUSIONS SUR LE CANCER CHEZ LES POMPIERS</b>			
<b>Siège/type de cancer</b>	<b>Degré d'association statistique</b>	<b>Qualité de la preuve d'association</b>	<b>Conclusion antérieure du CIRC (2010a)</b>
Cerveau	Mixte	Faible	Non confirmé*
Côlon/rectum (gros intestin)	Mixte	Très faible	Non confirmé*
Intestin grêle	Limitée	Très faible	
Leucémie – tous les types	Limitée	Faible	
Lymphome non hodgkinien(LNH)	Mixte	Modérée	Possible (environ 20 % d'excès)
Mésothéliome	Convergente	Forte	
Myélome multiple	Limitée	Très faible	Non confirmé*
Œsophage	Mixte	Faible	
Peau – mélanome	Mixte	Faible à modérée	Non confirmé*
Peau – non mélanome	Limitée	Très faible	
Poumon	Mixte	Faible à modérée	
Prostate	Mixte	Modérée	Possible (environ 30 % d'excès)
Rein	Mixte	Faible à modérée	
Tête et cou (incluant le larynx et le pharynx)	Limitée	Faible	
Vessie	Limitée	Faible	

\* Siège/type indiqué par une méta-analyse (LeMasters et coll., 2006), mais non confirmé par le CIRC.

**Nota** : aucunes données n'étant disponibles en ce qui concerne plus précisément la période de latence des cancers chez les pompiers, une période de latence présumée de plus de 10 ans pour la plupart des cancers, de plus de 20 ans pour le cancer du poumon, et de plus de 30 ans pour le mésothéliome correspond aux valeurs convenues à l'échelle internationale, bien qu'un mésothéliome se soit occasionnellement déclaré après une plus courte période.

En conclusion, les études réalisées sur l'association entre le métier de SP et le risque de cancer sont formelles : les SP présentent un risque accru de développer certains cancers dont la localisation varie selon plusieurs facteurs dont le type d'exposition, la fréquence et la durée d'exposition, et le port des EPI.

## **II. Mesures relatives au médecin de prévention**

Les mesures de prévention développées dans ce travail sont issues du rapport de la CNRACL, et sont jointes en Annexe 1.

### **A. Mesures générales**

#### **1. Avant l'intervention**

##### **a) Informer et former : sensibiliser et informer l'ensemble des sapeurs-pompiers (...) / Développer la culture de la prévention**

La formation et l'information entrent dans le cadre de la prévention primaire, qui vise à éviter ou éradiquer les facteurs de risques, en agissant en amont de la maladie. L'éducation des agents sur les risques professionnels peut être collective (au sein des CIS) ou individuelle (au cours de la visite médicale). Elle peut également se réaliser par branches professionnelles, ou par spécialités.

##### **b) Prévenir et dépister**

###### **(1) Utiliser une tenue adaptée en fonction de chaque situation et en changer systématiquement en cas de contamination**

Afin d'évaluer les risques d'une exposition professionnelle à un agent chimique ou biologique, des mesures d'exposition peuvent être réalisées. Une stratégie de prélèvements s'inscrivant dans le cadre de la prévention secondaire permet d'évaluer le degré de contamination auquel l'agent fait face, et le cadre dans lequel un changement de tenue d'avère nécessaire.

## **2. Pendant l'intervention**

### **a) Généraliser le soutien sanitaire opérationnel**

Le soutien sanitaire opérationnel (SSO) est mentionné dans l'article R1424-24 du Code général des collectivités territoriales qui définit les missions du SSSM des SDIS de France (153). Le SSO a pour objectif premier le contrôle et la réhabilitation du SP suite à son engagement opérationnel (154). Il s'agit de prévention secondaire qui vise la surveillance du milieu travail et de la santé des intervenants, elle sous la responsabilité directe du SSSM. La généralisation du SSO passe par une homogénéité des pratiques entre médecins, ainsi qu'entre infirmiers. Il est de première nécessité de garantir une prise en charge standardisée et harmonisée des SP sur intervention, ainsi qu'un déclenchement optimal du véhicule sur les interventions importantes.

## **B. Mesures spécifiques aux formations sur feux réels**

### **1. Informer et former**

#### **a) Profiter des cycles de formation pour rappeler les bonnes pratiques en matière de santé au travail et les mettre en œuvre**

Les formations sur feux réels comportent de nombreux risques, autant pour les stagiaires que pour les formateurs. Ces risques peuvent être évalués, et des soins d'urgence apportés en cas d'accident, s'inscrivant dans le cadre de la prévention tertiaire ayant pour objectif de minimiser les atteintes à la santé du fait de l'intervention.

### **III. Rôle du médecin de prévention dans la déclaration en maladie professionnelle**

Selon l'article L. 461-6 du Code de la Sécurité Sociale, le médecin de prévention, comme tout docteur en médecine, doit déclarer tout symptôme et toute maladie dont le caractère professionnel est suspecté. Par la surveillance médicale des agents, il occupe un rôle essentiel dans la détection des maladies professionnelles. Par ailleurs, il est également informé de la maladie professionnelle déclarée par tout agent de sa collectivité, et remet obligatoirement un rapport écrit à la Commission de Réforme (CR).

Dans le rapport « Santé travail : enjeux et actions » de l'Assurance maladie publié en avril 2019, le rapport estime qu'une part non négligeable des cancers d'origine professionnelle n'est pas déclarée par les assurés, alors qu'entre 2003 et 2017, celle-ci en a reconnu en moyenne 1800 par an (8).

Au sein des SDIS de France, évoluent des sapeurs-pompiers professionnels (SPP) et des sapeurs-pompiers volontaires (SPV). Alors que les SPP sont fonctionnaires des collectivités territoriales pour la plupart d'entre eux, seule une minorité des SPV le sont. Or, les démarches de déclaration de maladie professionnelle du SP diffèrent selon qu'il soit un agent public ou un salarié de droit privé.

Afin de s'assurer d'une compréhension optimale du SP qui souhaiterait initier une démarche de reconnaissance en maladie professionnelle, il convient de revenir sur les définitions de la MP et des tableaux de MP, ainsi que de présenter les différences instances en charge de traiter les dossiers de reconnaissance en MP.

## A. La maladie professionnelle

Une MP est une affection résultant de l'exposition d'une personne à un risque en lien avec son travail. Selon l'INRS, « *une maladie est dite professionnelle si elle est la conséquence directe de l'exposition d'un travailleur à un risque physique, chimique ou biologique, ou si elle résulte des conditions dans lesquelles il exerce son activité professionnelle et si elle figure dans un des tableaux du régime général ou agricole de la Sécurité Sociale* » (155).

Il peut s'avérer difficile d'établir une relation de cause à effet entre l'activité professionnelle et la pathologie du salarié. En France, plus de 95% des MP sont reconnues via le système des tableaux de maladies professionnelles. Si toutes les conditions médicales, professionnelles et administratives du tableau sont remplies, la maladie est présumée d'origine professionnelle. Selon le Code de la Sécurité sociale, « *est présumée d'origine professionnelle toute maladie désignée dans un tableau de maladies professionnelles et contractée dans les conditions mentionnées à ce tableau* » (CSS, art. L. 461-1).

Pour les travailleurs et employeurs du secteur privé cotisant au régime général de la Sécurité sociale, il existe un système complémentaire de reconnaissance : le Comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles (CRRMP), institué par la loi n°93-121 du 27 janvier 1993. Cette instance est chargée d'établir le lien de causalité entre la pathologie et l'origine professionnelle lorsqu'il n'existe pas de tableau pour la pathologie en question, ou que les conditions du tableau ne sont pas remplies.

On peut également classer les MP selon leur système de réparation. Les maladies professionnelles indemnissables (MPI) désignent l'ensemble des pathologies figurant au sein des tableaux de MP ou reconnues par le CRRMP. Elles donnent droit à une réparation spécifique aux victimes.

Les maladies supposées d'origine professionnelle mais qui n'entrent pas dans le cadre des tableaux de MPI sont désignées comme maladies à caractère professionnel (MCP). Leur signalement se font

à des fins de surveillance épidémiologique en milieu travail, et celles-ci sont prises en charge par l'Assurance maladie au même titre que toute autre maladie.

## B. Les tableaux de maladies professionnelles

La loi du 9 avril 1898 sur l'indemnisation des accidents du travail est à l'origine d'un régime spécial d'indemnisation des victimes d'accidents du travail (AT). Celle-ci permet la création du principe de présomption d'imputabilité, de réparation forfaitaire des victimes et de responsabilité sans faute des employeurs. Ces principes ont été étendus aux MP par la loi du 25 octobre 1919 à l'origine de la création des tableaux de MP.

### 1. Structure des tableaux de maladies professionnelles

Chaque tableau comporte un titre précisant la nuisance concernée, et 3 colonnes distinctes : la désignation de la maladie, le délai de prise en charge ou la durée minimale d'exposition selon la pathologie, et la liste des métiers susceptibles de provoquer la maladie (liste limitative ou indicative). Un exemple de tableau de maladie professionnelle est présenté en Figure 7 (156).

#### Intoxication professionnelle par le tétrachlorure de carbone

Date de création : Décret du 9 décembre 1938 | Dernière mise à jour : Décret du 11 février 2003

DÉSIGNATION DES MALADIES	DÉLAI DE PRISE EN CHARGE	LISTE INDICATIVE DES PRINCIPAUX TRAVAUX SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER CES MALADIES
Néphrite aiguë ou subaiguë avec albuminurie, cylindrurie et azotémie progressive.	30 jours	Préparation, emploi, manipulation du tétrachlorure de carbone ou des produits en renfermant, notamment : - Emploi du tétrachlorure de carbone comme dissolvant, en particulier pour l'extraction des matières grasses et pour la teinture-dégraissage ; - Remplissage et utilisation des extincteurs au tétrachlorure de carbone.
Hépatonéphrite initialement apyrétique, ictérogène ou non.	30 jours	
Ictère par hépatite, initialement apyrétique.	30 jours	
Dermite irritative.	7 jours	
Accidents nerveux aigus en dehors des cas considérés comme accidents du travail.	3 jours	

Figure 7. Régime général. Tableau 11

Il existe 112 MP reconnues par le régime général de la sécurité sociale à l'heure actuelle (157).

## **2. Evolution des tableaux**

Depuis le premier tableau du régime général créé en 1919, les tableaux de MP sont régulièrement révisés et complétés par décrets après avis du Conseil d'orientation des conditions de travail (COCT), puis publiés au Journal Officiel. Cette évolution témoigne de l'avancée des techniques et des technologies, et des progrès des connaissances médicales. Cependant, l'inscription d'une pathologie aux tableaux de MP ne dépend pas moins des avancées de la science médicale que du résultat d'une négociation paritaire tripartite entre le patronat, l'état et les syndicats.

Les demandes de création de nouveaux tableaux ou de modifications des tableaux existants sont présentées à la Commission des Pathologies Professionnelles du COCT, placée auprès du ministre du travail. Les difficultés rencontrées face à l'ampleur des signalements et aux discussions avec les partenaires sociaux expliquent la lenteur et le coût de ces opérations.

En 2018, la réalisation des expertises préalables à la création et la modification des tableaux de MP et l'élaboration des recommandations aux CRRMP a été confiée à l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) (158).

## **C. La maladie professionnelle au sein de la fonction publique**

### **1. Maladie contractée en service**

En droit de la fonction publique, la notion de « maladie professionnelle » n'est pas expressément utilisée. Les statuts de la fonction publique font référence aux maladies « contractées ou aggravées

(...) en service », tels que décrits dans l'article L.27 du Code des pensions civiles et militaires de retraite (159). Une maladie est reconnue comme « contractée ou aggravée » en service lorsqu'elle est la conséquence directe de l'exposition du fonctionnaire à un risque physique, chimique, biologique ou résulte des conditions dans lesquelles il exerce son activité professionnelle.

## **2. Présomption d'imputabilité au service**

A la différence des salariés du droit privé, il a longtemps incombé au fonctionnaire d'établir le lien de causalité entre la maladie et les fonctions qu'il occupe. En effet, la situation n'a évolué que récemment par la publication de l'ordonnance n° 2017-53 du 19 janvier 2017 portant diverses dispositions relatives au compte personnel d'activité, à la formation et à la santé et la sécurité au travail dans la fonction publique (160).

Cette ordonnance apporte une modification substantielle de la loi n°83-634 du 13 juillet 1983 portant sur les droits et obligations des fonctionnaires par la création d'un article 21 bis permettant au fonctionnaire de bénéficier de la présomption d'imputabilité au service s'il souffre d'une des pathologies répertoriées dans l'un des tableaux annexés au code de la sécurité sociale.

Bien entendu, l'agent se voyant diagnostiquer une maladie répertoriée dans l'un de ces tableaux doit malgré tout s'assurer de remplir tous les critères requis afin d'obtenir la présomption d'imputabilité au service de sa pathologie : délai de prise en charge, durée d'exposition ou liste limitative des travaux concernés.

Dans son article 10, l'ordonnance du 19 janvier 2017 précise les modalités de régime de la preuve à apporter :

- L'affection appartenant à un tableau de MP permet à l'agent une présomption d'imputabilité au service en sa faveur (article 10 IV alinéa 1)

- L'affection désignée par un tableau de MP ne remplissant pas l'ensemble des critères prévus par ce dernier implique que l'agent doit prouver par lui-même que sa pathologie est directement causée par l'exercice de ses fonctions (article 10 IV alinéa 2)
- L'affection non répertoriée au sein d'un tableau implique à l'agent d'apporter la preuve que sa pathologie est essentiellement et directement liée au service, et qu'elle entraîne une incapacité permanente dont le taux est fixé par un décret en Conseil d'Etat (article 10 IV alinéa 3)

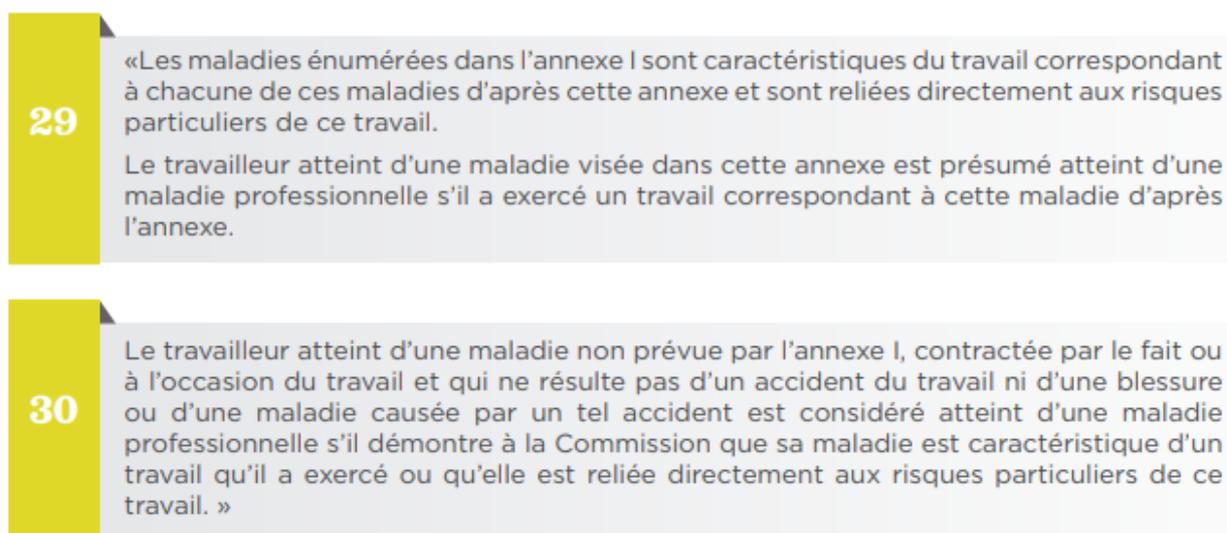
L'application aux agents de la fonction publique de nouvelles dispositions du Code de la sécurité sociale confirme donc le rapprochement du régime des MP des fonctionnaires avec celui des salariés de droit privé. De même, celle-ci permet un rapprochement du régime d'imputabilité au service des agents titulaires de celui des agents non titulaires.

Il persiste cependant des différences notables entre ces deux catégories d'agents. En effet, pour les fonctionnaires des collectivités territoriales, la reconnaissance de MP hors tableau se fait via la Commission de Réforme (CR) et non par le CRRMP. Les modalités du parcours de déclaration pour les agents de droit public et des salariés de droit privé du SDIS 59 sont détaillées en 4<sup>e</sup> partie de ce travail.

## D. Maladies professionnelles présumées chez les pompiers à l'étranger

### 1. Québec

Les modalités de réparation des lésions professionnelles et des conséquences qu'elle entraîne pour le bénéficiaire sont définies par la loi sur les accidents du travail et les maladies professionnelles (LATMP). Il existe 2 régimes en vertu desquels un travailleur peut être indemnisé, énoncés aux articles 29 et 30 de la loi précitée (Figure 8) (161).



**Figure 8 : Articles 29 et 30 de la loi sur les accidents du travail et les maladies professionnelles**

L'annexe I de cette loi détaille les maladies caractéristiques du travail de pompier qui donnent droit à présomption, dans les conditions décrites à l'article 29. Cette présomption – à l'instar de la présomption d'imputabilité inhérente aux maladies qui remplissent tous les critères des tableaux des MP annexés au code de la sécurité sociale en France – permet d'alléger le travail de reconnaissance en MP du pompier québécois. Plus de dix états canadiens ont déjà inclus certains cancers et maladies cardiaques liés à l'activité de pompier. Le type de lésion cardiaque ou de cancers dont la présomption est établie varie selon la province ou le territoire. Elle concerne les pompiers à temps plein et les pompiers à temps partiel. Un tableau comparatif des maladies professionnelles présumées est joint en Annexe 2.

## 2. États-Unis et Australie

Trente-trois états américains ont développé le principe de présomption. Parmi ces trente-trois états, vingt états ont fait le choix d'appliquer la présomption pour tout type de cancer survenant chez le SP, alors que treize états ont fait le choix de ne couvrir que certains cancers spécifiques. La plupart de ces cancers sont des leucémies, lymphomes non-Hodgkinien, cancer du cerveau, cancer de la vessie et cancer gastrointestinal (162). En revanche, une partie des états américains n'appliquent pas le principe de présomption aux pompiers volontaires. Une cartographies des maladies professionnelles bénéficiants de la présomption d'imputabilité est disponible sur le site de l'IAFF (163).

En 2011, le Commonwealth d'Australie a émis une liste de maladies professionnelles présumées chez le pompier pour lesquelles une présomption d'imputabilité est instaurée (164). Celle-ci ne concerne que le pompier professionnel, et inclut 12 localisations de cancers (Tableau 5).

**Tableau 5 – Maladies professionnelles présumées chez les pompiers du Commonwealth d'Australie (165)**

Item	Maladie	Durée d'exposition
1	Cancer du cerveau	5 ans
2	Cancer de la vessie	15 ans
3	Cancer du rein	15 ans
4	Lymphome non-Hodgkinien	15 ans
5	Leucémie	5 ans
6	Cancer du sein	10 ans
7	Cancer du testicule	10 ans
8	Myélome multiple	15 ans
9	Cancer de la prostate	15 ans
10	Cancer de l'uretère	15 ans
11	Cancer colorectal	15 ans
12	Cancer de l'œsophage	25 ans

## **IV. Actions de prévention au sein du SDIS 59**

Suite à la parution du rapport de la CNRACL le 21 septembre 2017, un CHSCT exceptionnel s'est déroulé le 7 novembre 2017 au sein duquel fut décidé de la création d'un groupe de travail, et dont nous avons eu le privilège de pouvoir incorporer en qualité de médecin du travail qualifié au service du PSSM. En parallèle, et à l'initiative du PSSM, différentes missions inhérentes à la médecine de prévention et axées sur l'évaluation et la réduction des risques professionnels ont pu être identifiées et mises en place.

### **A. Avant l'intervention**

#### **1. Informer et former**

##### **a) Sensibiliser et informer l'ensemble des sapeurs-pompiers :**

##### **Enseignement en caserne**

Les formations dispensées dans la majorité des CIS du département sont quotidiennes. Elles se font par le biais de réalisations de manœuvres ou d'enseignements théoriques collectifs.

##### **b) Développer la culture de la prévention et la prise de conscience du risque spécifique lié aux expositions aux fumées lors des cycles de formation**

Au sein des formations dispensées par le PSSM, l'initiation puis le renouvellement de l'habilitation opérationnelle des médecins et infirmiers du PSSM sont subordonnées à plusieurs formations : la formation initiale départementale opérationnelle (FID OPE) qui a lieu dans le cadre du recrutement, et la formation de maintien et de perfectionnement des acquis opérationnels des personnels de santé (FMPA OPE) qui est renouvelée chaque année. Depuis la prise de conscience récente de

l'importance de la prévention des risques liés aux fumées d'incendie, un module de toxicologie et de prévention des risques a été intégré au sein des différentes formations.

Les personnels de santé œuvrent quotidiennement auprès de plus de 6200 SP couvrant le département. Représentant un volume d'environ 350 infirmiers et médecins, ils sont les premiers consultants des SP en prévention santé travail. Lors de la réalisation de visites médicales ou de prises de garde en CIS, ils s'assurent de transmettre aux SP une information correcte et précise vis-à-vis des risques encourus. Dans cette optique, leur formation se doit d'être une priorité afin de pouvoir faire face aux enjeux posés par les fumées d'incendie.

#### (1) **Formation initiale départementale opérationnelle**

D'une durée d'une semaine, l'accent est désormais mis sur la prévention des risques professionnels avec pour objectifs de cerner les rôles du soutien sanitaire lors des missions d'incendie, de l'intérêt de la vérification du port des EPI dont l'ARI, de la marche générale des opérations à travers des mises en situations professionnelles, et de la gestion de situations avec nombreuses victimes.

Le stagiaire est déclaré opérationnel une fois les différentes compétences validées par les cadres de santé du SDIS, lui permettant de participer par la suite au soutien santé des opérations, à la prévention et à l'évaluation de l'aptitude médicale des SP, et enfin au secours d'urgence aux personnes.

**(2) Formation de maintien et de perfectionnement des acquis opérationnels des personnels de santé**

Au regard des enjeux actuels, la formation est aujourd'hui axée sur le soutien santé opérationnel (SSO) et les soins d'urgence aux SP. En effet, le retour d'expérience indique une connaissance perfectible des risques liés aux fumées d'incendie chez les SP en intervention, ainsi qu'une grande variabilité dans les prises en charge, la surveillance, et la réhabilitation des SP sur intervention.

