



HAL
open science

Évaluation de l'efficacité de la décontamination cutanée des sapeurs-pompiers exposés aux fumées

Natacha Louviaux

► **To cite this version:**

Natacha Louviaux. Évaluation de l'efficacité de la décontamination cutanée des sapeurs-pompiers exposés aux fumées. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03008014

HAL Id: dumas-03008014

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03008014>

Submitted on 16 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

U.F.R DES SCIENCES MEDICALES

Année 2020

Thèse n°XXXX

Thèse pour l'obtention du
DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR
SPÉCIALITÉ MÉDECINE DU TRAVAIL

Présentée et soutenue publiquement le 7 octobre 2020 à Toulouse par

Natacha LOUVIAUX

Née le 31 mars 1991 à Muret (31)

**Évaluation de l'efficacité de la décontamination
cutanée des sapeurs-pompiers exposés aux fumées**

Directeur de thèse

Monsieur le Docteur François PANTALONI

Jury

Madame la Professeure Isabelle BALDI

Monsieur le Professeur Michel DRUET-CABANAC

Monsieur le Professeur Jean-Marc SOULAT

Madame la Docteure Catherine VERDUN-ESQUER

Monsieur le Docteur François PANTALONI

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	2
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	8
PREMIÈRE PARTIE.....	11
INTRODUCTION.....	12
I. Les sapeurs-pompiers (SP).....	15
I.1. Organisation des sapeurs-pompiers en France	15
I.1.1. Les sapeurs-pompiers volontaires (SPV).....	15
I.1.2. Les sapeurs-pompiers professionnels (SPP)	15
I.1.3. Les sapeurs-pompiers militaires (SPM).....	16
I.1.4. Le personnel administratif, technique et spécialisé (PATS).....	16
I.2. Organisation des sapeurs-pompiers en Gironde	16
I.2.1. Organisation	16
I.2.2. Missions	17
I.2.3. Effectif.....	17
I.2.4. Interventions.....	17
I.3. Les situations de travail des sapeurs-pompiers.....	18
I.4. Les risques et contraintes des interventions	19
I.4.1. Les risques.....	19
I.4.2. Les contraintes.....	21
I.5. Le Service de Santé et de Secours Médical (SSSM).....	23

I.5.1.	Missions	23
I.5.2.	Aptitude médicale	23
I.5.3.	Soutien Sanitaire aux opérations (SSO)	28
I.6.	Résumé – Les sapeurs-pompiers	29
II.	Les missions incendie des sapeurs-pompiers	31
II.1.	La marche générale des opérations sur incendie (MGO)	31
II.1.1.	La reconnaissance	31
II.1.2.	Le sauvetage	32
II.1.3.	L'attaque	33
II.1.4.	La protection	33
II.1.5.	Les déblais	34
II.1.6.	Le reconditionnement	35
II.1.7.	La surveillance	36
II.2.	Les différents types d'incendies	36
II.2.1.	Les feux urbains	36
II.2.2.	Les feux de forêts	37
II.2.3.	Les feux industriels	38
II.3.	Les fumées d'incendie	39
II.3.1.	La composition des fumées	39
II.3.2.	La toxicité aiguë des fumées	40
II.3.3.	La toxicité chronique des fumées	42

II.4.	Les moyens de prévention	45
II.4.1.	Le zonage	46
II.4.2.	Les équipements de protections individuelle (EPI).....	47
II.4.3.	La décontamination	49
II.4.4.	Le Soutien sanitaire aux opérations (SSO)	49
II.4.5.	Le circuit des EPI post-intervention.....	50
II.4.6.	Le suivi médical	51
II.5.	Résumé – Les missions incendie des SP	52
III.	La formation en centre d'observation et d'étude des phénomènes thermiques (COEPT)	54
III.1.	Généralités	54
III.2.	Évolution dans l'Histoire	56
III.2.1.	A l'étranger	56
III.2.2.	En France	57
III.3.	Objectifs.....	58
III.4.	En Gironde	60
III.5.	Les risques chez les formateurs	61
III.6.	Résumé – La formation en COEPT	65
IV.	Les hydrocarbures aromatiques polycycliques	67
IV.1.	Généralités	67
IV.1.1.	Les propriétés physico chimiques.....	67

IV.1.2.	Règlementation.....	69
IV.2.	Le benzo-a-pyrène	69
IV.3.	Les sources et voies d'exposition	71
IV.3.1.	Les sources	71
IV.3.2.	Les voies d'exposition	72
IV.4.	La toxicité des HAPs	74
IV.5.	Résumé – Les hydrocarbures aromatiques polycycliques	77
V.	La décontamination des équipements de protection individuelle (EPI), du matériel et des sapeurs-pompiers.....	78
V.1.	Règlementation.....	78
V.2.	L'entretien et le contrôle des tenues	79
V.3.	Le nettoyage sur les lieux d'intervention	79
V.4.	La décontamination post-intervention	81
V.5.	Résumé – La décontamination des EPI, du matériel et des sapeurs-pompiers.....	83
VI.	Résumé de la première partie	85
	DEUXIÈME PARTIE.....	87
I.	Étude.....	88
I.1.	Contexte de l'étude	88
I.2.	Matériels et méthodes	89
I.2.1.	Déroulement de l'étude.....	89
I.2.2.	Sujets	93

I.2.3.	Critères de jugements	94
I.2.4.	Outils de mesures	94
I.2.5.	Analyse statistique.....	96
I.3.	Résultats.....	97
I.3.1.	Les sapeurs-pompiers	97
I.3.2.	Les prélèvements cutanés.....	98
I.3.3.	Les prélèvements atmosphériques.....	100
I.3.4.	Les questionnaires	101
I.4.	Discussion.....	102
III.	Conclusion générale	105
ANNEXES	111
SERMENT	119
RÉSUMÉ	120
ABSTRACT	121

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ARI : Appareil Respiratoire Isolant

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agence des substances toxiques et registre des maladies)

BaP : Benzo-a-Pyrène

BEA : Bras Élévateur Articulé

BMPM : Brigade des Marins Pompiers de Marseille

BSPP : Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris

CARSAT : Caisse d'Assurance Retraite et de la Santé au Travail

CCF : Camion-Citerne Feux de forêt

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

CIS : Centre d'Intervention et de Secours

CMIC : Cellule Mobile d'Intervention Chimique

CMIR : Cellule Mobile d'Intervention Radiologique

CMR : Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique

CNAMTS : Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés

CNRACL : Caisse Nationale de Retraite des Agents des Collectivités Locales

CODIS : Centre Opérationnel Départemental d'Intervention et de Secours

COEPT : Centre d'Observation et d'Étude des Phénomènes Thermiques

COS : Commandant des Opérations de Secours

CO : Monoxyde de Carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

CTA : Centre de Traitement de l'Alerte

DGSCGC : Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion de Crise

ECG : Électrocardiogramme

EPCI : conseil d'Établissements Publics de Coopération Intercommunale

EPI : Equipement de Protection Individuelle

FiO₂ : Fraction d'Oxygène inspiré

FPT : Fourgon Pompe Tonne

GDO : Guide Doctrine Opérationnelle

GRIMP : Groupe de Reconnaissance et d'Intervention en Milieux Périlleux

HAPs : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

HCN : Acide Cyanhydrique

H₂S : Hydrogène Sulfuré

ISP : Infirmier Sapeur-Pompier

LSPCC : Lot de Sauvetage et de Protection Contre les Chutes

MGO : Marche Générale des Opérations

MSP : Médecin Sapeur-Pompier

O₂ : Oxygène