La formation des personnels de santé aux nouvelles approches concernant les risques relatifs à ces expositions se fait via un enseignement dont les objectifs pédagogiques sont :

- Connaître la Marche Générale des Opérations (MGO) en soutien santé :
  - o Connaître la MGO incendie (Reconnaissance, Sauvetage, Etablissement, Attaque, Protection, Déblai, Surveillance, Retour du feu)
  - o Être capable d'adapter la MGO "SANTÉ" à la MGO "INCENDIE"
  - o Connaître les principaux phénomènes thermiques
  - o Connaître les principes de la sectorisation (mise en place d'un périmètre de zonage comprenant : zone d'exclusion, zone contrôlée, zone de soutien, et une aire de nettoyage)
  - o Prendre conscience du phénomène "team leading", modèle de commandement ayant pour but de donner aux membres d'une équipe les moyens afin d'atteindre un objectif commun de manière efficace
  
- Connaître la doctrine relative à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie.
  - o Être capable de citer les composants principaux des fumées d'incendie
  - o Être capable de citer les principaux risques liés aux fumées d'incendie.
  - o Être capable de citer les voies d'absorption des toxiques liées aux fumées et leur

mécanisme

- Être capable d'expliquer les phénomènes de contamination directe, de contamination croisée
  - Être capable d'expliquer les moyens à mettre en place pour se prémunir de la toxicité des fumées (Habillage correct de la tenue de feu avant l'intervention, port de l'ARI lors de la phase de déblai, inspection des EPI pour évaluation de la nécessité d'une décontamination primaire ou d'un changement de tenue après l'intervention, mode de transport des EPI, bonnes pratiques au retour en CIS, etc.)
- Adapter ses choix thérapeutiques au terrain :
- Être capable de prioriser les victimes à traiter
  - Appliquer le PISU (Protocole Infirmier de Soins d'Urgence) « Arrêt cardio respiratoire ».
  - Appliquer le PISU « Exposition aux fumées d'incendie »
  - Appliquer le PISU « Brûlures »
  - Appliquer le PISU « Convulsions »
  - Appliquer le PISU « SSO »
- Être capable de gérer efficacement l'information opérationnelle.
- Communiquer efficacement avec le Commandant des Opérations de Secours
  - Communiquer efficacement avec l'Officier Santé CODIS
  - Communiquer efficacement avec le SAMU
  - Communiquer au moyen de la radio

- Appréhender l’articulation des missions SUAP (Secours d’urgence à personnes) et SSO
  - o Mettre en œuvre une prévention adaptée au sinistre
  - o Solliciter une montée en puissance des moyens PSSM
  - o Connaître les outils du SSO des engins santé : oxygène, zone de reconditionnement et EPI
  
- Maîtriser les documents opérationnels permettant la traçabilité des expositions
  - o Utiliser la fiche bilan SSO
  - o Utiliser les fiches de surveillances
  - o Renseigner le logiciel de gestion médicale des agents (MediSap)

## **2. Prévenir et dépister**

- a) Utiliser une tenue adaptée en fonction de chaque situation et en changer systématiquement en cas de contamination : Campagne de mesures de l’exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques**

Au-delà de l’aspect sanitaire, la toxicité des fumées d’incendie représente un défi opérationnel et logistique délicat à relever pour les SDIS. En effet, on sait désormais que les SP qui portent correctement leurs EPI pendant l’extinction de l’incendie et au cours de la phase de déblai absorbent les contaminants principalement par voie cutanée (112) (113), et que leurs propres EPI représentent un vecteur de contamination important (126).

Afin de limiter les risques de contamination, et en accord avec les moyens matériels dont dispose le groupement logistique du SDIS 59, il fut décidé de procéder à un échange des tenues lorsque le degré de souillure des EPI et du matériel est jugé trop élevé, ou que les conditions climatiques ne permettent pas de réaliser une décontamination primaire à l’aide d’un nettoyage par brossage léger à

sec sur les lieux de l'opération.

La question de l'évaluation du degré de contamination et de souillure des EPI selon les différents types de feu affrontés au sein du département s'est alors posée, celui-ci n'étant pas exposé de manière fréquente aux incendies de forêt ravageurs tels que d'autres régions du monde peuvent l'être.

Dans ce contexte, nous avons décidé de mener une campagne de mesures de polluants traceurs des fumées de combustion. Cette étude est intégrée dans la démarche d'EvRP et s'inscrit dans les 9 principes généraux de prévention cités aux articles L4121-2 et L4121-3 du Code du travail.

La méthode d'évaluation de la contamination aux fumées d'incendie s'est portée sur la réalisation de prélèvements surfaciques à la recherche de HAP avant et après l'incendie. Les HAP ont été désignés comme polluant indicateur des fumées pour plusieurs raisons : l'exposition aux HAP est aujourd'hui bien documentée (119), principalement par la voie cutanée, ce sont des agents chimiques CMR avérés (166), ils présentent un faible potentiel volatil pour la plupart d'entre eux et leur présence est avérée sur les différentes surfaces au contact des fumées d'incendie (113).

Les prélèvements surfaciques ont été choisis comme mesure de l'exposition de par leur simplicité de réalisation. La zone du cou fut sélectionnée pour sa grande perméabilité et la connaissance de la faible protection offerte par la cagoule.

L'objectif de cette étude est de caractériser l'exposition cutanée des SP aux HAP lors de 3 types de feux auxquels ils font fréquemment face: feu de détrit, feu de véhicule léger, et feu d'habitation. Les résultats nous permettent d'évaluer les situations d'incendie pour lesquelles l'exposition est suffisamment importante pour que l'on privilégie un changement de la tenue de feu avec échange des équipements souillés sur place plutôt qu'une décontamination primaire.

En cas d'incendie, le fourgon pompe-tonne (FPT) est le premier véhicule déclenché sur

l'intervention. L'armement du FPT se fait conformément au règlement opérationnel, soit :

- 1 chef d'agrès, responsable de la planification et de la gestion des activités du personnel armant son véhicule
- 1 conducteur
- 1 binôme d'attaque (BAT) composé d'un chef d'équipe et d'un équipier. Le chef BAT est le porte-lance, premier élément du binôme désigné pour manœuvrer la lance à incendie. L'équipier BAT est le second élément du binôme dont le rôle est de faciliter et d'aider le chef BAT à la manœuvre et à la progression de l'établissement.
- 1 binôme d'alimentation (BAL) composé d'un chef d'équipe et d'un équipier dont le rôle est de procéder à l'alimentation.

Les personnels du FPT sélectionnés pour réaliser l'étude occupent les postes les plus susceptibles d'être exposés aux fumées d'incendie lors de l'attaque du feu: ce sont le chef BAT, le chef BAL et le chef d'agrès.

Le CIS Roubaix a été sélectionné afin de participer à l'étude. Les 3 participants affiliés au FPT ont été recrutés sur la base du volontariat, et les informations relatives à l'étude réalisée leur ont été transmises et leur consentement éclairé recueilli.

L'évaluation de l'exposition cutanée aux HAP s'est faite par des prélèvements de surface réalisés en pré-intervention et post-intervention, à la recherche de 7 types de HAP : l' Anthracène, Fluoranthène, Benzo(a)Anthracène, Benzo(b)Fluoranthène, Benzo(ghi)pérylène, Benzo(k)Fluoranthène et Benzo(a)Pyrène.

Les prélèvements surfaciques ont été réalisés à l'aide de lingettes de type « Ghost Wipe », imbibées d'eau désionisée. La zone prélevée était une surface délimitée par le menton en haut et le manubrium sternal en bas.

Les analyses ont été réalisées par le Laboratoire Interrégional de Chimie-Toxicologie (LICT) de la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail Nord-Picardie (CARSAT). Afin d'être analysée, la lingette utilisée pour le prélèvement est introduite dans un flacon contenant 10 ml de méthanol. Avant analyse, 10 ml de tétrahydrofurane sont ajoutés dans le flacon qui est ensuite soumis aux ultrasons pendant 15 minutes. La solution obtenue est filtrée (0,2 microns) et analysée par chromatographie liquide avec détection fluorimétrique.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 6.

**Tableau 6 : Résultats d'analyse des prélèvements surfaciques**

<i>Référence</i>	<i>Description prélèvement</i>	<i>Résultats en BaP</i>
A1	Frottis sur cou chef d'agrès avant feu de détrit	<2 ng
A2	Frottis sur cou chef d'agrès après feu de détrit	<2 ng
A3	Frottis sur cou chef d'agrès avant feu de véhicule léger	<2 ng
A4	Frottis sur cou chef d'agrès après feu de véhicule léger	<2 ng
L1	Frottis sur cou équipier BAL avant feu de détrit	<2 ng
L2	Frottis sur cou équipier BAL après feu de détrit	<2 ng
L3	Frottis sur cou équipier BAL avant feu de véhicule léger	<2 ng
L4	Frottis sur cou équipier BAL après feu de véhicule léger	<2 ng
T1	Frottis sur cou équipier BAT avant feu de détrit	<2 ng
T2	Frottis sur cou équipier BAT après feu de détrit	<2 ng
T3	Frottis sur cou équipier BAT avant feu de véhicule léger	<2 ng
T4	Frottis sur cou équipier BAT après feu de véhicule léger	<2 ng

BaP : Benzo(a)Pyrène. BAL : binôme d'alimentation. BAT : binôme d'attaque

Tous les résultats obtenus sont inférieurs à la limite de quantification pour les HAP recherchés sur les feux de détrit et de véhicule léger. En revanche, nous n'avons pas eu l'occasion d'être déclenché sur un feu d'habitation au sein des 3 gardes de 24h effectuées.

Les résultats obtenus nous permettent désormais de privilégier la réalisation de décontamination primaire ou de changement de tenue en cas de souillures sur des interventions d'incendie de plus grande ampleur que sur des incendies de détritrus ou de véhicule léger.

## **B. Pendant l'intervention**

### **1. Agir sur l'organisation**

#### **a) Généraliser le soutien sanitaire opérationnel et le rendre obligatoire sur les interventions importantes**

Il est de première nécessité de garantir une prise en charge standardisée et harmonisée des SP dans le cadre du soutien sanitaire opérationnel. Bien qu'il n'existe pas de définition officielle du SSO, le Préfet DE LAVERNEE, Directeur de la Défense et de la Sécurité Civiles en 2004 le définit comme *« la présence des moyens du service de santé et de secours médical (SSSM) lors des interventions des sapeurs-pompiers qui, par leur nature, par les risques et les dangers, par le volume des personnels engagés, doivent bénéficier de la présence sur le terrain d'une équipe du SSSM, susceptible de prendre en charge, de prévenir ou de traiter des incidents, ou accidents, dont seraient victimes les personnels engagés. »* (167).

Au cours d'une intervention d'extinction d'incendie mobilisant un volume important de personnels, la prévention des risques encourus par le SP est assurée par le médecin et l'infirmier armant le VSS, positionnés aux côtés du COS. Le maintien en opération des effectifs passe par l'évaluation des risques professionnels et la promotion de leur santé et de leur aptitude au travail. La prévention se fait – entre autres – par la vérification du port et de l'utilisation correcte des EPI, par des conseils en matière de sécurité (vérification du bon fonctionnement du groupe électrogène et de son placement, positionnement des véhicules, ...) et surveillance de la condition physique par la vérification d'un apport calorique et hydrique adapté.

Dans le cadre des fumées d'incendie, plusieurs mesures de prévention émises par le rapport de la CNRACL sur le choix et le port correct des EPI pendant l'intervention, sont en partie assurées par le SSO :

- Vérification du port d'une tenue de feu et de l'ARI en zone d'exclusion, et d'un masque adapté (FFP2, FFP3, masques à ventilation assistée, etc.) en dehors de la zone d'exclusion.
- Port de l'ARI ou de tout autre appareil respiratoire adapté par le SP lors des phases de déblai ou de surveillance
- Utilisation des sous-gants à usage unique en complément des gants de feu
- Veiller au respect d'application du protocole de décontamination mis en place

#### **b) Protocole de réengagement**

A l'issue du premier engagement sur incendie, il est nécessaire de procéder à une surveillance médicale du SP afin d'évaluer la possibilité d'un réengagement si nécessaire. L'évaluation de cette possibilité se fait par le médecin et l'infirmier de sapeurs-pompiers présents sur les lieux, à l'aide du matériel disponible dans le véhicule de soutien sanitaire. Un protocole de réengagement est proposé en Annexe 3.

## **C. Mesures spécifiques aux formations sur feux réels**

### **1. Informer et former**

#### **a) Profiter des cycles de formation pour rappeler les bonnes pratiques en matière de santé au travail et les mettre en œuvre**

##### **(1) Centre d'observation et d'étude des phénomènes thermiques du SDIS 59**

En octobre 2018, le SDIS 59 a inauguré un nouvel outil de formation des SP du département au sein du COEPT : le caisson à feu à foyer fermé. Cette structure permet de simuler les différentes phases de l'incendie ainsi que plusieurs phénomènes thermiques (cf.I.A1.b.2.a. « Risques liés à la chaleur et aux phénomènes thermiques »), permettant de former et de sensibiliser les SP du département à ces phénomènes, ainsi que de les entraîner à la lecture du feu et d'adopter les techniques de progression et d'extinction d'incendie adéquates. Plusieurs scénarios sont réalisables grâce aux multiples ouvertures dont dispose le caisson.

Cette structure permet également d'augmenter les capacités de formation des SP du département, favoriser la collaboration avec les différentes spécialités (feux de navires, engagements de longue durée, etc.).

Le COEPT dispose de 6 formateurs et d'un personnel administratif. Il accueille 24 à 36 stagiaires par journée de formation, divisés en groupe de 12 personnes.

La structure se compose d'une maison de type R+2, ainsi que d'un container.

##### **(2) Protocole de prise en charge des stagiaires au caisson**

La prévention tertiaire a pour objectif de minimiser les conséquences des atteintes à la santé du fait du travail. Par conséquent, la rédaction de protocoles de prise en charge des accidents aigus des

stagiaires en formation au caisson feu s'avérait nécessaire. Ces protocoles sont destinés aux formateurs du COEPT encadrant la formation des SP au caisson à feu. Deux types d'accidents ont été ciblés de par leur fréquence de survenue : les brûlures, et les coups de chaleur à l'exercice.

#### **(a) Brûlures**

L'évaluation de la brûlure thermique se fait via plusieurs paramètres. L'estimation de la surface brûlée utilise la règle des neufs de Wallace, alors que l'estimation de sa profondeur permet d'orienter le pronostic de la maladie. Tout brûlé doit faire l'objet de recherche de signes de lésions d'inhalation de fumée. La prise en charge est axée sur le refroidissement de la zone en cas de brûlure limitée et une analgésie. En effet, l'eau tiède versée sur la brûlure pendant les 30 premières minutes a un effet antalgique immédiat, et permet de limiter l'approfondissement secondaire (168).

Un protocole de prise en charge des brûlures a été rédigé par nos soins et validé par le chef de service (cf. Annexe 4.)

#### **(b) Coup de chaleur d'exercice**

Le coup de chaleur d'exercice (CCE) est une pathologie grave, voire mortelle sans traitement. Les facteurs déclenchants du CCE sont extrinsèques (température ambiante élevée, absence de vent, forte hygrométrie, vêtements trop épais) et intrinsèques (âge, poids, manque d'entraînement, privation de sommeil, infection, médicaments, etc.). L'élément pronostic principal du coup de chaleur est la température centrale du sujet, ainsi que le temps passé sous cette température (169). La prise en charge du sujet est axée sur le refroidissement immédiat du sujet.

Un protocole de prise en charge du coup de chaleur a été rédigé dans le cadre de ce travail et validé par le chef de service (cf. Annexe 5.)

Sur le plan réglementaire, l'arrêté ministériel du 20 décembre 2012 « relatif à la détermination du profil médical d'aptitude en cas de pathologie médicale ou chirurgicale », publié le 28 juin 2013 au bulletin officiel des armées et repris dans l'instruction 2100, actualise les coefficients de cotation à attribuer au sujet victime d'un CCE (Tableau 7).

En effet, l'aptitude du SP est évaluée au sein de la visite médicale dont le cadre est fixé par l'arrêté du 6 Mai 2000 (105). Celle-ci repose sur l'utilisation du « SIGYCOP » du Ministère de l'Intérieur, dont un coefficient est attribué à chaque sigle (Tableau 8). Le coefficient 1 traduit l'aptitude à tous les emplois, alors que le coefficient 6 traduit une inaptitude totale. Les coefficients intermédiaires autorisent une activité ou non selon le profil requis par le candidat.

**Tableau 7 : Cotation du coup de chaleur d'exercice selon l'arrêté ministériel du 20 décembre 2012 relatif à la détermination du profil médical d'aptitude en cas de pathologie médicale ou chirurgicale (170)**

<p>1. Premier coup de chaleur d'exercice (CCE) sans séquelle :</p> <p><b>Nota.</b> Sujet à adresser au référent CCE de l'hôpital d'instruction des armées (HIA) de soutien et à ré-entraîner progressivement selon le manuel EPMS.</p> <p>Le sujet devra refaire une épreuve de contrôle, dans un délai de 6 mois, correspondant à l'épreuve responsable du CCE.</p> <p>S'il s'agit d'une épreuve programmée (marche course, marche TAP, marche commando) avec un objectif de temps compris entre 50'et 60'en marche course et entre 54'et 60'en marche TAP et marche commando. S'il s'agit d'une épreuve non programmée (footing, cross et missions opérationnelles en ambiance chaude), le sujet devra refaire une marche course avec un objectif de temps compris entre 50'et 60'.</p> <p>Par ailleurs, mention obligatoire d'un antécédent de CCE dans le dossier médical et le livret médical réduit ; réalisation d'une carte « CCE » à remettre au sujet.</p>	G	3 T
2. Premier CCE sans séquelle après normalité de l'épreuve de contrôle	G	2
<p>3. Récidive de CCE, sans séquelle :</p> <p><b>Nota.</b> Inaptitude définitive à l'épreuve physique responsable et à toutes les missions en ambiance chaude, ainsi qu'au service incendie.</p>	G	2
<p>4. CCE avec séquelle(s).</p> <p><b>Nota.</b> L'aptitude outre-mer (OM) et opérations extérieures (OPEX) sera appréciée en fonction de la nature et de l'intensité des séquelles.</p>	G	3 à 5

G : Général / T : Temporaire / TAP : Troupe aéroportée

**Tableau 8 : Sigle « SIGYCOP » et cotation**

S	Ceinture scapulaire et membres supérieurs	1 à 6
I	Ceinture pelvienne et membres inférieurs	1 à 6
G	Etat général	1 à 6
Y	Yeux et vision	1 à 6
C	Sens chromatique	1 à 4
O	Oreilles et audition	1 à 6
P	Psychisme	0 à 5

#### **D. Parcours de reconnaissance d'une maladie contractée dans l'exercice des fonctions au Service Départemental d'Incendie et de Secours du Nord**

Le système de reconnaissance des MP peut paraître complexe au premier abord, et constituer un frein dans la démarche de l'agent souhaitant faire reconnaître l'origine professionnelle de sa maladie. Par conséquent, un document retraçant le parcours de reconnaissance de l'origine professionnelle d'une maladie au sein du SDIS 59 a été créé dans le cadre de ce travail afin de faciliter l'initiation du SP dans cette démarche.

Au sein du SDIS 59, la maladie professionnelle prend le nom de « maladie contractée dans l'exercice des fonctions (MCEF) ». Cette notion regroupe la « maladie professionnelle », telle que désignée dans un tableau de la sécurité sociale, ainsi que la « maladie contractée en service ».

La demande de reconnaissance en MCEF est initiée par l'agent, via la constitution d'un dossier de demande de reconnaissance en MCEF qui comporte :

- Le certificat médical initial, rédigé par tout médecin (médecin traitant, spécialiste, médecin du travail ou médecin de prévention), constatant les symptômes ou les lésions révélant la maladie diagnostiquée
- Le rapport administratif d'accident (RAA) rempli par le déclarant, ainsi que son supérieur

N+1 (chef de CIS, de Service, Unité) et N+2 (chef de Groupement, Pôle)

- Le courrier de demande de reconnaissance en MCEF rédigé par le déclarant
- La fiche de poste (ou à défaut, la fiche métier) fournie par le Service de protection sociale du Groupement Santé et Sécurité en Service (GSSS).

Les éléments constituant le dossier de demande de reconnaissance en MCEF sont identiques pour tout SP.

### **1. Agent fonctionnaire**

La procédure de déclaration et de reconnaissance d'une maladie contractée dans l'exercice des fonctions pour un agent fonctionnaire est jointe en Annexe 6. Le dossier constitué par l'agent est transmis à l'administration. Selon les modalités de régime de la preuve à apporter décrites dans l'ordonnance du 19 janvier 2017 (cf partie III.A.3.b. « Présomption d'imputabilité au service »), une présomption d'imputabilité professionnelle de la maladie déclarée peut être émise de facto si cette dernière remplit l'ensemble des critères du tableau. Dans le cas opposé, il incombe à l'agent d'apporter la preuve de l'origine professionnelle de sa maladie.

Il existe ensuite deux cas de figures :

- L'administration décide de reconnaître l'imputabilité au service de la maladie. Dans ce cas, celle-ci peut se dispenser de consulter la commission de réforme, tel que précisé dans le décret n° 2008-1191 du 17 novembre 2008.
- L'administration ne reconnaît pas l'imputabilité au service de la maladie ou de l'accident. Dans ce cas, elle ne rend pas d'avis et peut décider de solliciter une expertise médicale pour déterminer l'imputabilité médicale au service. En cas de doute sur l'imputabilité au service d'une maladie, ou lorsqu'elle tend vers une prise de décision de refus, la collectivité doit obligatoirement solliciter une instance spécialisée chargée d'émettre un avis favorable ou non à la demande de l'agent : la Commission de Réforme (CR).

La CR est une instance consultative médicale et paritaire. Sa composition (171), son organisation (172) et ses règles de fonctionnement (173) sont soumises à réglementation. Celle-ci est tripartite, et composée de deux médecins du comité médical agréés par le préfet, de deux représentants de l'administration désignés par des élus locaux, ainsi que de deux représentants du personnel choisis parmi les organisations syndicales. L'avis de la CR uniquement consultatif et ne lie donc pas l'administration.

Le médecin de prévention est informé par le secrétariat que le dossier de l'agent passe en CR (174). Il peut obtenir communication du dossier de l'intéressé à sa demande (175), et rédiger des observations écrites qu'il peut présenter en réunion, à laquelle il assiste à titre consultatif.

En cas d'accident de service ou de maladie contractée en service, il remet obligatoirement un rapport écrit au comité médical ou à la CR.

Si la maladie est inscrite dans un tableau mais qu'elle ne remplit pas l'ensemble des critères prévus, il incombe à l'agent d'apporter la preuve d'un lien de causalité entre son affection et l'exercice de ses fonctions. Enfin, dans le cas où la pathologie déclarée ne fait pas partie d'un tableau, l'agent ou son ayant droit doit apporter la preuve que la maladie est essentiellement et directement liée au service. Il est à noter que l'absence actuelle de décret en Conseil d'Etat déterminant le taux minimal d'incapacité permanente pour une reconnaissance de MCEF constitue un avantage de l'agent fonctionnaire sur le salarié de droit privé (176).

En France, à l'heure actuelle, il n'existe pas de tableaux de MP présumées liées à l'exposition aux fumées d'incendie chez les SP. Par conséquent, le dossier de l'agent fonctionnaire des collectivités territoriales désireux de faire reconnaître une MCEF liée à l'exposition aux fumées d'incendie passe obligatoirement par la CR.

## 2. Agent non titulaire

Les SP non titulaires relèvent du régime général de la sécurité sociale. Par conséquent, le dossier de reconnaissance en MP constitué par l'agent est adressé à la Caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) qui dispose d'un délai d'instruction de 3 mois à compter de la date de réception du dossier pour contester l'origine professionnelle de la maladie. Un délai de 3 mois supplémentaire peut être sollicité si nécessaire, dans ce cas la CPAM informe l'assuré et son employeur de ce recours.

La vérification du diagnostic invoqué, de la pathologie déclarée et de l'existence d'un tableau référant la pathologie ou non est réalisée par le médecin-conseil de la CPAM. En cas de nécessité, une expertise médicale peut également être sollicitée. A l'issue de ce parcours, et sous réserve que toutes les conditions médicales et administratives soit remplies, la MP est présumée d'origine professionnelle au titre du 2<sup>ème</sup> alinéa de l'article L.461-1 du CSS. En revanche, faute de preuves suffisantes sur la réalité de l'exposition, la caisse peut être amenée à statuer par un rejet administratif.

Les affections pour lesquelles tous les critères du tableau ne sont pas remplis sont traitées par le CRRMP, qui doit définir si l'affection est directement liée à l'activité professionnelle habituelle de la victime (177). Les maladies qui ne figurent pas dans un tableau mais pour lesquelles le taux prévisible d'incapacité permanente partielle (IPP) est supérieur ou égal à 25 %, ou que la pathologie a entraîné le décès de la victime, sont également traitées par le CRRMP. Le comité définit si l'affection est directement et essentiellement liée à l'activité professionnelle de la victime. Le taux d'IPP est déterminé selon un barème indicatif d'invalidité figurant au code de la sécurité sociale, selon la nature de l'infirmité, l'état général, l'âge, les facultés mentales et physiques de la victime, ainsi que les aptitudes et la qualification professionnelle du salarié (178).

Les acteurs impliqués dans la constitution et le traitement du dossier de déclaration et de reconnaissance d'une maladie contractée dans l'exercice des fonctions pour un agent non titulaire

sont détaillés en Annexe 7. Le parcours de déclaration est joint en Annexe 8.

## DISCUSSION

### I. Choix du sujet

Le dernier semestre effectué au sein du PSSM du SDIS 59 nous a permis de réaliser que la problématique de la toxicité des fumées a rapidement gagné du terrain chez les personnels des CIS en l'espace de quelques mois. En effet, en l'absence de médecin de prévention, les SP du département n'ont pas trouvé d'interlocuteur désigné au sein du service médical. Les formations portant sur l'impact des fumées sur l'organisme étaient réalisées par des SP dont on ne peut nier l'intérêt porté sur le sujet, ni la détermination à vouloir transmettre l'information. En revanche, cette transmission se faisait de manière sporadique, et les informations délivrées souvent dénuées de toute certification médicale. C'est dans ce contexte qu'il nous a semblé pertinent de proposer un support de réflexion issu d'un travail personnel, qui puisse s'intégrer dans une dynamique de service impliquant l'ensemble des personnels médicaux et paramédicaux.

L'association entre l'exposition à de nombreux risques et le métier de SP ne date pas d'hier, et certaines pathologies associées à la profession et en particulier les pathologies cancéreuses posent des problèmes d'ordre méthodologique. Malgré le fait que la documentation scientifique internationale sur le sujet soit une des plus étoffée pour un métier donné, la preuve d'une association positive entre celui-ci et le développement des maladies cardiovasculaires, pulmonaires et cancéreuses peut être source de confusion pour bon nombre de SP intéressés par le sujet (179). Pour le lecteur non initié, nombre de résultats d'études scientifiques peuvent paraître contradictoires et représenter un frein à la compréhension de la nature du risque et des mécanismes de contamination, ainsi qu'aux possibilités de reconnaissance et d'indemnisation des réclamations liées aux maladies professionnelles.

Dans le cadre des maladies cardiovasculaires, ce problème peut être en partie expliqué par leur prévalence élevée au sein des pays industrialisés, associé à la difficulté à évaluer précisément le risque cardiovasculaire. A contrario, pour certaines maladies cancéreuses peu courantes, une erreur statistique et une faible puissance ne permettent pas de mettre en évidence un taux véritablement élevé sur plusieurs études réalisées, ce qui peut expliquer la divergence d'organes atteints.

L'association entre un métier et une maladie ne requiert pas nécessairement la connaissance scientifique des mécanismes inhérents au développement de cette maladie. En revanche, bien que la mise en évidence d'une exposition à un toxique particulier permette de renforcer l'évaluation de l'association établie, celle-ci ne constitue pas une preuve suffisante pour établir l'origine professionnelle de la maladie contractée. Une des difficultés rencontrées les plus notoires fut de faire prendre conscience que les résultats issus d'une étude ne concernent que la population étudiée, et qu'il existe de nombreux facteurs qui permettent d'expliquer les raisons pour lesquelles ces résultats peuvent ne pas être extrapolés à une autre population.

Ces facteurs peuvent être personnels, et liés à la génétique de l'individu (prédisposition génétique ou susceptibilité génétique), son environnement (pollution, pesticides, perturbateurs endocriniens, etc.), ou ses habitudes de vie (tabac, alcool, etc.).

Il existe également des facteurs professionnels qui expliquent la différence des expositions rencontrées et des résultats observés : le type d'activité (SPP, SPV), méthodes d'engagement sur feu (nombre de personnels engagés, poste occupé, etc.), type d'incendie, matériels et équipements (port des EPI), rythmes de travail (travail de nuit, service opérationnel en journée, etc.).

Par conséquent, alors que le lien avec la profession commence à être étayé par une documentation conséquente, en l'absence de tableau de MP lié aux affections provoquées par l'inhalation des fumées d'incendie chez les SP, les facteurs spécifiques à l'individu peuvent constituer des motifs de réfutation de la présomption. Les facteurs personnels ou professionnels expliquent que la

reconnaissance du caractère professionnel d'une maladie chez un individu donné n'est pas synonyme de reconnaissance chez un autre individu aux caractéristiques différentes.

Enfin, la difficulté d'évaluation des expositions actuelles, l'absence de traçabilité des expositions antérieures, et la latence de développement des pathologies liées aux fumées (de l'ordre de 10, 20 à 40 ans pour les pathologies cancéreuses) constituent un frein à l'évaluation de l'association entre la maladie et le métier de SP, qu'il convient d'expliquer.

Par conséquent, le hiatus existant entre les sources d'inquiétudes légitimes des personnels armant les différents véhicules des CIS, et la réalité toxicologique de l'impact des fumées sur ce personnel fut un des leitmotifs de ce travail.

## **II. Analyse des résultats**

### **A. Identification du rôle du médecin de prévention**

Le rôle du médecin de prévention dans la prise en compte de la toxicité des fumées d'incendie est vaste, comme en témoigne l'étendue du champ d'action relatif aux 3 niveaux de prévention. La force de son action réside dans son rôle de conseiller de l'ensemble des personnels du SDIS. Par sa position, il est l'acteur idéal du partage des connaissances et des mesures de prévention émises par la direction à destination du SP avant, pendant, et après l'intervention. Ce rôle de conseiller est renforcé par la diversité de ses missions : gardes en immersion réalisées au sein des CIS, présence au CHSCT, formations dispensées aux différents intervenants, etc. qui lui donnent l'opportunité d'entretenir un dialogue privilégié avec la direction, dont les différents chefs ont parfois une connaissance du travail des agents qui mériterait d'être approfondie. Ses actions de formation et d'information ouvrent la voie à la réflexion sur les domaines liés à la prévention, ainsi qu'à la responsabilité de chacun.

Son action en milieu du travail permet de faciliter la compréhension de la nature du risque par les SP, d'identifier les sources de contamination et de donner les outils aux SP afin de favoriser leur perception des étapes à risque de l'intervention, pour finalement proposer des solutions pragmatiques afin de réduire l'exposition aux contaminants des fumées d'incendie.

Dans le cadre de la maladie professionnelle, sa fonction d'accompagnant du SP au sein du parcours de déclaration en maladie professionnelle, lui permet d'adopter un rôle de sentinelle, facilitant la détection des pathologies d'origine professionnelle, leur investigation et leur suivi.

## **B. Retour des formations : changement de mentalité**

La problématique des fumées d'incendie revêt un caractère transversal qui a permis une mise en commun des moyens des différents services du SDIS. La création d'un groupe de travail, les nombreuses réunions organisées au sein des différents CIS ont permis de mobiliser l'ensemble des personnels impliqués, ayant facilité la mise en contact et le partage d'informations entre le PSSM et les SP du département. En effet, alors que pour bon nombre de SP, les occasions d'échanger avec les médecins du PSSM ne se font que par le biais des visites médicales, cette problématique a permis une évolution des mentalités au sein de la communauté des SP du département, permettant une collaboration propice au développement de travaux futurs. Le médecin n'est plus seulement vu comme un contrôleur ou un sanctionnateur, tel qu'il puisse parfois être perçu au sein de son exercice lors de la visite médicale, mais comme un préventeur que l'on peut solliciter pour toute question d'ordre non seulement médicale mais également sanitaire. La multiplication des demandes quant à la réalisation de missions d'informations et de formations dans les CIS du département en est un témoin direct.

### **III. Forces et limites de l'étude**

#### **A. Forces**

##### **1. Originalité du travail**

Ce travail s'intéresse à un sujet d'actualité mobilisant de nombreux acteurs du métier tant à l'étranger, qu'en France au sein des SDIS. Malgré la réalisation de nombreuses études sur la toxicité des fumées d'incendie, l'identification du rôle des personnels de santé au sein de la démarche de prévention des risques liés aux fumées a peu été explorée dans la littérature.

Ce sujet permet également de mettre en exergue les deux aspects de notre spécialité qui font notre spécificité : la toxicologie, permettant une évaluation médicale des risques de contamination et de ses conséquences sur la santé, et le droit du travail, qui constitue un des piliers de la spécialité.

##### **2. Méthode utilisée**

Le travail d'étude bibliographique permet d'approfondir le thème abordé de manière scientifique et raisonnée. Un des enjeux majeurs de la prévention réside dans la capacité du préventeur à évaluer et hiérarchiser les risques, sans céder à la facilité d'appliquer un principe de précaution infini se substituant à une pondération ajustée des risques, qui ne permet pas une intervention efficace.

La sélection des missions effectuées par le médecin de prévention selon les mesures émises au sein d'un rapport publié par la CNRACL permet d'asseoir l'intérêt de ces dernières, tout en permettant une identification des acteurs à associer.

### **3. Aspect novateur**

La campagne de prélèvements de surface réalisée auprès des SP est la première étude d'évaluation de l'exposition aux contaminants des fumées d'incendie réalisée au sein du SDIS 59. La proposition de logigrammes décisionnels aidant à la compréhension du parcours de déclaration de la MP constitue une première étape à la connaissance du processus de réparation d'une MP par le SP.

### **4. Polyvalence et accessibilité des mesures mises en place**

Ce travail est non seulement destiné aux SPP et SPV du département, mais également aux SP des autres SDIS de France. Par ailleurs, il s'adresse également aux autres personnels des services d'incendies et de secours qui concourent à la bonne réalisation des missions des SP, qui peuvent eux-mêmes être en contact avec les contaminants des fumées d'incendie. Il donne également des pistes de réflexion à court, moyen et au long terme au personnel médical et paramédical du PSSM, qui travaille de pair avec les hommes du feu au quotidien. Par conséquent, à défaut d'être exhaustif, ce travail se veut être un support de réflexion accessible et compréhensible par le plus grand nombre, et est destiné à évoluer en fonction des connaissances scientifiques en la matière.

## **B. Limites**

### **1. Taille des échantillons de la campagne de prélèvements surfaciques**

L'absence d'évaluation des expositions aux HAP par prélèvements sur feu d'habitation sont liées aux modalités liées au protocole de prélèvements, qui inclut la réalisation d'un prélèvement surfacique de la zone du cou avant et après l'intervention. Cette contrainte, bien que nécessaire à une mesure comparative de qualité, nous contraint à faire partie de l'équipe primo-intervenante sans nous donner la possibilité de rejoindre en cours de mission des moyens déjà engagés sur un feu

d'habitation. La campagne fut limitée par le temps, et la prise de trois gardes de 24h au CIS Roubaix ne fut pas suffisante pour récolter l'ensemble des échantillons escomptés. De plus, la diversité des incendies auxquels les SP font face nous a contraint de n'en sélectionner qu'un échantillon restreint, qui ne peut être représentatif de l'ensemble de l'activité et des combustibles mis en jeu.

## **2. Absence de traçabilité des formations dispensées**

Les formations réalisées par nos soins en CIS ne font pas encore l'objet d'un carnet de route qui détaillerait le nombre de formations réalisées, ainsi que leur répartition dans les différents groupements du département. Il n'est pas encore possible d'assurer une traçabilité des personnels et des équipes formées non plus. Afin d'y palier, un calendrier de formation est en cours de développement, ainsi que la conception d'une méthode de contrôle des acquis.

## **3. Sélection des mesures de prévention**

Devant la diversité des mesures proposées, un choix a dû être opéré afin de sélectionner un panel de mesures pouvant faire l'objet d'une application immédiate ou différée. En raison de manque de temps, de moyens, ou de disponibilité des personnels, plusieurs mesures n'ont pas pu être intégrées au plan d'action initial. De futurs travaux permettront de préciser cette liste de mesures.

## **IV. Proposition de travaux futurs**

### **A. Prévention primaire**

#### **1. Matériels et équipements**

En parallèle des phases de tests réalisées sur les mesures de décontamination et d'hygiène corporelle, un travail de recherche sur l'utilisation et l'évolution des EPI doit être réalisé. Le choix des EPI se faisant toujours en fonction des risques à prévenir, le médecin de prévention doit être impliqué dans la sélection des équipements, et a pour rôle d'assurer une cohérence entre le niveau de protection offert par les EPI et la situation opérationnelle à laquelle le SP fait face. L'objectif principal étant de minimiser le niveau de risque auquel le SP est confronté au sein de l'activité d'extinction d'incendie, tout en investissant dans des EPI ayant une plus-value significative et en mesurant l'impact escompté par rapport à l'investissement requis.

##### **a) Tenue de feu**

En mars 2017, la brigade de sapeurs-pompiers de Paris (BSPP) a renouvelé son parc des tenues textiles en adoptant une nouvelle tenue de feu. La priorité étant mise sur les performances en matière de protection thermique et mécanique, l'ergonomie, le confort à travers la réduction du stress thermique, mais également la durabilité et la pertinence de son entretien (180). Dans une optique de diminution des risques liés aux fumées d'incendie, le choix d'une veste de couleur orange a été fait. Pour rappel, le rayonnement thermique est le mode de transfert de chaleur le plus important entre l'extérieur (fumées, parois chaudes, ou flammes) et le SP. Hors, d'après des études menées en laboratoire, la couleur orange a de supérieur à la couleur bleue le fait qu'elle diminue le transfert de la chaleur radiante en maximisant la réflectivité spectrale (26). Elle apporte également une meilleure visibilité dans les fumées, et permet une meilleure évaluation du degré de salissure que les vestes bleues ou noires qui équipent encore la majorité des SDIS de France dont le SDIS 59.

Alors que la cagoule de feu représente le point faible de l'EPI, de nouvelles cagoules à protection particulière ont été développées aux Etats-Unis. Tandis que les cagoules traditionnelles ne filtrent que les particules d'une taille supérieure à 2.5 micromètres, certains modèles se targuant de filtrer 99.9% des particules mesurant entre 0.1 et 1 micromètre pourraient constituer une piste de réflexion supplémentaire (181).

### **b) Conception révisée des véhicules d'intervention**

Le concept du « clean cab » ou « cabine propre » est un modèle de fourgon pompe-tonne issu des Etats-Unis au sein duquel des compartiments « propres » et « sales » sont aménagés afin d'éviter les phénomènes de contamination croisée. Les ARI et les tenues de feu ne sont plus situés dans la cabine mais dans des coffres destinés à cet effet, accessibles via une porte extérieure du camion.

Le revêtement intérieur de la cabine est fait de mousse antiparticules non-poreuse permettant de limiter la contamination des surfaces et l'adsorption/désorption des particules, ainsi que de faciliter leur décontamination. Il est de couleur claire afin de faciliter son nettoyage, et contient des compartiments permettant de stocker le matériel de décontamination. De plus, un système de filtre HVAC de ventilation en intérieur permet d'évacuer les particules en suspension de la cabine.

Le « clean cab » est adopté progressivement par de nombreux états américains depuis sa conception en 2018 (182). En revanche, celui-ci nécessite de reconfigurer totalement les protocoles d'habillage de la tenue de feu et de l'ARI. Les SP avaient en effet pour habitude de s'habiller dans la cabine, sur le chemin de l'intervention. Avec le « clean cab », l'habillage se fait à l'extérieur du véhicule une fois arrivé sur site, ce qui peut poser des problèmes d'image lors de certaines interventions impliquant une intervention imminente de SP.

## 2. Orientations 2018-2022

L'INRS a élaboré un plan d'actions en santé et sécurité au travail pour la période 2018-2022 dont un des objectifs est la création d'un périmètre d'actions de prévention décliné en 4 programmes de prévention des risques : chimique, biologique, physique et mécanique, et organisationnel. Au sein de ces programmes, plusieurs thématiques sont directement en relation avec les risques liés aux fumées d'incendie. Le programme de prévention des risques physiques porte un focus sur le risque « d'incendie-explosion », ainsi que les « ambiances thermiques », alors que le programme de prévention des risques chimiques s'axe sur les agents CMR, les perturbateurs endocriniens, l'amiante, et les nanoparticules et particules ultrafines (183).

En parallèle, le programme national de prévention « Risques Chimiques Pros » en lien avec la COG AT/MP 2018-2022, sera déployé courant 2019 avec pour objectifs d'accompagner les entreprises dans les démarches de prévention des risques chimiques. Le programme cible les CMR identifiés par l'enquête Sumer 2010 dont l'amiante, et les émissions de moteur diesel. En parallèle, un outil d'évaluation du risque chimique « SEIRICH » a été développé par l'INRS. Celui-ci, destiné aux chefs d'entreprises ainsi qu'aux professionnels de santé au travail, permet de réaliser un inventaire des produits chimiques auxquels les travailleurs sont confrontés, et fournit des conduites à tenir afin de limiter les risques d'utilisation de ces produits en entreprise (184).

On ne saurait que recommander au médecin de prévention de s'en inspirer, voire de se familiariser avec la prise en main de ces outils, ce qui constituerait une étape supplémentaire dans la création d'une fiche de suivi des expositions du SP.

## **B. Prévention secondaire**

### **1. Protocole de suivi formateurs incendie**

Plusieurs études réalisées sur les feux de forêts ont mis en évidence la présence de nombreux composés dans les fumées, dont du CO, NO<sub>2</sub>, BTX, HAP, particules fines, aldéhydes, acroléine et divers métaux (185). Le protocole de suivi médical des formateurs caisson à feu est une problématique d'actualité, l'accent étant désormais mis sur les formations sur feux réels.

La CNRACL préconise par ailleurs d'assurer un suivi médical particulier des formateurs, selon le type et les niveaux d'exposition (cf Annexe 1 - I.2.d). Alors que l'exposition aux fumées d'incendie dans le cadre de feux de forêt est bien documentée (185), l'exposition des SP aux toxiques contenus dans les fumées générées dans le caisson à feu l'est beaucoup moins. En effet, l'hétérogénéité des types de caissons et des pratiques lors des sessions de brûlage requiert une évaluation spécifique de la fréquence et de l'intensité d'exposition des formateurs du caisson à feu, associés à une campagne de prélèvements.

La présence de CMR dans les fumées d'incendie impose des dispositions particulières nécessitant un suivi individuel renforcé (186). Cependant, le contenu et la fréquence de ces visites ne sont pas précisés par la réglementation, et il convient à l'employeur de préciser les risques auxquels sont exposés les travailleurs afin de pouvoir décider des modalités de suivi médical. Néanmoins, plusieurs pistes de surveillance médicale ont été émises par différents SDIS de France, qu'il conviendra d'adapter à nos pratiques au sein du COEPT du SDIS 59.

Compte tenu de l'exposition répétée aux composants des fumées et à la chaleur, le SDIS des Alpes-Maritimes (06) a notamment préconisé une surveillance annuelle de ses agents formateurs comprenant une spirométrie (obligatoire selon l'arrêté du 6 mai 2000 sauf entre 18 et 38 ans, mais réalisée systématiquement lors des visites médicales d'aptitude au SDIS 59), une biologie sanguine (évaluation de la fonction rénale et des lignées sanguines), ainsi qu'une épreuve d'effort

cardiologique comprenant un calcul de la VO<sub>2</sub>max effectué au recrutement et tous les 4 ans (187).

Au sein du SDIS 59, un traçage des passages effectués en caisson est déjà mis en place.

Au vu des résultats de prélèvements réalisés dans le caisson à feu du SDIS de l'Aveyron et ayant fait l'objet d'un travail de thèse (188), et selon les résultats des prélèvements réalisés au COEPT de notre SDIS, il conviendra de déterminer les modalités de suivi des formateurs incendie, qui comprendra notamment une épreuve d'effort, compte tenu du lien établi entre le CO, les particules fines et le risque cardiovasculaire.

L'utilisation de marqueurs biologiques des expositions aux fumées de bois a fait l'objet de plusieurs études. Une étude portugaise réalisée en 2016 a recherché la présence en fin de garde de 6 métabolites urinaires d'HAP dans les urines de SP forestiers. Les résultats montrent que le 1-hydroxynaphtalène urinaire et / ou 1-hydroxyacénaptène étaient les composés prédominants, représentant 63-98% des métabolites urinaires des HAP retrouvés, suivis du 2-hydroxyfluorène (1-17%), du 1-hydroxyphénanthrène (1-13%) et du 1OHPy (0,3-10%). Le taux de 3-hydroxybenzo [a] Pyrène retrouvé n'est pas significatif.

Il faut cependant rappeler que le type de bois brûlé, le type de comburant associé, l'humidité, la température et les conditions dans lesquelles évoluent les feux de forêts sont déterminantes dans la composition des fumées (110) (189) (190) (191).

Le combustible utilisé pour le brûlage dans le caisson à feu du SDIS 59 est de la palette en bois de sapin conformes à la norme NIMP 15. Par conséquent, une exposition potentielle au cyanure et aux nitriles pourrait être envisagée et nécessiter un suivi biologique par dosage des thiocyanates urinaires. D'autres études réalisées semblent démontrer l'intérêt de la recherche de méthoxyphénols urinaires en fin de garde comme témoins d'une exposition aux fumées de bois tendres (192) (193) (194).

## **2. Améliorer la détection**

### **a) Utilisation de l'outil SCORE**

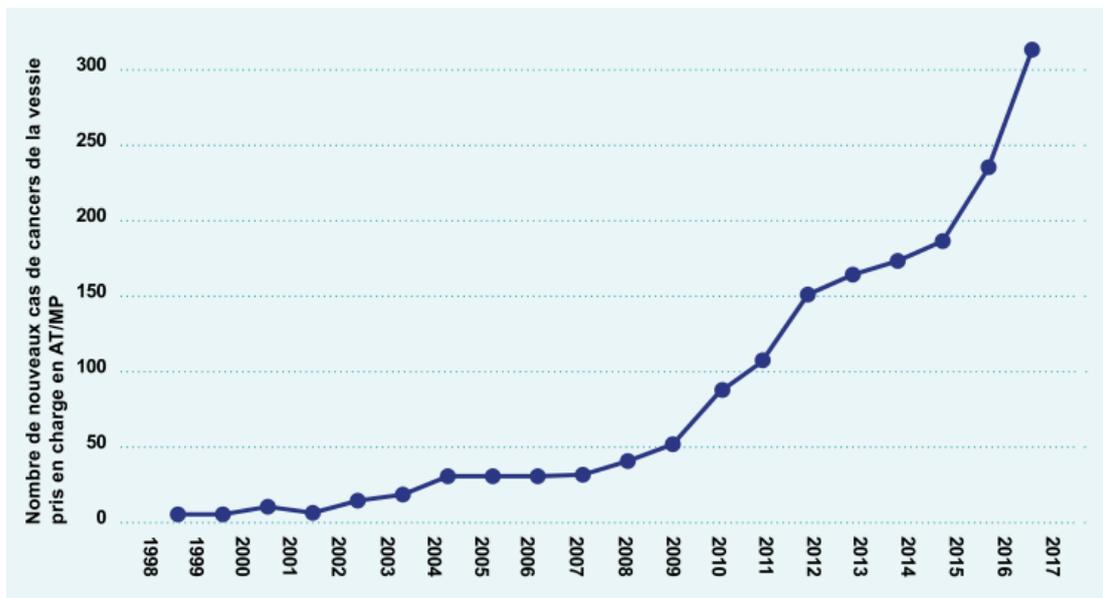
La prévention des maladies cardiovasculaires passe par l'évaluation des facteurs de risques cardiovasculaires modifiables : tabagisme, hypertension artérielle, dyslipidémies, diabète. Alors que les maladies coronariennes sont la première cause de décès du SP sur intervention, les maladies cardiovasculaires se placent au 2<sup>e</sup> rang des causes de décès sur le territoire national français. Par ailleurs, dans la région Hauts-de-France, il existe une surmortalité par maladie cardiovasculaire de 40% pour les décès avant 65 ans, et de 21% tous âges confondus par rapport à la moyenne métropolitaine (195).

L'outil SCORE, proposé par le Consortium SCORE en 2003 et utilisé selon les recommandations 2016 de la Société européenne de cardiologie (196), évalue la probabilité de survenue d'un événement cardiovasculaire mortel à 10 ans chez un patient de 40 à 65ans. Il est désormais validé par l'HAS pour une utilisation au sein de la population française depuis 2017.

A partir du sexe, de l'âge, du statut tabagique, cholestérol total et la pression artérielle systolique, l'outil permet de classer le risque cardiovasculaire comme faible (SCORE < 1%) à très élevé (SCORE > 10%). Bien que connu des médecins du PSSM, son utilisation n'est pas encore systématique. Son utilisation au sein du SDIS 59 ayant fait preuve de son efficacité sur la modification de certaines habitudes de vie (197), la création d'une procédure médicale par le médecin de prévention pourrait permettre une généralisation de son utilisation, et favoriser le dépistage précoce des maladies cardiovasculaires au sein du SDIS 59.

## b) Utilisation des outils de sensibilisation pour reconnaître l'origine professionnelle de certains cancers

En 2008, une expérimentation sur le repérage des cancers de la vessie d'origine professionnelle a été menée en Normandie, Nord-Pas-de-Calais et Picardie avec le constat d'une sous-déclaration des demandes de reconnaissance en MP des cancers de vessie. En effet, le développement d'une pathologie cancéreuse survenant 10, 20 à 40 ans après l'exposition à un agent cancérigène, ce délai de latence peut sembler représenter un frein à la déclaration en MP. Par conséquent, le dispositif initié avait pour but d'informer les salariés sur leur droit à la réparation en cas de reconnaissance de MP. Il consistait au remplissage d'un questionnaire retraçant le parcours professionnel du salarié, suivi d'une explication du médecin-conseil de l'Assurance Maladie quant aux modalités de démarche de reconnaissance en MP à initier si l'origine professionnelle du cancer était suspectée par ce dernier. Le dispositif s'est ensuite étendu progressivement dans toute la France en 2015, et le nombre annuel de cancers de la vessie pris en charge en MP au titre des tableaux 15 ter, 16 bis et en alinéa 7 sont passés de 40 cas de reconnaissance en 2008 à 310 cas en 2017 (Figure 9).



**Figure 9 : Nombre annuel de cancers de la vessie pris en charge en maladie professionnelle au titre des tableaux 15 ter et 16 bis et en alinéa 7**

La sensibilisation aux possibilités de reconnaissance d'une MP ne se limite pas aux patients, mais à l'ensemble des professionnels de santé. C'est dans cette optique que le site [www.e-cancer.fr](http://www.e-cancer.fr), développé par l'institut national du cancer, met à disposition une sélection d'outils et de supports pratiques destinés aux professionnels de la santé. La base de ressources documentaires sur la prévention primaire des cancers professionnels « Cancers Pro Doc » et « Cancers Pro Actu » est destinée aux médecins du travail et aux services de santé au travail, leur permettant d'améliorer leurs connaissances et de participer à la réalisation d'un bulletin de veille documentaire, alors que des outils de diagnostics précoces des cancers ou de reconnaissance de cancers en MP sont destinés aux médecins généralistes ou spécialistes (198).

## **C. Prévention tertiaire**

### **1. Protocole de décontamination**

Alors que dans le SDIS 59, un protocole de décontamination à l'aide d'un brossage à sec a été mis en place sur les lieux de l'intervention lorsque le degré de salissure est estimé comme faible, plusieurs états américains et canadiens (Miami, Québec), et certains SDIS de France (Vaucluse) ont désormais opté pour un brossage à l'eau et au savon. Une étude américaine de 2017 compare l'efficacité de 3 méthodes de décontamination des EPI sur les lieux de l'intervention par ventilation, brossage à sec, et brossage à l'eau et au savon (199). Une série de prélèvements surfaciques sur la tenue de feu du pompier réalisée avant et après intervention à la recherche de HAP, choisis comme marqueur des composés organiques non volatiles, a montré que le brossage à l'eau et au savon a permis une élimination des HAP à hauteur de 85%, alors que le brossage à sec n'a entraîné qu'une réduction de 24% des HAP prélevés. En revanche, le système de ventilation des EPI après intervention n'a fourni aucune preuve d'efficacité.

Bien que la décontamination « humide » à l'eau et au savon représente un défi logistique important, car nécessitant une tenue de feu de rechange pour chacun afin d'assurer une disponibilité immédiate

des personnels et du véhicule au retour en CIS, celle-ci apparaît indéniablement comme la méthode de décontamination la plus efficace et doit faire l'objet d'une étude plus approfondie d'application dans le SDIS 59.

## **2. Mesures d'hygiène corporelle au retour de caserne**

Une fois l'intervention terminée et la décontamination sur place ou le changement de tenue réalisé selon le degré de souillure constaté, il convient d'adopter des règles d'hygiène simples afin de se prémunir du transfert de contaminants. Dans le cas où un changement de tenue s'avère nécessaire mais impossible à réaliser sur place à cause des conditions météorologiques, une housse jetable installée sur les bancs du véhicule pourrait être envisagée. Au retour en CIS, le port de gants nitriles et d'un masque FFP3 est nécessaire lors du contact avec le matériel d'intervention. Une douche à l'eau fraîche est à conseiller au plus tôt, afin de se débarrasser des contaminants et de limiter leur absorption par les pores de la peau. Il conviendra de délimiter des zones « propres » et des zones « sales » au sein des CIS afin que les EPI utilisés pour combattre le feu ne contaminent pas l'air ambiant des espaces de vie communs. Ces mesures de prévention, d'un coût réduit et d'une bonne efficacité sont issues du modèle de Skellefteå, instauré par des SP suédois en 2015, dont le guide de prévention des risques liés aux fumées fut un des pionniers dans le domaine (200).

## **3. Suivi post-professionnel**

Le suivi post-professionnel est un dispositif qui permet à toute personne susceptible de développer une pathologie liée à une exposition professionnelle antérieure de bénéficier d'une surveillance médicale adaptée. Il concerne donc principalement les retraités, la surveillance médicale des salariés incombant à la médecine de prévention. Les protocoles de surveillance sont issus de

recommandations d'experts ou définis réglementairement. Au sein de la fonction publique territoriale, les modalités de suivi des agents exposés aux agents CMR sont décrites dans le décret n° 2015-1438 du 5 novembre 2015 201. En revanche, celles-ci ne s'appliquent qu'aux SPP et aux PATS des SDIS (personnels administratifs, techniques et spécialisés). En effet, bien qu'ils puissent faire reconnaître une MCEF, les SPV ne sont pas concernés par le suivi post-professionnel car celui-ci n'est pas explicitement prévu par les textes réglementaires relevant de leur statut. « *L'activité de sapeur-pompier volontaire, qui repose sur le volontariat et le bénévolat, n'est pas exercée à titre professionnel mais dans des conditions qui lui sont propres.* » selon l'article 1er de loi 2011-851 du 20 juillet 2011, relative à l'engagement des sapeurs-pompiers volontaires et à son cadre juridique.

Le droit au suivi post-professionnel n'est pas attribué d'office à l'agent souhaitant en bénéficier, mais nécessite une démarche volontaire de celui-ci auprès de la collectivité.

En revanche, les activités exposant l'agent aux substances CMR doivent être définies à l'article R.4412-94 du code du travail dans le cadre de l'amiante, ou listées aux tableaux des maladies professionnelles annexés aux code de la sécurité sociale.

C'est à l'employeur de fournir l'attestation d'exposition nécessaire à l'agent souhaitant bénéficier du suivi post-professionnel. La demande de suivi doit être accompagnée d'une demande de prise en charge des frais de suivi post-professionnel et d'un document attestant de la cessation définitive de fonctions (202).

Enfin, la collectivité s'assure des conditions d'éligibilité de l'agent et lui adresse une lettre contenant les documents nécessaires ainsi que les modalités du suivi selon la substance incriminée.

#### 4. Retour à l'emploi

Une étude réalisée en 2015 par l'INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale) « VICAN5 » montre que la qualité de vie sociale et vie professionnelle dans une population générale 5 ans après un diagnostic de cancer, reste fortement dégradée (203). Par ailleurs, une personne sur cinq a perdu son emploi au cours de ces 5 années, et plus d'un quart des patients ont subi une diminution de leurs revenus principalement liée à une réduction du temps de travail. La fatigue est le symptôme clinique le plus cité par les patients, et considérée comme un des principaux freins au retour à l'emploi.

D'après une étude réalisée par l'Irdes (Institut de recherche et documentation en économie de la santé) en décembre 2018 sur l'effet des cancers sur la trajectoire professionnelle, « la probabilité d'être employé au moins un trimestre dans l'année diminue fortement par rapport à l'année précédant l'apparition de la maladie » (204). De plus, l'impact des cancers sur la vie professionnelle ne s'estompe pas avec le temps, et s'accroît même pour certaines localisations.

Dans le cadre des cardiopathies, plusieurs études réalisées ont permis de mettre en évidence les variables médicales, sociales et économiques prédictives du retour à l'emploi : type de profession (sédentaire vs active), âge, tabagisme, séquelles éventuelles, types d'intervention chirurgicale (angioplastie transluminale coronaire vs pontage aorto-coronarien), etc.(205) (206). Par ailleurs, une étude multicentrique prospective est actuellement en cours de réalisation par le Groupe Exercice Réadaptation Sport (GERS) de la Société Française de Cardiologie (SFC) afin d'établir un registre du retour au travail des patients coronariens, et d'en analyser les facteurs de reprise ou de non reprise (207).

Le rôle du médecin de prévention dans l'identification de ces facteurs est primordial pour cibler le devenir du patient et faciliter sa réinsertion professionnelle.

Les résultats de ces études montrent l'importance de l'accompagnement du médecin de prévention dans le processus de retour à l'emploi, et la nécessité d'aménagements des conditions de travail pour l'agent ayant souffert d'une pathologie ayant motivé un arrêt de travail de longue durée.

Il existe plusieurs moyens dont dispose le médecin de prévention afin de prévenir la désinsertion professionnelle : la visite de pré-reprise, le temps partiel thérapeutique, la reconnaissance en qualité de travailleur handicapé, le service social de la CARSAT, la formation au maintien dans l'emploi.

En revanche, ces moyens ne sont pas forcément connus de l'administration, avec qui la collaboration s'avère nécessaire afin d'optimiser la prise en charge du salarié ou de l'agent par le médecin de prévention. Afin de répondre à cette problématique, le guide « Comment optimiser le retour en emploi ? » a été réalisé dans le cadre du « Plan Régional Santé Travail 2016-2020 de Normandie ». Celui-ci propose des outils permettant aux entreprises d'identifier les leviers permettant d'optimiser le retour et le maintien dans l'emploi des salariés (208).

Un travail de thèse réalisé en 2018 montre que les médecins généralistes du Nord semblent sensibilisés au maintien dans l'emploi par la connaissance des outils et des acteurs de proximité à mobiliser afin de prévenir la désinsertion professionnelle, soulignant l'intérêt de la collaboration entre ces derniers et le médecin de prévention (209).

Enfin, la branche AT/MP (accidents du travail - maladies professionnelles) de l'Assurance Maladie s'est engagée à renforcer les relations entre les caisses d'assurance maladie et le réseau des services de santé au travail (210), alors que le Plan cancer 2014-2019 a inscrit la prévention des cancers liés au travail parmi ses priorités (211).

En conséquence, par son rôle de conseiller et de communiquant avec les différents acteurs impliqués dans la prévention de la désinsertion professionnelle, le médecin de prévention occupe une place privilégiée pour mettre à disposition ces outils.

## CONCLUSION

Le médecin de prévention, par son engagement dans la démarche d'amélioration continue de maîtrise des risques avec le SDIS et par sa connaissance des risques liés aux missions de lutte contre l'incendie, est un acteur incontournable des actions de prévention liées aux fumées d'incendie.

Il occupe un rôle primordial de consultant et de communicant entre les SP et la direction, en assurant l'évaluation des facteurs de risque du SP, et la mise en œuvre des méthodes et procédés développés par les différents acteurs de santé et de sécurité en service. Son action s'étend aussi sur le choix du matériel et des équipements, et sur des questions plus générales liées à la qualité de vie au travail.

Il est également l'interlocuteur principal des questions liées aux maladies professionnelles, que ce soit sur le versant informatif ou déclaratif, en attendant la création éventuelle d'un tableau de MP lié aux affections provoquées par l'inhalation des fumées d'incendie chez les SP. L'étendue des missions qui lui sont confiées est vaste, ce travail ne constitue qu'une première étape. La poursuite de ces dernières nécessite la création d'un plan d'actions en collaboration avec les professionnels de santé du PSSM.

Les actions mises en place par le médecin de prévention ne sauraient être efficaces sans le concours de l'ensemble des agents impliqués dans la prévention des risques professionnels. La culture de la santé au travail doit être renforcée. La traçabilité des expositions des SP en cours d'intervention, ainsi que l'élaboration d'un carnet de route des formations dispensées en CIS constituent les prochaines étapes de ce travail.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. IARC. Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 98 Painting, Firefighting, and Shiftwork. Lyon: CIRC; 2010 p. 818. (Monographies du CIRC). Disponible sur : <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono98.pdf>
2. Direction de l'indemnisation et de la réadaptation. L'admissibilité de la lésion professionnelle / Note d'orientation du 04/04/2016. Canada: CNSSET; 2016 avr p. Section 9.11 de la politique 1.02.
3. Amadeo B, Marchand J-L, Lembeye C, Moisan F, Imbernon E, Brochard P, et al. Analyse de la mortalité des sapeurs-pompiers professionnels en France sur la période 1979–2008. /data/revues/03987620/v60sS2/S0398762012004634/ [Internet]. 10 août 2012 [cité 22 avr 2019]; Disponible sur: <https://www.cdc.retraites.fr/IMG/pdf/RapportCPRIMscientifique-VFIN.pdf>
4. CNRACL. Impact et prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie pour les sapeurs-pompiers [Internet]. 2017 [cité 25 mars 2019]. Disponible sur: <https://www.cnrACL.retraites.fr/employeur/prevention-risques-professionnels/actualites/parution-impact-et-prevention-des-risques-relatifs-aux-fumees-dincendie-pour-les-sapeurs-pompiers>
5. Ministère de l'intérieur. Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises. Guide de Doctrine relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie. Bureau de la Doctrine de la formation et des Équipements; 2018. Disponible sur : [http://pnrs.ensosp.fr/content/download/40379/666626/file/GDO\\_pr%C3%A9vention\\_risques\\_toxicite%C3%A9\\_fum%C3%A9es\\_22032018.pdf](http://pnrs.ensosp.fr/content/download/40379/666626/file/GDO_pr%C3%A9vention_risques_toxicite%C3%A9_fum%C3%A9es_22032018.pdf)
6. République Française. Loi n° 84-53 du 26 janvier 1984 portant dispositions statutaires relatives à la fonction publique territoriale. Version consolidée au 07 avril 2019. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000320434>
7. République Française. Article 15 du décret n°82-453 du 28 mai 1982 relatif à l'hygiène et à la sécurité du travail ainsi qu'à la prévention médicale dans la fonction publique. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006063791>
8. Assurance Maladie. Cancers reconnus d'origine professionnelle [Internet]. 2019. Disponible sur: [http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/fileadmin/user\\_upload/document\\_PDF\\_a\\_telecharger/brochures/Rapport%20Enjeux%20et%20actions%20cancers%20pros.pdf](http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/fileadmin/user_upload/document_PDF_a_telecharger/brochures/Rapport%20Enjeux%20et%20actions%20cancers%20pros.pdf)
9. 1er congrès Zone de secours NAGE « Fumées ... nuit gravement à la santé » [Internet]. Fédération Royale des Corps de Sapeurs-Pompiers de Belgique. 2018 [cité 25 mars 2019]. Disponible sur: <http://www.frcspb.be/event/fumees-nuit-gramment-a-sante/>
10. Brigade de sapeurs-pompiers de Paris, Laboratoire central de la préfecture de police. Colloque de sciences appliquées au sapeur-pompier [Internet]. 2018 [cité 25 mars 2019]. Disponible sur: <http://laboratoirecentral.interieur.gouv.fr/Actualites/Colloque-de-sciences-appliquees-au-sapeurs-pompiers>

11. République Française. Décret n°82-453 du 28 mai 1982 relatif à l'hygiène et à la sécurité du travail ainsi qu'à la prévention médicale dans la fonction publique. Version consolidée au 08 avril 2019. Disponible sur :  
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006063791>
12. République Française. Article 10 du décret n°82-453 du 28 mai 1982 relatif à l'hygiène et à la sécurité du travail ainsi qu'à la prévention médicale dans la fonction publique. Disponible sur :  
[https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=22C7C5625E84DFC816721468AE696576.tplgfr43s\\_1?idArticle=LEGIARTI000029648069&cidTexte=LEGITEXT000006063791&dateTexte=20190509](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=22C7C5625E84DFC816721468AE696576.tplgfr43s_1?idArticle=LEGIARTI000029648069&cidTexte=LEGITEXT000006063791&dateTexte=20190509)
13. Glossaire de la promotion de la santé [Internet]. Genève: Organisation mondiale de la santé; 1999 [cité 4 Avril 2019]. Disponible sur:  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67245/WHO\\_HPR\\_HEP\\_98.1\\_fre.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67245/WHO_HPR_HEP_98.1_fre.pdf)
14. Universalis E. INCENDIES [Internet]. Encyclopædia Universalis. [cité 25 mars 2019]. Disponible sur: <http://www.universalis.fr/encyclopedie/incendies/>
15. Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales. PYROLYSE : Définition de PYROLYSE [Internet]. CNRTL. [cité 25 mars 2019]. Disponible sur:  
<http://www.cnrtl.fr/definition/pyrolyse>
16. Incendie sur le lieu de travail. Conditions de survenue - Risques - INRS [Internet]. [cité 28 avr 2019]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/risques/incendie-lieu-travail/conditions-survenue.html>
17. Service de Sécurité Incendie et d'Assistance à Personnes. Modes de propagation de l'incendie - Sécurité Incendie Prévention ERP IGH SSIAP SSIAP1 SSIAP2 SSIAP3 SECOURISME [Internet]. SSIAP. [cité 14 janv 2019]. Disponible sur: <http://www.ssiap.com/article.php?sid=40>
18. Les modes de propagation du feu [Internet]. Info Pompiers. 2016 [cité 14 janv 2019]. Disponible sur: <https://infopompiers.com/les-modes-de-propagation-du-feu/>
19. Scheen C. La lecture du feu. Diaporama 4/23. Conférence; 2018; 1er congrès Zone de secours NAGE « Fumées ... nuit gravement à la santé ». Disponible sur:  
<https://www.iemergencyweb.be/live/index.php?part=2&a=4&b=1014&c=1&d=38&f=0&lang=fr&aText=tszqaofetvwcymklmfi&bText=&cText=>
20. Labour Research Department (LRD). Firefighter deaths in the UK since 1978. 1st ed. Fire Brigades Union; 2008. Disponible sur : <https://www.fbu.org.uk/download/file/fid/3001>
21. Friggit J. Les ménages et leur logement depuis 1970 [Internet]. CGEDD; Mai 2018 [cité 2 Avril 2019]. Disponible sur: [http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/menage-logement-friggit\\_cle03e36d.pdf](http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/menage-logement-friggit_cle03e36d.pdf)
22. Lambert K, Baaij S. Progression du feu. Approche technique, application tactique. [Internet]. Sdu Uitgevers; 2013 [cité 9 janvier 2019].
23. République Française. Article L4121-2. Code du travail. Disponible sur :

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006903148&cidTexte=LEGITEXT000006072050>

24. République Française. Article L4121-3. Code du travail. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006903149&cidTexte=LEGITEXT000006072050>

25. République Française. Article L4622-2. Code du travail. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006072050&idArticle=LEGIARTI000006903352&dateTexte=&categorieLien=cid>

26. Collin A, Marchand A, Acem Z, Lepelletier M, Van Waelfelghem Y, Magnolini F et al. Performance et comportement des Equipements de Protection Individuelle textiles. Colloque national sur les contraintes thermiques et performance des EPI des sapeurs-pompiers en Caisson d'Observation et d'Entrainement aux Phénomènes Thermiques; 2014; Niort. Disponible sur : [http://iriaf.univ-poitiers.fr/images/medias/fichier/7-performance-et-comportement-des-epi-collin\\_1416218590367-pdf?INLINE=FALSE](http://iriaf.univ-poitiers.fr/images/medias/fichier/7-performance-et-comportement-des-epi-collin_1416218590367-pdf?INLINE=FALSE)

27. Travail à la chaleur [Internet]. INRS - Santé et sécurité au travail; 2018 [cité 8 Avril 2019]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/risques/chaleur/accidents-effets-sante.html>

28. 29. Cuttelod D. Les fumées [Internet]. Swiss Firefighters. 2004, p.4/17 ; Disponible sur: [http://ipz.free.fr/SSIAP/La%20combustion/danger\\_des\\_fumees.pdf](http://ipz.free.fr/SSIAP/La%20combustion/danger_des_fumees.pdf)

29. Sawhney G, Jennings KS, Britt TW, Sliter MT. Occupational stress and mental health symptoms: Examining the moderating effect of work recovery strategies in firefighters. *J Occup Health Psychol.* juill 2018;23(3):443-56.

30. Lee JH, Lee D, Kim J, Jeon K, Sim M. Duty-Related Trauma Exposure and Posttraumatic Stress Symptoms in Professional Firefighters. *J Trauma Stress.* 2017;30(2):133-41.

31. Kim JE, Dager SR, Jeong HS, Ma J, Park S, Kim J, et al. Firefighters, posttraumatic stress disorder, and barriers to treatment: Results from a nationwide total population survey. *PLoS ONE.* 2018;13(1):e0190630.

32. Ângelo RP, Chambel MJ. The reciprocal relationship between work characteristics and employee burnout and engagement: a longitudinal study of firefighters. *Stress Health.* avr 2015;31(2):106-14.

33. Katsavouni F, Bebetos E, Malliou P, Beneka A. The relationship between burnout, PTSD symptoms and injuries in firefighters. *Occup Med (Lond).* janv 2016;66(1):32-7.

34. Laurel M, Abdellaoui S, Chevaleyre S, Paltrier M, Gana K. Relationships between psychological job demands, job control and burnout among firefighters. *N Am J Psychol.* 2008;10(3):489-496.

35. Lee J-Y, Kim S-Y, Bae K-Y, Kim J-M, Shin I-S, Yoon J-S, et al. The association of gratitude with perceived stress and burnout among male firefighters in Korea. *Personality and Individual Differences.* mars 2018;123:205-8.

36. Smith TD, Hughes K, DeJoy DM, Dyal M-A. Assessment of relationships between work stress, work-family conflict, burnout and firefighter safety behavior outcomes. *Safety Science*. mars 2018;103:287-92.
37. Kim JI, Park H, Kim J-H. The mediation effect of PTSD, perceived job stress and resilience on the relationship between trauma exposure and the development of depression and alcohol use problems in Korean firefighters: A cross-sectional study. *J Affect Disord*. 15 2018;229:450-5.
38. Bartlett B, Jardin C, Martin C, K. Tran J, Buser S, Anestis M, et al. Posttraumatic Stress and Suicidality Among Firefighters: The Moderating Role of Distress Tolerance. *Cognitive Therapy and Research*. 29 janv 2018;42.
39. Boffa JW, Stanley IH, Hom MA, Norr AM, Joiner TE, Schmidt NB. PTSD symptoms and suicidal thoughts and behaviors among firefighters. *J Psychiatr Res*. 2017;84:277-83.
40. Stanley IH, Hom MA, Spencer-Thomas S, Joiner TE. Suicidal thoughts and behaviors among women firefighters: An examination of associated features and comparison of pre-career and career prevalence rates. *J Affect Disord*. 15 2017;221:107-14.
41. Meyer EC, Zimering R, Daly E, Knight J, Kamholz BW, Gulliver SB. Predictors of posttraumatic stress disorder and other psychological symptoms in trauma-exposed firefighters. *Psychol Serv*. févr 2012;9(1):1-15.
42. Berger W, Coutinho ESF, Figueira I, Marques-Portella C, Luz MP, Neylan TC, et al. Rescuers at risk: a systematic review and meta-regression analysis of the worldwide current prevalence and correlates of PTSD in rescue workers. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*. Juin 2012;47(6):1001-11.
43. Franceinfo. États-Unis : la souffrance des pompiers [Internet]. 2018 [cité 4 Avril 2019]. Disponible sur: [https://www.francetvinfo.fr/monde/usa/incendies-en-californie/etats-unis-la-souffrance-des-pompiers\\_2923693.html](https://www.francetvinfo.fr/monde/usa/incendies-en-californie/etats-unis-la-souffrance-des-pompiers_2923693.html)
44. DSM-5, Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (« Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders »). American Psychiatric Association; 2013.
45. Stanley IH, Hom MA, Joiner TE. A systematic review of suicidal thoughts and behaviors among police officers, firefighters, EMTs, and paramedics. *Clin Psychol Rev*. mars 2016;44:25-44.
46. Stanley IH, Hom MA, Hagan CR, Joiner TE. Career prevalence and correlates of suicidal thoughts and behaviors among firefighters. *J Affect Disord*. 15 nov 2015;187:163-71.
47. Carleton RN, Afifi T, Turner S, Taillieu T, LeBouthillier D, Duranceau S, et al. Suicidal ideation, plans, and attempts among public safety personnel in Canada. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*. 8 févr 2018;59.
48. Observatoire national du suicide. SUICIDE. Connaître pour prévenir : dimensions nationales, locales et associatives [Internet]. 2016 p. 13. Disponible sur: [https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/ons2016\\_mel\\_220216.pdf](https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/ons2016_mel_220216.pdf)

49. Heyman M, Dill J, Douglas R. Study: Police Officers and Firefighters Are More Likely to Die by Suicide than in Line of Duty [Internet]. Ruderman Family Foundation. [cité 15 avr 2019]. Disponible sur: [https://rudermanfoundation.org/white\\_papers/police-officers-and-firefighters-are-more-likely-to-die-by-suicide-than-in-line-of-duty/](https://rudermanfoundation.org/white_papers/police-officers-and-firefighters-are-more-likely-to-die-by-suicide-than-in-line-of-duty/)
50. Ben KSD, Scotti JR, Chen Y-C, Fortson BL. Prevalence of posttraumatic stress disorder symptoms in firefighters. *Work & Stress*. 1 mars 2006;20(1):37-48.
51. Panagioti M, Gooding PA, Tarrier N. A meta-analysis of the association between posttraumatic stress disorder and suicidality: the role of comorbid depression. *Compr Psychiatry*. oct 2012;53(7):915-30.
52. Bryan CJ. Treating PTSD Within the Context of Heightened Suicide Risk. *Curr Psychiatry Rep*. 2016;18(8):73.
53. Hull R, T. Paul K. Bench-scale assessment of combustion toxicity—A critical analysis of current protocols. *Fire Safety Journal*. 1 juill 2007;42:340-65.
54. Scandella F. La santé et la sécurité des hommes du feu. Bruxelles: ETUI; 2012. Disponible sur : [https://www.etui.org/fr/content/download/5386/53384/file/Guide\\_Pompiers.pdf](https://www.etui.org/fr/content/download/5386/53384/file/Guide_Pompiers.pdf)
55. Molyneux S, Stec AA, Hull TR. The effect of gas phase flame retardants on fire effluent toxicity. *Polymer Degradation and Stability*. août 2014;106:36-46.
56. OMEGA 16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation des effets. 2005. Disponible sur : [https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Omega\\_16\\_Toxicite\\_fumees\\_web.pdf](https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Omega_16_Toxicite_fumees_web.pdf)
57. Bonnard N, Brondeau M-T, Clavel T, Falcy M, Jargot D, Schneider O, Serre P. Monoxyde de carbone. Fiche toxicologique n°47. [Internet]. INRS; 2009 [cité 13 April 2019]. Disponible sur: [http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX\\_47-1/FicheTox\\_47.pdf](http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_47-1/FicheTox_47.pdf)
58. Schaub E, Pellegrini M, Pugin D. L'intoxication au monoxyde de carbone en 2009 [Internet]. *Revue Médicale Suisse*. [cité 13 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2009/RMS-213/L-intoxication-au-monoxyde-de-carbone-en-2009>
59. Banerjee KK, Bishayee A, Marimuthu P. Evaluation of cyanide exposure and its effect on thyroid function of workers in a cable industry. *J Occup Environ Med*. mars 1997;39(3):258-60.
60. Sousa AB, Soto-Blanco B, Guerra JL, Kimura ET, Górniak SL. Does prolonged oral exposure to cyanide promote hepatotoxicity and nephrotoxicity? *Toxicology*. 24 mai 2002;174(2):87-95.
61. Bonnard N, Brondeau M-T, Clavel T, Falcy M, Jargot D, Schneider O. Oxydes d'azote. Fiche toxicologique n°133. [Internet]. INRS; 2006 [cité 13 April 2019]. Disponible sur: [http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX\\_133-2/FicheTox\\_133.pdf](http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_133-2/FicheTox_133.pdf)
62. Bonnard N, Brondeau M-T, Clavel T, Falcy M, Hesbert A, Jargot D, Schneider O. Dioxyde de soufre. Fiche toxicologique n°41. [Internet]. INRS; 2006 [cité 13 April 2019]. Disponible sur: [http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX\\_41-3/FicheTox\\_41.pdf](http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_41-3/FicheTox_41.pdf)

63. Jargot D, Marc F, Nikolova-Pavageau N, Pillière F, Robert S, Schneider O, Serre P. Chlorure d'hydrogène (ou acide chlorhydrique) et solutions aqueuses. Fiche toxicologique n°13. INRS; 2019 [cité 13 April 2019]. Disponible sur: [http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX\\_13-3/FicheTox\\_13.pdf](http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_13-3/FicheTox_13.pdf)
64. Blomqvist P. Emissions from Fires Consequences for Human Safety and the Environment [Internet]. Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University; 2005 [cité 16 avr 2019]. Disponible sur: [http://portal.research.lu.se/portal/en/publications/emissions-from-fires-consequences-for-human-safety-and-the-environment\(3250c7b9-abce-4814-b827-1b40aaf3440d\).html](http://portal.research.lu.se/portal/en/publications/emissions-from-fires-consequences-for-human-safety-and-the-environment(3250c7b9-abce-4814-b827-1b40aaf3440d).html)
65. Hydrocarbures aromatiques polycycliques et risque de cancer | Cancer et environnement [Internet]. Cancer-environnement.fr. 2018 [cité 8 Avril 2019]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/235-Hydrocarbures-aromatiques-polycycliques-HAP.ce.aspx>
66. Agents Classés par les Monographies du CIRC – IARC [Internet]. [cité 16 avr 2019]. Disponible sur: <https://monographs.iarc.fr/fr/agents-classes-par-les-monographies-du-circ/>
67. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, International Agency for Research on Cancer, éditeurs. Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related occupational exposures. Lyon, France : Geneva: IARC Press ; Distributed by World Health Organization; 2010. 853 p. (IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans). Disponible sur: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono92.pdf>
68. Hydrocarbures aromatiques polycycliques et risque de cancer | Cancer et environnement [Internet]. [cité 27 avr 2019]. Traduction à partir du tableau figurant dans l'article du Lancet Oncology, "Evidence for carcinogenicity in humans and for genotoxicity as the main mechanism of the Group-1 agents assessed", CIRC, 2009. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/235-Hydrocarbures-aromatiques-polycycliques-HAP.ce.aspx>
69. Bitume. Effets sur la santé - Risques - INRS [Internet]. Inrs.fr. 2018 [cité 16 Avril 2019]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/risques/bitume/effets-sante.html>
70. Brandelet B. Caractérisation physico-chimique des particules issues du chauffage domestique au bois [Internet] [phdthesis]. Université de Lorraine; 2016 [cité 28 avr 2019]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01540767/document>
71. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 1 juin 2010;121(21):2331-78.
72. Pelucchi C, Negri E, Gallus S, Boffetta P, Tramacere I, La Vecchia C. Long-term particulate matter exposure and mortality: a review of European epidemiological studies. *BMC Public Health*. 8 déc 2009;9:453.
73. Miller KA, Siscovick DS, Sheppard L, Shepherd K, Sullivan JH, Anderson GL, et al. Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N Engl J Med*. 1 févr 2007;356(5):447-58.

74. Nalbone G. Pollution par les particules atmosphériques fines et ultrafines et risque cardiovasculaire. *Médecine & Longévité*. 1 mars 2010;2(1):22-39.
75. Smith DL, Barr DA, Kales SN. Extreme sacrifice: sudden cardiac death in the US Fire Service. *Extrem Physiol Med*. 1 févr 2013;2(1):6.
76. Pope CA, Ezzati M, Dockery DW. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *N Engl J Med*. 22 janv 2009;360(4):376-86.
77. Nafstad P, Håheim LL, Oftedal B, Gram F, Holme I, Hjermann I, et al. Lung cancer and air pollution: a 27 year follow up of 16 209 Norwegian men. *Thorax*. déc 2003;58(12):1071-6.
78. Abbey DE, Mills PK, Petersen FF, Beeson WL. Long-term ambient concentrations of total suspended particulates and oxidants as related to incidence of chronic disease in California Seventh-Day Adventists. *Environ Health Perspect*. août 1991;94:43-50.
79. Zoeller RT. Environmental chemicals impacting the thyroid: targets and consequences. *Thyroid*. sept 2007;17(9):811-7.
80. Jugan M-L, Levi Y, Blondeau J-P. Endocrine disruptors and thyroid hormone physiology. *Biochem Pharmacol*. 1 avr 2010;79(7):939-47.
81. Jagnytsch O, Opitz R, Lutz I, Kloas W. Effects of tetrabromobisphenol A on larval development and thyroid hormone-regulated biomarkers of the amphibian *Xenopus laevis*. *Environ Res*. juill 2006;101(3):340-8.
82. Schechter A, Pöpke O, Tung KC, Joseph J, Harris TR, Dahlgren J. Polybrominated diphenyl ether flame retardants in the U.S. population: current levels, temporal trends, and comparison with dioxins, dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls. *J Occup Environ Med*. mars 2005;47(3):199-211.
83. Alexander BM, Baxter CS. Flame-retardant contamination of firefighter personal protective clothing - A potential health risk for firefighters. *J Occup Environ Hyg*. 2016;13(9):D148-155.
84. Shaw SD, Berger ML, Harris JH, Yun SH, Wu Q, Liao C, et al. Persistent organic pollutants including polychlorinated and polybrominated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in firefighters from Northern California. *Chemosphere*. juin 2013;91(10):1386-94.
85. Park J-S, Voss RW, McNeel S, Wu N, Guo T, Wang Y, et al. High exposure of California firefighters to polybrominated diphenyl ethers. *Environ Sci Technol*. 3 mars 2015;49(5):2948-58.
86. Stec AA, Readman J, Blomqvist P, Gylestam D, Karlsson D, Wojtalewicz D, et al. Analysis of toxic effluents released from PVC carpet under different fire conditions. *Chemosphere*. janv 2013;90(1):65-71.
87. Biotox. Dioxines - Furanes. INRS [Internet]. Inrs.fr. 2016 [cité 16 Avril 2019]. Disponible sur: [http://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox/dosage.html?refINRS=Dosage\\_393](http://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox/dosage.html?refINRS=Dosage_393)

88. Frery N, Deloraine A, Zeghnoun A, Rouviere F, Centre alpin de recherche épidémiologique et de prévention sanitaire. La Tronche. FRA, Institut de veille sanitaire. Saint-Maurice. FRA, et al. Etude sur les dioxines et les furanes dans le lait maternel en France. 2000 p. 181p.
89. Bonnard N, Brondeau M-T, Jargot D, Falcy M, Schneider O. Chlorure de vinyl. Fiche toxicologique n°184. [Internet]. INRS; 2011 [cité 13 April 2019]. Disponible sur: [http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX\\_184-2/FicheTox\\_184.pdf](http://www.inrs.fr/dms/ficheTox/FicheFicheTox/FICHETOX_184-2/FicheTox_184.pdf)
90. Amiante. Ce qu'il faut retenir - Risques - INRS [Internet]. Inrs.fr. 2018 [cité 16 April 2019]. Available from: <http://www.inrs.fr/risques/amiante/ce-qu-il-faut-retenir.html>
91. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Inclusion de l'amiante chrysotile à l'Annexe III de la Convention de Rotterdam. Projet de document d'orientation de décision. Note du Secrétariat. Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international. Genève; 2014. Disponible sur : <http://www.pic.int/Portals/5/download.aspx?d=UNEP-FAO-RC-COP.7-11-Add.1.Fr.pdf>
92. Weiss D, Miller J. A Study on Chemicals found in the Overhaul Phase of Structure Fires using Advanced Portable Air Monitoring available for Chemical Speciation. Tualatin Valley Fire & Rescue Office of State Fire Marshal [Internet]. 2011 [cité 16 April 2019].
93. Baxter CS, Hoffman JD, Knipp MJ, Reponen T, Haynes EN. Exposure of firefighters to particulates and polycyclic aromatic hydrocarbons. *J Occup Environ Hyg.* 2014;11(7):D85-91.
94. Burgess JL, Nanson CJ, Bolstad-Johnson DM, Gerkin R, Hysong TA, Lantz RC, et al. Adverse respiratory effects following overhaul in firefighters. *J Occup Environ Med.* mai 2001;43(5):467-73.
95. Roy J, Gagnon P, Bartolo J, Melançon J, Perron D. Les risques de cancers chez les pompiers, comment s'y prémunir ! [Internet]. 2016 [cité 30 Avril 2019]. Disponible sur: <https://www.apsam.com/sites/default/files/docs/clienteles/pompiers/presentation-acsiq-2016.pdf>
96. Lapointe G, Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, Service du répertoire toxicologique, Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, Direction des communications. Notions de toxicologie [Internet]. Montréal: Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, Direction de la prévention-inspection, Service du répertoire toxicologique : Direction des communications; 2005 [cité 16 avr 2019]. Disponible sur: <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/1984161>
97. Lapointe G. Déposition des poussières dans les voies respiratoires, p.13. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, Service du répertoire toxicologique. Notions de toxicologie [Internet]. Direction de la prévention-inspection, Service du répertoire toxicologique : Direction des communications; 2005 [cité 16 avr 2019]. Disponible sur: <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/1984161>
98. McMahon J. SMOKE. Cyanide and Carbon Monoxide: The Toxic Twins of Smoke Inhalation [Internet]. Cyanide Poisoning Treatment Coalition; 2009 [cité 16 Avril 2019]. Disponible sur: <https://pfesi.org/wp-content/uploads/2017/08/the-toxic-twins-of-smoke-inhalation.pdf>

99. Operations NRC (US) C on CE to HC and CM in A, Toxicology NRC (US) C on. Combined Exposures to Hydrogen Cyanide and Carbon Monoxide in Army Operations: Final Report. [Internet]. National Academies Press (US); 2008 [cité 16 avr 2019].
100. Michel X, Bohand S, Gagna S, Lacoste A, Géraut L, Rivière F, Renard C, Laroche P. Documents pour le Médecin du Travail, 2011, n°128, pp.603-614. Disponible sur : <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/DMT/TI-TF-197/tf197.pdf>
101. Principes généraux de la démarche de prévention. Introduction à la prévention - Démarches de prévention - INRS [Internet]. Inrs.fr. 2014 [cité 17 Avril 2019]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/demarche/principes-generaux/introduction.html>
102. République Française. Article R.233-83-3. Code du Travail. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000018511366&cidTexte=LEGITEXT000006072050>
103. Balty I, Chapouthier A. Les équipements de protection individuelle (EPI). Règles d'utilisation. [Internet]. 2nd ed. INRS ED 6077; 2019 [cité 17 April 2019]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-6077/ed6077.pdf>
104. Ministère de l'intérieur. Guide national de référence: Appareils respiratoires isolants [Internet]. Direction de la défense et la sécurité civile. Sous-direction des services de secours et des sapeurs-pompiers. Bureau des formations et de la prospective.; 1999 [cité 17 Avril 2019]. Disponible sur: [https://www.interieur.gouv.fr/content/download/31278/234101/file/GNR\\_ARI.pdf](https://www.interieur.gouv.fr/content/download/31278/234101/file/GNR_ARI.pdf)
105. Ministère de l'intérieur. Arrêté du 6 mai 2000 fixant les conditions d'aptitude médicale des sapeurs-pompiers professionnels et volontaires et les conditions d'exercice de la médecine professionnelle et préventive au sein des services départementaux d'incendie et de secours [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000765094>
106. Duncan HW, Gardner GW, Barnard RJ. Physiological responses of men working in fire fighting equipment in the heat. *Ergonomics*. mai 1979;22(5):521-7.
107. Faff J, Tutak T. Physiological responses to working with fire fighting equipment in the heat in relation to subjective fatigue. *Ergonomics*. juin 1989;32(6):629-38.
108. Franz TJ: Percutaneous absorption of benzene; in MacFarland HM (ed): *Applied Toxicology of Petroleum Hydrocarbons*. *Adv Modern Environ Toxicol*. Princeton, Princeton Scientific, 1984, vol 6, pp 61-70
109. Jones K, Cocker J, Dodd LJ, Fraser I. Factors affecting the extent of dermal absorption of solvent vapours: a human volunteer study. *Ann Occup Hyg*. mars 2003;47(2):145-50.
110. Fent KW, Eisenberg J, Evans D, Sammons D, Robertson S, Striley C, et al. Evaluation of Dermal Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fire Fighters. :90.
111. Kirk KM, Logan MB. Structural Fire Fighting Ensembles: Accumulation and Off-gassing of Combustion Products. *J Occup Environ Hyg*. 2015;12(6):376-83.

112. Fent KW, Eisenberg J, Snawder J, Sammons D, Pleil JD, Stiegel MA, et al. Systemic exposure to PAHs and benzene in firefighters suppressing controlled structure fires. *Ann Occup Hyg.* août 2014;58(7):830-45.
113. Keir JLA, Akhtar US, Matschke DMJ, Kirkham TL, Chan HM, Ayotte P, et al. Elevated Exposures to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Other Organic Mutagens in Ottawa Firefighters Participating in Emergency, On-Shift Fire Suppression. *Environ Sci Technol.* 7 nov 2017;51(21):12745-55.
114. Hill J, Hanley J. Fluorescent Aerosol Screening Test (FAST) Test Report [Internet]. RTI International Research Triangle Park, NC; 2019. Disponible sur: [https://firesmoke.org/wp-content/uploads/2017/01/Fluorescent-\\_Aerosol\\_Screening\\_Test.pdf](https://firesmoke.org/wp-content/uploads/2017/01/Fluorescent-_Aerosol_Screening_Test.pdf)
115. Arvieu P. Evaluation de l'efficacité de filtration de la cagoule feux de forêts vis-à-vis des fumées et des particules fines. Valabre – Ceren pour la CNRACL; 2018. Disponible sur : <https://www.cnracl.retraites.fr/sites/default/files/SERVICES/FNP/publications/RAPPORT-ETUDE%20CAGOULES.pdf>
116. Austin CC, Wang D, Ecobichon DJ, Dussault G. Characterization of volatile organic compounds in smoke at municipal structural fires. *J Toxicol Environ Health Part A.* 20 juill 2001;63(6):437-58.
117. Bolstad-Johnson DM, Burgess JL, Crutchfield CD, Storment S, Gerkin R, Wilson JR. Characterization of firefighter exposures during fire overhaul. *AIHAJ.* oct 2000;61(5):636-41.
118. Edelman P, Osterloh J, Pirkle J, Caudill SP, Grainger J, Jones R, et al. Biomonitoring of chemical exposure among New York City firefighters responding to the World Trade Center fire and collapse. *Environ Health Perspect.* déc 2003;111(16):1906-11.
119. Kirk KM, Logan MB. Firefighting instructors' exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons during live fire training scenarios. *J Occup Environ Hyg.* 2015;12(4):227-34.
120. Evans DE, Fent KW. Ultrafine and respirable particle exposure during vehicle fire suppression. *Environ Sci Process Impacts.* 6 oct 2015;17(10):1749-59.
121. Fent KW, Evans DE, Couch J. Evaluation of Chemical and Particle Exposures During Vehicle Fire Suppression Training. National Institute for Occupational Safety and Health. U.S. Department of Health and Human Services. 2010. Report #HETA 2008-0241-3113
122. Horn GP, Kerber S, Fent KW, Fernhall B, Smith DL. Cardiovascular & Chemical Exposure Risks in Modern Firefighting. :73.
123. Alexander B.M., C.S. Baxter: Plasticizer Contamination of Firefighter Personal Protective Clothing - a Potential Factor in Increased Health Risks in Firefighters. *J Occup Environ Hyg.* 11(5):D43-D8 (2014).
124. Baxter CS, Ross CS, Fabian T, Borgerson JL, Shawon J, Gandhi PD, et al. Ultrafine particle exposure during fire suppression--is it an important contributory factor for coronary heart disease in firefighters? *J Occup Environ Med.* août 2010;52(8):791-6.

125. Easter E, Lander D, Huston T. Risk assessment of soils identified on firefighter turnout gear. *J Occup Environ Hyg.* 2016;13(9):647-57.
126. Fent KW, Evans DE, Booher D, Pleil JD, Stiegel MA, Horn GP, et al. Volatile Organic Compounds Off-gassing from Firefighters' Personal Protective Equipment Ensembles after Use. *J Occup Environ Hyg.* 2015;12(6):404-14.
127. Brown FR, Whitehead TP, Park J-S, Metayer C, Petreas MX. Levels of non-polybrominated diphenyl ether brominated flame retardants in residential house dust samples and fire station dust samples in California. *Environ Res.* nov 2014;135:9-14.
128. Shen B, Whitehead TP, McNeel S, Brown FR, Dhaliwal J, Das R, et al. High levels of polybrominated diphenyl ethers in vacuum cleaner dust from California fire stations. *Environ Sci Technol.* 21 avr 2015;49(8):4988-94.
129. Hall J.R. Characteristics of home fire victims [Internet]. Fire Analysis and Research Division National Fire Protection Association; 2005 [cité 18 Avril 2019]. Disponible sur: [http://www.npaihb.org/images/epicenter\\_docs/injuryprevention/Motor/CharacteristicsOfHomeSummary.pdf](http://www.npaihb.org/images/epicenter_docs/injuryprevention/Motor/CharacteristicsOfHomeSummary.pdf)
130. Fortin J.L, Paulin P. Intoxication aux fumées d'incendie. Intoxication au cyanure. Nouvelles approches thérapeutiques. Formation des pharmaciens et infirmiers. *Sdis 25*; 6 sept 2013; Baume les Dames. [Internet]. Disponible sur : [http://www.sdis25.fr/userfiles/file/PUBLICATIONS/Intoxication\\_fumees\\_incendie\\_Sdis25\\_JL-FORTIN.pdf](http://www.sdis25.fr/userfiles/file/PUBLICATIONS/Intoxication_fumees_incendie_Sdis25_JL-FORTIN.pdf)
131. Soteriades ES, Smith DL, Tsismenakis AJ, Baur DM, Kales SN. Cardiovascular disease in US firefighters: a systematic review. *Cardiol Rev.* août 2011;19(4):202-15.
132. Kales SN, Soteriades ES, Christoudias SG, Christiani DC. Firefighters and on-duty deaths from coronary heart disease: a case control study. *Environ Health.* 6 nov 2003;2:14.
133. Kales SN, Soteriades ES, Christophi CA, Christiani DC. Emergency duties and deaths from heart disease among firefighters in the United States. *N Engl J Med.* 22 mars 2007;356(12):1207-15.
134. Smith DL, DeBlois JP, Kales SN, Horn GP. Cardiovascular Strain of Firefighting and the Risk of Sudden Cardiac Events. *Exerc Sport Sci Rev.* 2016;44(3):90-7.
135. Hunter AL, Shah ASV, Langrish JP, Raftis JB, Lucking AJ, Brittan M, et al. Fire Simulation and Cardiovascular Health in Firefighters. *Circulation.* 4 avr 2017;135(14):1284-95.
136. Geibe JR, Holder J, Peeples L, Kinney AM, Burrell JW, Kales SN. Predictors of on-duty coronary events in male firefighters in the United States. *Am J Cardiol.* 1 mars 2008;101(5):585-9.
137. Yang J, Teehan D, Farioli A, Baur DM, Smith D, Kales SN. Sudden cardiac death among firefighters  $\leq 45$  years of age in the United States. *Am J Cardiol.* 15 déc 2013;112(12):1962-7.
138. Musk AW, Smith TJ, Peters JM, McLaughlin E. Pulmonary function in firefighters: acute changes in ventilatory capacity and their correlates. *Br J Ind Med.* févr 1979;36(1):29-34.

139. Brandt-Rauf PW, Cosman B, Fallon LF, Tarantini T, Idema C. Health hazards of firefighters: acute pulmonary effects after toxic exposures. *Br J Ind Med.* mars 1989;46(3):209-11.
140. Choi J-H, Shin J-H, Lee M-Y, Chung I-S. Pulmonary function decline in firefighters and non-firefighters in South Korea. *Ann Occup Environ Med.* 2014;26:9.
141. Rosénstock L, Demers P, Heyer NJ, Barnhart S. Respiratory mortality among firefighters. *Br J Ind Med.* juill 1990;47(7):462-5.
142. Straif K, Baan R, Grosse Y, Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Altieri A, Benbrahim-Tallaa L, Cogliano V; WHO International Agency For Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of shift-work, painting, and fire-fighting. *Lancet Oncol.* 2007 Dec;8(12):1065-6
143. LeMasters GK, Genaidy AM, Succop P, Deddens J, Sobeih T, Barriera-Viruet H, et al. Cancer risk among firefighters: a review and meta-analysis of 32 studies. *J Occup Environ Med.* nov 2006;48(11):1189-202.
144. Ahn Y-S, Jeong K-S, Kim K-S. Cancer morbidity of professional emergency responders in Korea. *Am J Ind Med.* sept 2012;55(9):768-78.
145. Daniels RD, Kubale TL, Yiin JH, Dahm MM, Hales TR, Baris D, et al. Mortality and cancer incidence in a pooled cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950-2009). *Occup Environ Med.* juin 2014;71(6):388-97.
146. Daniels RD, Bertke S, Dahm MM, Yiin JH, Kubale TL, Hales TR, et al. Exposure-response relationships for select cancer and non-cancer health outcomes in a cohort of U.S. firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950-2009). *Occup Environ Med.* oct 2015;72(10):699-706.
147. Pukkala E, Martinsen JI, Weiderpass E, Kjaerheim K, Lynge E, Tryggvadottir L, et al. Cancer incidence among firefighters: 45 years of follow-up in five Nordic countries. *Occup Environ Med.* juin 2014;71(6):398-404.
148. Tsai RJ, Luckhaupt SE, Schumacher P, Cress RD, Deapen DM, Calvert GM. Risk of cancer among firefighters in California, 1988-2007. *Am J Ind Med.* juill 2015;58(7):715-29.
149. Glass DC, Pircher S, Del Monaco A, Hoorn SV, Sim MR. Mortality and cancer incidence in a cohort of male paid Australian firefighters. *Occup Environ Med.* nov 2016;73(11):761-71.
150. Jalilian H, Ziaei M, Weiderpass E, Rueegg CS, Khosravi Y, Kjaerheim K. Cancer incidence and mortality among firefighters. *Int J Cancer.* 8 févr 2019;
151. Brantom PG, Brown I, Baril M, Bibliothèque numérique canadienne (Firme). Revue de la littérature épidémiologique sur le risque de cancer chez les pompiers [Internet]. 2018 [cité 22 avr 2019]. Disponible sur : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-1011.pdf?v=2019-01-24>
152. Brantom PG, Brown I, Baril M, Bibliothèque numérique canadienne (Firme). Revue de la littérature épidémiologique sur le risque de cancer chez les pompiers [Internet]. 2018 p.6/147.

Disponible sur : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-1011.pdf?v=2019-01-24>

153. République Française. Article R1424-24. Code général des collectivités territoriales.

Disponible sur :

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006070633&idArticle=LEGIARTI000006394897>

154. Resnier F, Chemouni P, Fromentin B, Wyffels F, Steve J. Le soutien sanitaire opérationnel (SSO) [Internet]. Portail National des Ressources et des Savoirs; 2016 [cité 7 Avril 2019]. Disponible sur: [http://pnrs.ensosp.fr/content/download/35260/594040/file/PNRS-Sante\\_Article\\_Soutien\\_Sanitaire\\_Operationnel.pdf](http://pnrs.ensosp.fr/content/download/35260/594040/file/PNRS-Sante_Article_Soutien_Sanitaire_Operationnel.pdf)

155. Accidents du travail et maladies professionnelles [Internet]. INRS - santé et sécurité au travail. 2017 [cité 8 Avril 2019]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/demarche/atmp/principales-definitions.html>

156. RG 11. Tableau - Tableaux des maladies professionnelles - INRS [Internet]. [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%2011>

157. Liste des tableaux de maladies professionnelles [Internet]. INRS - santé et sécurité au travail. 2017 [cité 8 Avril 2019]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/listeTableaux.html>

158. Appel à candidatures d'experts scientifiques afin de procéder à la constitution du groupe de travail « Expertise des maladies professionnelles » | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 8 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/appele-candidatures-d-experts-scientifiques-afin-de-proceder-a-la-constitution-du-groupe-de-travail-expertise-des-maladies-professionnelles>

159. République Française. Loi n° 64-1339 du 26 décembre 1964 portant réforme du code des pensions civiles et militaires de retraite (partie législative). Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000875638&categorieLien=cid>

160. République Française. Ordonnance n° 2017-53 du 19 janvier 2017 portant diverses dispositions relatives au compte personnel d'activité, à la formation et à la santé et la sécurité au travail dans la fonction publique. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000033893576&categorieLien=id>

161. Mémoire sur le régime des accidents du travail et des maladies professionnelles du Québec [Internet]. RAPQ. Regroupement des Associations de Pompiers du Québec.; 2016 [cité 04 Avril 2019]. Disponible sur: <https://www.apsam.com/sites/default/files/docs/clienteles/pompiers/maladie-pompier-memoire-raq.pdf>

162. Presumptive Legislation for Firefighter Cancer by State [Internet]. First Responder Center for Excellence. 2019 [cité 23 Avril 2019]. Disponible sur: <https://www.firstrespondercenter.org/cancer/toolsresources/presumptive-legislation-firefighter-cancer-state/>

163. IAFF presumptive disability provisions database for the United States and Canada [Internet]. Phi.iaff.org. 2019 [cité 23 Avril 2019]. Disponible sur: <http://phi.iaff.org/Home.aspx>
164. Quin N. Firefighters compensation and presumptive legislation. Lecture presented at; 2015; Sydney. Disponible sur : [https://www.cancer.org.au/content/healthprofessional/asbestos/14\\_Nicola%20Quin.ppt](https://www.cancer.org.au/content/healthprofessional/asbestos/14_Nicola%20Quin.ppt)
165. Australian Government. Information for firefighters on the firefighters act. Canberra; 2011 p. 2. Disponible sur : [https://www.comcare.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0019/147115/Information\\_for\\_firefighters\\_on\\_the\\_Firefighters\\_Act.pdf](https://www.comcare.gov.au/__data/assets/pdf_file/0019/147115/Information_for_firefighters_on_the_Firefighters_Act.pdf)
166. République Française. Article R4412-60. Code du travail. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006072050&idArticle=LEGIARTI000018490483&dateTexte=&categorieLien=cid>
167. Havard C. Définitions et justifications du SSO [Internet]. Infirmiersapeurpompier.com. 2019 [cité 30 Avril 2019]. Disponible sur: <http://www.infirmiersapeurpompier.com/category/Definitions-et-justifications-du-SSO.html>
168. Tobalem M, Harder Y, Tschanz E, Speidel V, Pittet B, Wettstein R. First-aid with warm water delays burn progression and increases skin survival. Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery : JPRAS. 8 oct 2012;66.
169. Casa DJ, Armstrong LE, Kenny GP, O'Connor FG, Huggins RA. Exertional heat stroke: new concepts regarding cause and care. Curr Sports Med Rep. 2012; 11 (3): 115-23
170. Sagui E, Cotte J, Trousselard M, Cornet D, Lavenir B, Thefenne L. Le coup de chaleur d'exercice. Quoi de neuf? Médecine et armées. 1 déc 2015;43:490-7.
171. République Française. Décret n° 86-626 du 18 mars 1989. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000332952&categorieLien=id>
172. République Française. Arrêté du 4 août 2004 relatif aux commissions de réforme des agents de la fonction publique territoriale et de la fonction publique hospitalière. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000806996&fastPos=4&fastReqId=1603693711&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>
173. République Française. Décret n°2003-1306 du 26 décembre 2003 relatif au régime de retraite des fonctionnaires affiliés à la Caisse nationale de retraites des agents des collectivités locales. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000005753112>
174. République Française. Décret n°86-626 du 18 mars 1986 modifiant les art. R45 , R46 , R47, R48 et R49 du Code des pensions civile et militaires de retraite (partie réglementaire). Disponible sur : [https://www.legifrance.gouv.fr/jo\\_pdf.do?id=JORFTEXT000000332952&pageCourante=04714](https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000000332952&pageCourante=04714)
175. Décret n°86-442 du 14 mars 1986 relatif à la désignation des médecins agréés, à l'organisation

- des comités médicaux et des commissions de réforme, aux conditions d'aptitude physique pour l'admission aux emplois publics et au régime de congés de maladie des fonctionnaires. Article 18. Disponible sur :  
[https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=97D8830404BB2CD5BE1E146DCB5E4722.tplgfr41s\\_3?idArticle=LEGIARTI000038166545&cidTexte=LEGITEXT000006065530&dateTexte=20190422](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=97D8830404BB2CD5BE1E146DCB5E4722.tplgfr41s_3?idArticle=LEGIARTI000038166545&cidTexte=LEGITEXT000006065530&dateTexte=20190422)
176. République Française. Ordonnance n° 2017-53 du 19 janvier 2017 portant diverses dispositions relatives au compte personnel d'activité, à la formation et à la santé et la sécurité au travail dans la fonction publique. Disponible sur :  
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000033893576&categorieLien=id>
177. République française. Article L461-1. Code du travail. Disponible sur :  
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006073189&idArticle=LEGIARTI000006743127&dateTexte=&categorieLien=cid>
178. République française. Annexe I à l'art. R434-32. Code de la sécurité sociale. Disponible sur :  
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006073189&idArticle=LEGIARTI000028674637>
179. Guidotti TL. Évaluation de l'association entre la maladie et le métier de pompier [Internet]. 2012 oct p. 112. Disponible sur:  
<https://www.apsam.com/sites/default/files/docs/clienteles/pompiers/maladie-pompier-guidotti.pdf>
180. Picard F. La Brigade voit rouge [Internet]. [cité 23 avr 2019]. Disponible sur :  
<http://www.pompiersparis.fr/fr/news/actualites/la-brigade-voit-rouge>
181. Gore particulate hood. White paper [Internet]. 2018 [cité 23 April 2019]; Disponible sur :  
[https://www.goreprotectivefabrics.com/sites/g/files/ypyipe916/files/uploads/tof/tof-support/marketing/supporting-fire-product-info/hoods/G10006\\_GORE%20HOODS\\_White%20Paper\\_6-22-18%20final.pdf](https://www.goreprotectivefabrics.com/sites/g/files/ypyipe916/files/uploads/tof/tof-support/marketing/supporting-fire-product-info/hoods/G10006_GORE%20HOODS_White%20Paper_6-22-18%20final.pdf)
182. Two Florida Departments Implement Clean Cab Concept [Internet]. [cité 23 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.fireapparatusmagazine.com/articles/print/volume-23/issue-1/departments/special-delivery/two-florida-departments-implement-clean-cab-concept.html>
183. Orientations 2018-2022 [Internet]. INRS; 2018 [cité 23 Avril 2019]. Disponible sur:  
<http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-4484/ed4484.pdf>
184. SEIRICH. INRS; 2019. Outils disponible sur : <http://www.seirich.fr/seirich-web/index.xhtml>
185. Adetona O, Reinhardt TE, Domitrovich J, Broyles G, Adetona AM, Kleinman MT, et al. Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public. *Inhal Toxicol.* 2016;28(3):95-139.
186. République Française. Article R4624-23. Code du travail
187. Steve J, Vandomme V, Sanchez M, Mora F. Etude des risques : formateurs caisson à feu [Internet]. 2016 [cité 27 Avril 2019]. Disponible sur:

[http://pnrs.ensosp.fr/content/download/34523/575197/file/Etude%20de%20risques%20formateurs%20caisson%20a%CC%80%20feu\\_Avril2016.pdf](http://pnrs.ensosp.fr/content/download/34523/575197/file/Etude%20de%20risques%20formateurs%20caisson%20a%CC%80%20feu_Avril2016.pdf)

188. David E. Evaluation du risque chimique par inhalation lors des entraînements en caisson de brûlage. Étude quantitative auprès des pompiers formateurs au SDIS de l'Aveyron [Internet] [exercice]. Université Toulouse III - Paul Sabatier; 2018 [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <http://thesesante.ups-tlse.fr/2181/>

189. Laitinen J, Mäkelä M, Mikkola J, Huttu I. Fire fighting trainers' exposure to carcinogenic agents in smoke diving simulators. *Toxicology Letters*. 15 janv 2010;192(1):61-5.

190. Miranda AI, Martins V, Cascão P, Amorim JH, Valente J, Borrego C, et al. Wildland Smoke Exposure Values and Exhaled Breath Indicators in Firefighters. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. 1 juill 2012;75(13-15):831-43.

191. Reisen F, Brown SK. Australian firefighters' exposure to air toxics during bushfire burns of autumn 2005 and 2006. *Environment International*. 1 févr 2009;35(2):342-52.

192. Ebert J. Biomonitoring of Wildland Firefighters: Analysis of Methoxyphenols as Viable Urinary Biomarkers of Wood Smoke Exposure. :93.

193. Neitzel R, Naehler LP, Paulsen M, Dunn K, Stock A, Simpson CD. Biological monitoring of smoke exposure among wildland firefighters: a pilot study comparing urinary methoxyphenols with personal exposures to carbon monoxide, particular matter, and levoglucosan. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. mai 2009;19(4):349-58.

194. Gudrun K, Griet J, Maarten S, Jef D, Ann C, Boris L. Development and evaluation of a wood smoke biomarker. :131.

195. Diagnostic territorialisé de santé de la région des Hauts-de-France [Internet]. Agence Régionale de Santé Hauts-de-France; 2019 [cité 23 Avril 2019]. Disponible sur : [http://www.hauts-de-france.ars.sante.fr/sites/default/files/2017-01/ORS-Diagnostic\\_part\\_1\\_0.pdf](http://www.hauts-de-france.ars.sante.fr/sites/default/files/2017-01/ORS-Diagnostic_part_1_0.pdf)

196. Conroy RM, Pyörälä K, Fitzgerald AP, Sans S, Menotti A, De Backer G, et al. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *Eur Heart J*. juin 2003;24(11):987-1003.

197. Matuszak N. Evaluation du risque cardiovasculaire et des habitudes de vie des sapeurs-pompiers du Nord. 2018.

198. Objectif 1 : Favoriser des diagnostics plus précoces - Les 17 objectifs du Plan [Internet]. [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Plan-cancer/Plan-cancer-2014-2019-priorites-et-objectifs/Plan-cancer-2014-2019-de-quoi-s-agit-il/Les-17-objectifs-du-Plan/Objectif-1-Favoriser-des-diagnostics-plus-precoces>

199. Fent KW, Alexander B, Roberts J, Robertson S, Toennis C, Sammons D, et al. Contamination of firefighter personal protective equipment and skin and the effectiveness of decontamination procedures. *J Occup Environ Hyg*. oct 2017;14(10):801-14.

200. Sverige, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Friska brandmän: Skellefteåmodellen förbättrar arbetsmiljön. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap; 2014. Disponible sur : <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/27621.pdf>
201. République Française. Décret n° 2015-1438 du 5 novembre 2015 relatif aux modalités du suivi médical post-professionnel des agents de la fonction publique territoriale exposés à une substance cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2015/11/5/RDFB1510185D/jo/texte>
202. Droit au suivi médical post-professionnel | CNRACL [Internet]. [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.cnrACL.retraites.fr/retraite/ma-retraite/informations-pratiques/droit-au-suivi-medical-post-professionnel>
203. La vie cinq ans après un diagnostic de cancer [Internet]. INCa; 2018. Available from: [https://www.e-cancer.fr/content/download/238458/3275124/file/La\\_vie\\_cinq\\_ans\\_apres\\_un\\_diagnostic\\_de\\_cancer\\_rapport\\_mel\\_20180625.pdf](https://www.e-cancer.fr/content/download/238458/3275124/file/La_vie_cinq_ans_apres_un_diagnostic_de_cancer_rapport_mel_20180625.pdf)
204. Barnay T. L'effet des cancers sur la trajectoire professionnelle. L. 2003;6.
205. Debbabi F, Ben Fredj Bouzid K, Jridi G, Ammar H, Mrizak N. Réinsertion professionnelle après infarctus du myocarde [Internet]. EM-Consulte. [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/73504/article/reinsertion-professionnelle-apres-infarctus-du-myo>
206. Sellier P, Varailac P, Iliou MC, Corona P, Prunier L, Audouin A, et al. La reprise de travail après infarctus du myocarde. Quand redouter une invalidité ultérieure et comment la prévenir ? *Annales de Psychiatrie*. 1995;10(4):208-14.
207. Labro-Gouby F, Pavy B. Registre du ReTour au Travail des patients coronariens (RTT). 2 juin 2017;34.
208. Guide "Comment optimiser le retour en emploi ?" [Internet]. Votre service de Santé au Travail. [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <http://www.istfecamp.fr/le-guide-comment-optimiser-le-retour-en-emploi/>
209. Olivier G. Connaissance et utilisation des outils du maintien dans l'emploi par les médecins généralistes du Nord [Internet]. 2018. Disponible sur: <https://pepite-depot.univ-lille2.fr/nuxeo/site/esupversions/ae98a94f-8590-408d-b567-231802df8adf>
210. Convention d'objectifs et de gestion 2018-2022 [Internet]. L'Assurance Maladie –Risques professionnels; 2019 [cité 27 Avril 2019]. Disponible sur : [https://www.ameli.fr/sites/default/files/cog\\_atmp-2018-2022.pdf](https://www.ameli.fr/sites/default/files/cog_atmp-2018-2022.pdf)
211. Prévenir les cancers d'origine professionnelle - Expositions professionnelles [Internet]. [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Facteurs-de-risque-et-de-protection/Expositions-professionnelles/Prevenir-les-cancers-d-origine-professionnelle>

# ANNEXES

## Annexe 1 : Mesures de prévention

### 1. Mesures générales

Voir la partie consacrée à l'état des lieux	Nature des actions	Actions	Acteurs	Mise en œuvre (de 1 à 5)	
				Difficile	Coût Efficace
<b>AVANT l'intervention</b>					
I.1.a	<b>Informier et former</b>	Sensibiliser et informer l'ensemble des sapeurs-pompiers sur les effets à court et long terme de la toxicité des fumées et des résidus de combustion lors des différentes phases d'intervention	DGSCGC	1	1
I.1.b			SDIS		
I.1.a			DGSCGC	5	4
I.3	<b>Prévenir et dépister</b>	Intégrer les risques de contamination lors de la conception des centres d'incendie et de secours, des centres de formation, des engins, des matériels et des équipements Développer la culture de la prévention et la prise de conscience du risque spécifique lié aux expositions aux fumées lors des cycles de formation Mettre à jour les fiches d'exposition (obligation réglementaire) en intégrant les risques liés aux fumées	DGSCGC	3	2
I.1.b			SDIS	3	1
I.3			SDIS	3	2
I.1.b			SDIS	3	2
I.1.b	<b>Agir sur l'organisation</b>	Assurer la traçabilité des personnels exposés en mettant en place des livrets individuels de suivi d'exposition aux fumées (date, type d'intervention, port de l'ARI et durée d'exposition) permettant de tracer, et éventuellement d'estimer, l'exposition aux fumées et aux résidus de combustion, pour l'ensemble des personnels des SIS Utiliser une tenue adaptée en fonction de chaque situation et en changer systématiquement en cas de contamination Identifier le risque amiante dans les dossiers spécifiques ETARE Disposer d'une réserve de vêtements, gants et cagoules décontaminés permettant d'équiper le personnel pour toute nouvelle intervention sur les incendies Porter des sous-vêtements spécifiques pour les interventions sur feu	SDIS	1	3
I.2.a			SDIS	4	2
I.2.b			SDIS	2	4
I.2.b			SDIS	2	4
I.1.a	<b>Agir sur l'organisation</b>	Intégrer les risques des fumées dans le document unique pour l'ensemble des agents (PATS, SP) S'inspirer du zonage existant concernant les risques NRBC (nucléaire, radiologique, biologique et chimique) pour toutes les interventions pour feu Adapter, voire réorganiser, les locaux avec un zonage et un circuit « contaminé - décontaminé ». À défaut, prévoir des mesures organisationnelles Privilégier les couleurs claires pour les tenues et les cagoules permettant ainsi de visualiser correctement le niveau de salissure	SDIS	3	1
I.2.a			DGSCGC (travail en cours)	4	1
I.2.b			SDIS	4	3
I.2.a			SDIS	2	2
I.2.b			SDIS	2	2

FNP de la CNRACL  
Impacts et prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie pour les sapeurs-pompiers

PENDANT l'intervention						
I.3		Considérer que chaque incendie est une intervention exposant potentiellement aux risques CMR, amiante...	SDIS	1	1	1
I.3			SDIS	1	1	1
I.1.a I.2.a			SDIS	1	1	1
I.1.a	<b>Prévenir et dépister</b>	En dehors de la « zone d'exclusion », au moindre doute dans la zone contrôlée, le personnel intervenant doit utiliser des masques adaptés (FFP3, FFP2, masques à ventilation assistée...)  Dans les phases de déblai et de surveillance, considérer la présence de contaminants et prévoir en conséquence la protection respiratoire par l'utilisation de l'ARI ou tout autre appareil respiratoire adapté  Dans les phases de déblai et de surveillance, utiliser des sous-gants à usage unique ou pouvant être facilement décontaminés (nitrile, coton...), en complément des gants de protection contre l'incendie	SDIS	2	3	1
I.1.a I.2.c			SDIS	1	1	1
I.1.a I.2.c			SDIS	1	2	2
I.1.a			SDIS	1	1	1
I.2.b			<b>Agir sur l'organisation</b>	Déterminer un zonage de l'intervention dans lequel les personnels porteront une protection respiratoire adaptée  Mettre en place un protocole de décontamination sur l'exemple suivant : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Souffler et/ou brosser les tenues, sous ARI</li> <li>o Rincer les véhicules et les équipements, voire les tenues dans la mesure du possible</li> <li>o Retirer rapidement la cagoule et se nettoyer le visage et les mains</li> <li>o Enlever la tenue et la déposer dans un sac hermétique, y compris pour le décontamineur</li> <li>o Eviter de stocker du matériel contaminé dans la cabine du véhicule</li> </ul> Pendant les phases de remise en condition du personnel, veiller à éviter toute contamination  Généraliser le soutien sanitaire opérationnel et le rendre obligatoire sur les interventions importantes	SDIS	3
I.2.b	SDIS	1			1	1
I.1.a I.1.b	SDIS	4			4	1

APRES l'intervention (en caserne)			
I.1.a	Considérer que chaque vêtement présentant des résidus de combustion ou, à minima, « sentant la fumée » après intervention sur un feu, est contaminé et contenant	SDIS	1 1 1
I.2.a		SDIS	1 3 1
I.2.b			
I.1.a	Pour les personnels chargés du nettoyage, utiliser des tenues et des équipements de protection adaptés (sous-gants coton ou nitrile, lunettes de protection, protection respiratoire...)	SDIS	3 3 1
I.2.b			
I.2.b			
<b>Agir sur l'organisation</b>			
I.2.b	Laver, voire décontaminer, les tenues de feu dès lors qu'elles sont considérées comme contaminées	SDIS	3 3 1
I.2.b	Vérifier au moins une fois par an que les prescriptions du fabricant relatives au nettoyage des tenues sont respectées	SDIS	2 1 2
I.2.b	Disposer d'effets chaussants différents selon l'activité (bureau/caserne/ambulance/feu)	SDIS	1 3 1
I.2.b	Pendre une douche, changer de tenue et de sous-vêtements dès le retour de l'intervention	SDIS	1 1 1
I.2.b	Organiser un circuit de gestion des effets contaminés	SDIS	3 4 1

FNP de la CNRACL

Impacts et prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie pour les sapeurs-pompiers

## 2. Mesures spécifiques

Aux feux de végétaux (en complément des mesures générales ci-dessus)			
I.2.c	<b>Informier</b>	Sensibiliser et informer l'ensemble des sapeurs-pompiers sur les effets à court et à long terme de la toxicité des fumées et des résidus de combustion lors des feux d'espace naturel	DGSCGC SDIS 1 1 1
I.2.c		Disposer d'une protection respiratoire individuelle	DGSCGC SDIS 4 3 1
I.2.c	<b>Agir sur l'organisation</b>	Adapter les engins d'incendie à la doctrine opérationnelle utilisée	DGSCGC 4 4 2
I.2.c		Veiller à ce que les engins envoyés en colonne de renfort soient adaptés aux normes en vigueur	SDIS 1 1 1
I.2.c		Assurer une vérification des engins, des matériels et des personnels, préalable à la campagne feux de forêts	SDIS 1 1 1

Aux formations sur feux réels			
I.2.d	<b>Informier, former</b>	Mettre en place un cursus de formation des formateurs, avec un référentiel dédié incluant notamment les fréquences et les limites d'exposition en séances pédagogiques	DGSCGC 4 3 1
I.2.d I.1.a		Profiter des cycles de formation pour rappeler les bonnes pratiques en matière de santé au travail et les mettre en œuvre	SDIS 2 2 1
I.2.d	<b>Dépister et prévenir</b>	Organiser un circuit de gestion des effets contaminés	SDIS 2 2 1
I.2.d		Pour les personnels chargés du nettoyage, utiliser des tenues et des équipements de protection adaptés (sous-gants coton ou nitrile, lunettes de protection, protection respiratoire...)	SDIS 1 3 1
I.2.d		Assurer un suivi médical particulier des formateurs, selon les types et les niveaux d'exposition	SDIS 2 3 2
I.2.d	<b>Agir sur l'organisation</b>	Rédiger un protocole de mise en œuvre pour les formations feu réel, intégrant notamment un zonage spécifique et une limitation du niveau thermique (afin de réduire l'absorption cutanée des contaminants)	SDIS 2 2 1
I.2.d		Veiller à prendre en compte l'impact des fumées sur le site de formation et sur le voisinage (par exemple dispositif de captation des fumées)	SDIS 3 4 3

Cote de 1 à 5 par ordre croissant (1 = faible)

## Annexe 2 : Tableau comparatif des maladies professionnelles présumées

### TABLEAU COMPARATIF DES MALADIES PROFESSIONNELLES PRÉSUMÉES

	CANCER du côlon	CANCER du rectum	CANCER du cerveau	CANCER de la vessie	CANCER du rein	LEUCÉMIE	LYMPHOME	CANCER des testicules	CANCER du poumon	CANCER de l'oesophage	CANCER de l'utérus	LÉSION cardiaque 24h	CANCER de la peau	CANCER du sein	CANCER de la prostate	MYÉLOMA multiple
<b>MANITOBA</b> <sup>16</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	15 ans	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	5 ans	20 ans	10 ans	15 ans et non fumeur <sup>17</sup>	25 ans	15 ans	✓	15 ans	10 ans	15 ans	15 ans
<b>ALBERTA</b> <sup>17</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	20 ans	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	5 ans	20 ans	20 ans	15 ans et non fumeur <sup>18</sup>	25 ans	15 ans	✓	15 ans	10 ans	15 ans	15 ans
<b>NUNAVUT</b> <sup>18</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	15 ans	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	5 ans	20 ans	20 ans	15 ans et non fumeur <sup>18</sup>	25 ans	15 ans	✓	15 ans	15 ans	15 ans	15 ans
<b>TERRITOIRES DU NORD-OUEST</b> <sup>19</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	15 ans	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	5 ans	20 ans	20 ans	15 ans et non fumeur <sup>18</sup>	25 ans	15 ans	✓	10 ans	15 ans	15 ans	15 ans
<b>ONTARIO</b> <sup>20</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	10 ans (diagnostic avant 61 ans) <sup>21</sup>	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	15 ans	20 ans	10 ans	15 ans et non fumeur <sup>22</sup>	25 ans	15 ans	✓	15 ans	10 ans	15 ans	15 ans
<b>YUKON</b> <sup>22</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	15 ans	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	5 ans	20 ans	10 ans	15 ans et non fumeur <sup>22</sup>	25 ans	15 ans	✓	15 ans	10 ans	15 ans	15 ans
<b>NOUVEAU-BRUNSWICK</b> <sup>23</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	20 ans	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	5 ans	20 ans	20 ans	15 ans et non fumeur <sup>23</sup>	25 ans	15 ans	✓	15 ans	15 ans	15 ans	15 ans
<b>SASKATCHEWAN</b> <sup>24</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	15 ans	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	5 ans	20 ans	10 ans	15 ans et non fumeur <sup>23</sup>	25 ans	15 ans	✓	15 ans	15 ans	15 ans	15 ans
<b>COLOMBIE-BRITANNIQUE</b> <sup>25</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	20 ans	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	5 ans	20 ans	20 ans	15 ans et non fumeur <sup>25</sup>	25 ans	15 ans	✓	15 ans	15 ans	15 ans	15 ans
<b>NOUVELLE-ÉCOSSE</b> <sup>26</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Niveaux d'exposition	20 ans	10 ans	10 ans	15 ans	20 ans	5 ans	20 ans	20 ans	15 ans et non fumeur <sup>26</sup>	25 ans	15 ans	✓	15 ans	15 ans	15 ans	15 ans
<b>TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR</b>	voir note 27															
Niveaux d'exposition																
<b>ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD</b>	voir note 27															
Niveaux d'exposition																
<b>QUÉBEC</b>	voir note 30															
Niveaux d'exposition																

1. Ce tableau ne comporte que les principales conditions d'application des dispositions présumées relatives et concernant les pompiers, toutefois, il faut se référer aux lois et règlements appropriés pour les professions.

2. Voir: LTN-CO, 2007, c.38 et Règlement sur les présumptions applicables aux pompiers: 719-039-2003.

3. Appelé cancer colorectal.

4. Voir: (ART, 141 (3) de la Loi sur l'indemnisation des travailleurs, LTN-CO, 2007, c. 23).

5. Voir: Loi de 1997 sur la Sécurité professionnelle et l'assurance contre les accidents du travail, L.O. 1997, c. 16, art. A, et Pompiers, Règl. Du Tr. 253/07.

6. Appelé cancer colorectal.

7. Voir: Art. 5(1) du Pompiers, Règlement de l'Ontario 253/07 (Diagnostic avant 61 ans de travail avant le diagnostic).

8. Voir: Workers' Compensation Act, R.S.B.C. 1996, c. 492, Part 1 et Firefighters' Occupational Disease Regulation, B.C. Reg. 153/2009.

9. Appelé cancer colorectal.

10. Voir: Workers' Compensation Act, R.S.B.C. 1996, c. 492, Part 1 et Firefighters' Occupational Disease Regulation, B.C. Reg. 153/2009.

11. Voir: Workers' Compensation Act, R.S.A. 2000, c. W-15 et Firefighters' Primary Site Cancer Regulation, Alta Reg. 102/2003.

12. Appelé cancer colorectal.

13. Voir: Le Firefighters' Primary Site Cancer Regulation, Alta Reg. 102/2003 pour l'expression "non-fumeur".

14. Voir: Workers' Compensation Act, S.N.S. 1994-95, c. 10 et Firefighters' Compensation Regulations, N.S. Reg. 140/2003.

15. Applicable aux pompiers et pompiers volontaires (voir art. 35A(2) de la Loi).

16. Voir: Loi sur les accidents du travail, C.P.L.M. c. 100, s. 100(9) pour les pompiers et les pompiers volontaires des pompiers et la consommation de tabac, 160/2005.

17. Voir arts 3(1) du Règlement sur les périodes d'emploi minimales des pompiers et la consommation de tabac, Règl. du Man. 160/2005.

18. Voir: Loi sur l'indemnisation des pompiers, L.N.-B. 2009, c. F123 et le Règlement général, Règl. Du Tr. 153-2009-72 pour en vertu de la Loi sur l'indemnisation des pompiers.

19. Appelé cancer colorectal.

20. Voir Règlement général, Règl. du N-B 2009-72, annexe A.

21. Voir: Workers' Compensation Act, 1979, S.S. 1979, c. W-71 et The Workers' Compensation General Regulations, 1985, Chapitre W-71 Reg (Infective Diseases) 42/88, S/1989, 15/1989, 60/2003 and 13/2006.

22. Appelé cancer colorectal.

23. Voir: The Workers' Compensation General Regulations, 1985.

24. Voir: Certification administrative de la Loi sur l'indemnisation des travailleurs, L. Nun. 2007, c.15 et Firefighters' Presumption Regulations, R-016-2010.

25. Appelé cancer colorectal.

26. Voir art. 2 du règlement: Firefighters' Presumption Regulations.

27. Pas de réglementation propre aux pompiers.

28. Voir la loi modifiant la loi sur les accidents du travail, LY 2011, C4 et Règlement YOCSS 2011(O) qui établit les périodes.

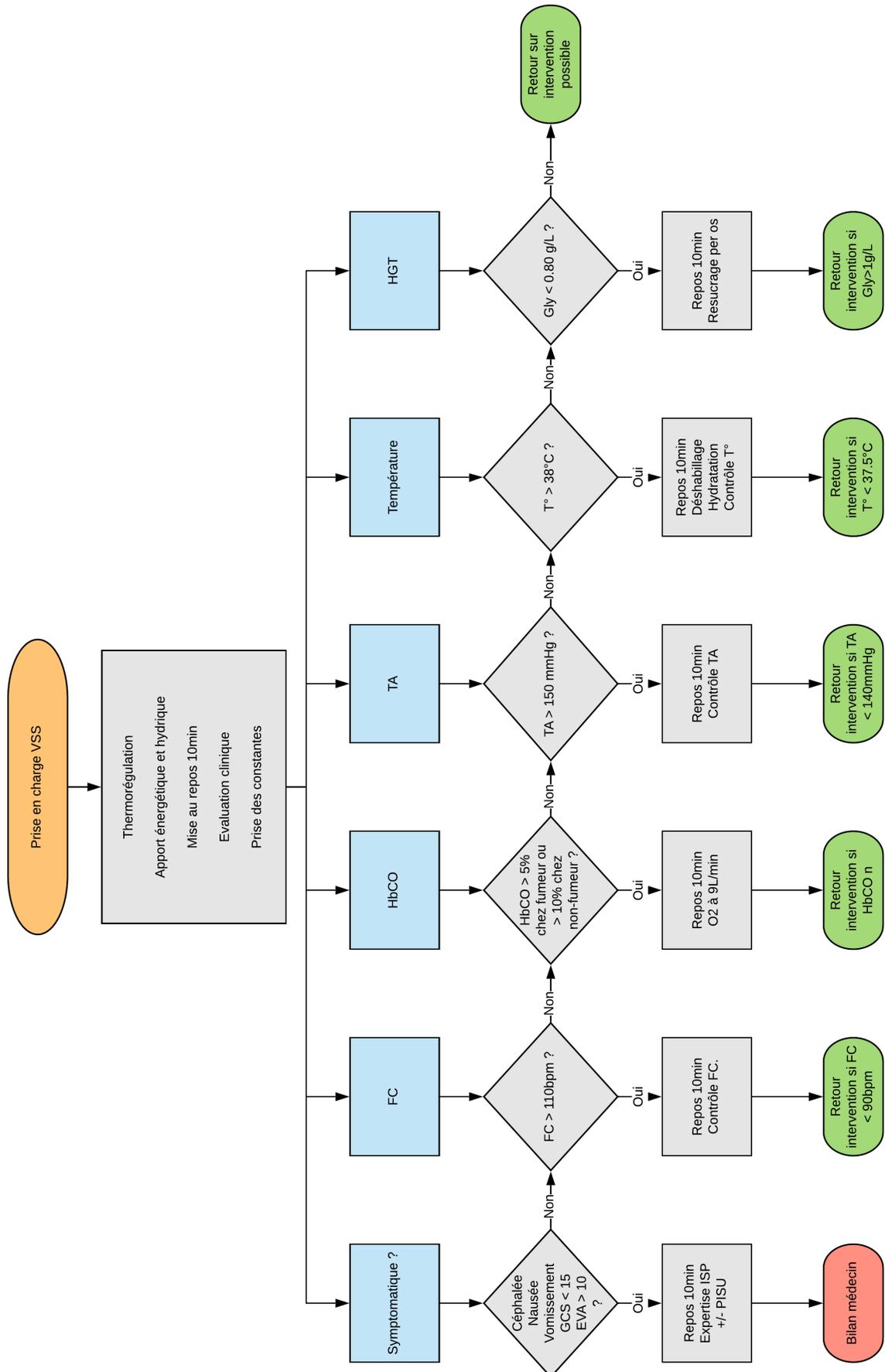
29. Voir la loi modifiant la loi sur les accidents du travail LY 2011, C4.

30. Voir les amendements de 7 passages le 4 septembre 2016, voir politique 102 de la CHESST.

31. Voir: Firefighters' O. Regulation 253/07, Art. 31(b), conditions and restrictions.



Annexe 3 : Protocole de réengagement du sapeur-pompier



### Liste des acronymes utilisés en Annexe 3

VSS : Véhicule de soutien sanitaire

FC : Fréquence cardiaque

HbCO : Carboxyhémoglobine

TA : Tension artérielle

HGT : Hémoglucotest

Gly : Glycémie

T° : Température

GCS : Glasgow Coma Scale (Echelle de Glasgow)

EVA : Echelle Visuelle Analogique

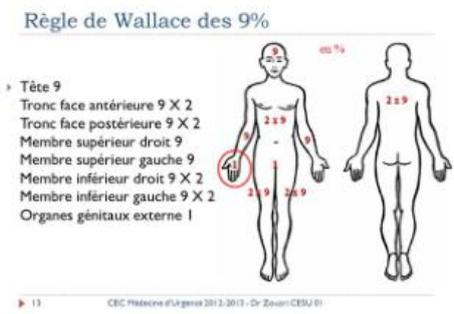
O2 : Oxygène

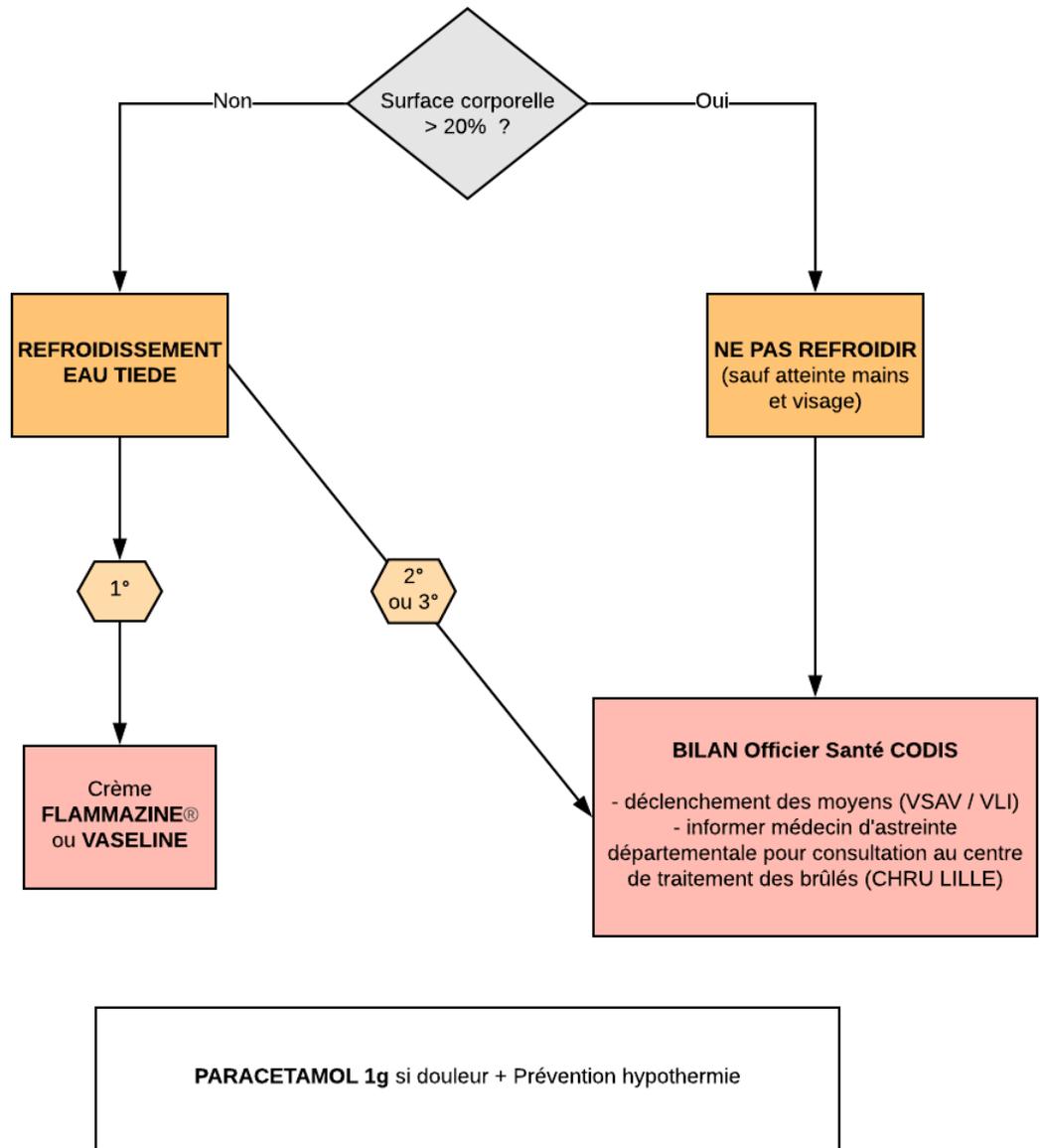
ISP : Infirmier sapeur-pompier

PISU : Protocoles Infirmiers de Soins d'Urgence

**Annexe 4 : Protocole de prise en charge des brûlures**

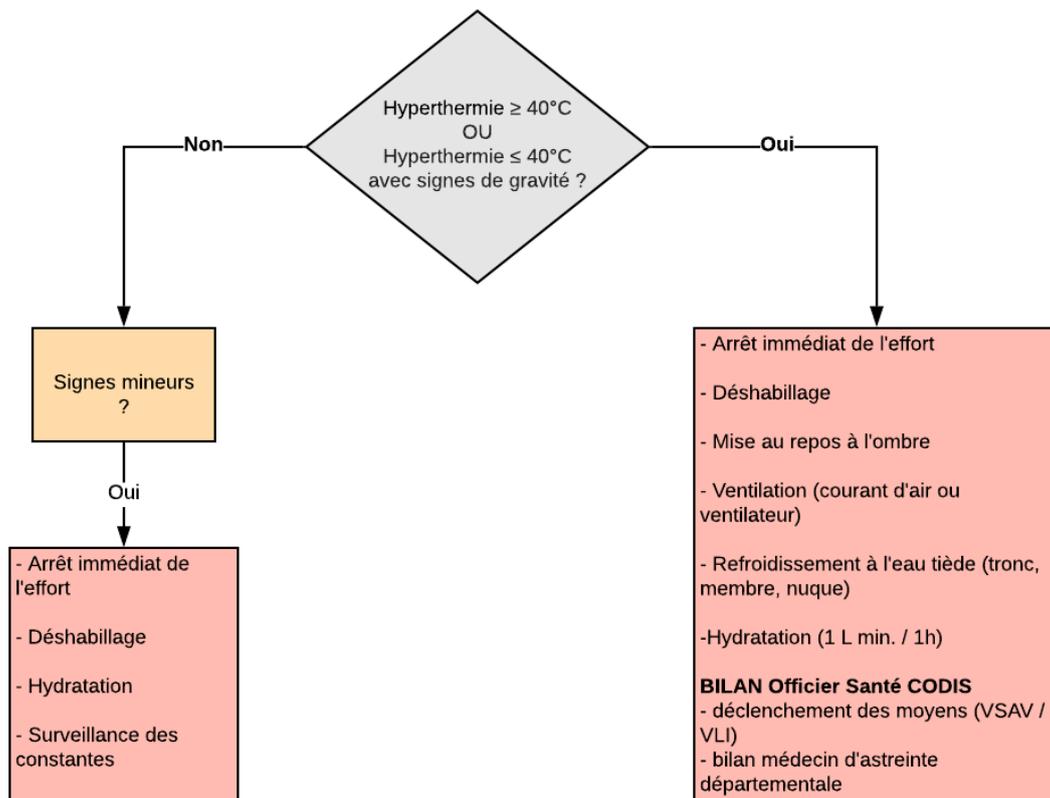
<b>BRÛLURES</b>	
<b>BRÛLURE(S) GRAVE(S) DE L'ADULTE (&gt; ou = 15 ans)</b>	
<b>Critères d'inclusion</b>	Brûlures thermiques et brûlures « mécaniques » (dermabrasions)
<b>Critères d'exclusion</b>	Brûlures chimiques Brûlures électriques Brûlures par le froid
<b>Informations complémentaires</b>	<p><u>Caractéristiques de la brûlure :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nature : thermique, par frottement</li> <li>- superficie (surface corporelle atteinte) et localisation</li> <li>- profondeur : 1°, 2°, 3°</li> </ul> <p><u>Localisation particulière :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- brûlure des voies aériennes supérieures</li> <li>- visage, cou, périnée, zones articulaires</li> <li>- recherche signes d'inhalation de fumées / intox CO</li> </ul>
<b>Bilan clinique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mesure de la température</li> <li>• mesure de la pression artérielle</li> <li>• mesure de la fréquence cardiaque</li> <li>• mesure de la fréquence respiratoire</li> <li>• évaluation de la douleur (échelle numérique)</li> </ul>
<b>Actions à mener</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de désinfection des brûlures en phase aigue</li> <li>• Retrait des bagues, montres, bracelets si brûlures des mains, poignets</li> </ul> <p><b>Surface corporelle?</b></p> <p>Si &lt; 20% : refroidissement à l'eau tiède, le plus rapidement possible, pendant 15 min</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- si pas d'accès rapide à l'eau : gel d'eau</li> <li>-</li> </ul> <p>Si &gt; 20% : ne pas refroidir (sauf mains et visage si atteints)</p> <p><b>Degré de la brûlure ?</b></p> <p>Si 1<sup>er</sup> degré &lt; 20% : → crème hydratante type FLAMMAZINE ou vaseline</p> <p>Si 1<sup>er</sup> degré &gt; 20% ou brûlure du 2<sup>eme</sup> ou 3<sup>eme</sup> degré: → Bilan OSC pour mise en relation avec médecin d'astreinte → consultation au centre de traitement des brûlés CHRU LILLE et déclenchement des moyens (VSAV/VLI)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si douleur &gt; 3/10 → Paracétamol 1g par voie orale en absence d'allergie</li> <li>• Prévention de l'hypothermie</li> </ul>





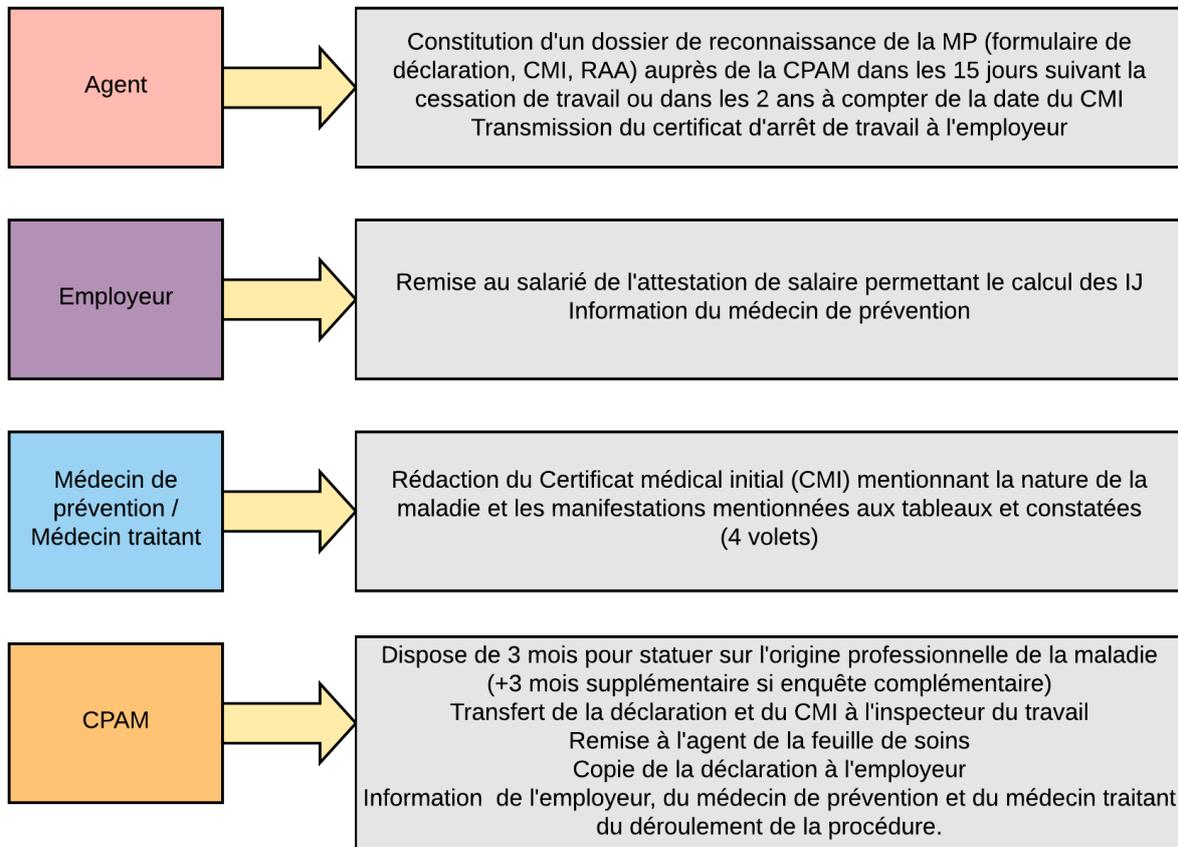
**Annexe 5 : Protocole de prise en charge du coup de chaleur à l'exercice**

<b>COUP DE CHALEUR A L'EXERCICE</b>		
Critères d'inclusion	Tout SP manifestant une <b>altération de l'état de conscience</b> ou un <b>comportement inhabituel</b> en association avec <b>une température corporelle élevée</b> dans un contexte d'exercice	
Critères d'exclusion	Malaise sans notion d'effort en ambiance chaude	
Informations complémentaires	Activité physique intense et prolongée Hygrométrie ? Chaleur ? Obésité Prise de médicament	
Signes cliniques	Signes mineurs	Signes de gravité
Neurologiques	Trouble du comportement Céphalées Hébétude ou agressivité Etat pseudo ébrieux	Trouble de la conscience Convulsions Coma
Cardiovasculaires	Fatigue Epuisement Augmentation du pouls	Fréquence cardiaque: ≥ 120 ou ≤ 60 Pression artérielle ≤ 90
Respiratoires	Essoufflement Augmentation de la fréquence respiratoire	Cyanose
Peau et muscles	Sueurs Crampes	Disparition de la sueur Peau sèche et brûlante
Digestifs	Nausées vomissements	Soif Douleurs abdominales diarrhées
<b>Bilan clinique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mesure de la température</li> <li>• mesure de la pression artérielle</li> <li>• mesure de la fréquence cardiaque</li> <li>• mesure de la fréquence respiratoire</li> </ul>	
<b>Actions à mener</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrêt immédiat de l'effort</li> <li>- Déshabillage</li> <li>- Mise au repos à l'abri du soleil</li> <li>- Création d'un courant d'air → ventilateur</li> <li>- Arrosage réfléchi                             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ eau tiède</li> <li>→ tronc, membre, nuque</li> </ul> </li> <li>- Hydratation                             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 1L minimum en 1h</li> </ul> </li> <li>- <b>Bilan OSC</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ déclenchement des moyens (VSAV/VLI)</li> <li>→ bilan médecin d'astreinte</li> </ul> </li> </ul>	

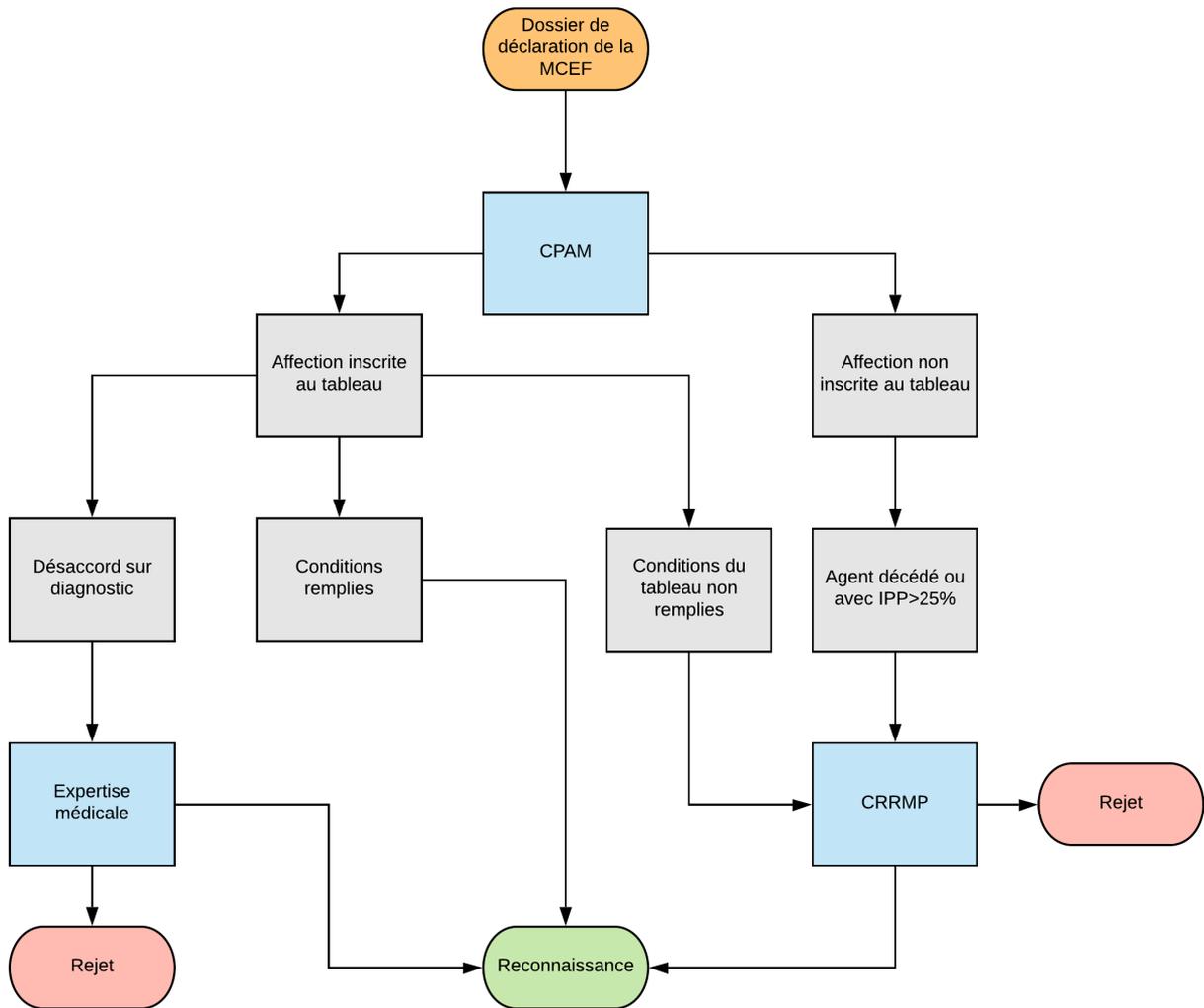




**Annexe 7 : Acteurs impliqués dans la constitution et le traitement du dossier de déclaration et de reconnaissance d'une maladie contractée dans l'exercice des fonctions pour un agent non titulaire**



### Annexe 8 : Parcours de déclaration et de reconnaissance d'une maladie contractée dans l'exercice des fonctions pour un agent non titulaire



**AUTEUR : Nom :** MATUSZAK**Prénom :** Nicolas**Date de Soutenance :** 3 juin 2019**Titre de la Thèse :** Rôle du médecin de prévention dans la prise en compte de la toxicité des fumées d'incendie**Thèse - Médecine - Lille 2019****Cadre de classement :** Médecine du travail**DES + spécialité :** DES Médecine du travail**Mots-clés :** Fumées d'incendie, médecin de prévention, sapeurs-pompiers**Résumé :**

**Contexte :** L'environnement de l'incendie a considérablement évolué ces dernières années, et il est source de nouveaux risques chez les sapeurs-pompiers. Un rapport publié en 2017 par la CNRACL propose des mesures de prévention du risque lié aux contaminants des fumées d'incendie. L'objectif de ce travail est d'identifier le rôle du médecin de prévention en application de ces mesures.

**Méthode :** Une évaluation des risques encourus par les sapeurs-pompiers au cours des missions de lutte contre l'incendie a été réalisée. La sélection des mesures a été effectuée au travers des principes de prévention primaire, secondaire et tertiaire inhérents aux missions du médecin de prévention, avec mise en application de plusieurs mesures au sein du SDIS 59.

**Résultats :** Au sein de la mission de lutte contre l'incendie, les sapeurs-pompiers sont exposés à des contaminants responsables du développement de pathologies chroniques qui peuvent être prévenues. La prévention primaire doit être axée sur la sensibilisation et l'information des intervenants au cours des différentes sessions de formations. La prévention secondaire peut s'articuler autour de la réalisation de mesures d'exposition aux contaminants, et de la surveillance de la santé des sapeurs-pompiers et du milieu dans lequel ils évoluent par le biais de protocoles de réengagement des intervenants. Enfin, la prévention tertiaire s'inscrit dans la prise en charge des accidents aigus sur intervention, ainsi que dans l'accompagnement du sapeur-pompier dans le parcours de déclaration en maladie professionnelle.

**Conclusion :** Le médecin de prévention, par son engagement dans la démarche d'amélioration continue de maîtrise des risques avec le SDIS et par sa connaissance des risques liés aux missions de lutte contre l'incendie, est un acteur incontournable des actions de prévention liées aux fumées d'incendie.

En revanche, son action ne saurait être efficace sans le concours de l'ensemble des agents impliqués dans la prévention des risques professionnels et de la culture en santé au travail.

**Composition du Jury :****Président :** Mme le Professeur Annie SOBASZEK**Assesseurs :** Mme le Professeur Sophie FANTONI-QUINTON, Mme le Docteur Catherine NISSE, Mme le Docteur Sophie MICZEK, Mr le Docteur Patrick HERTGEN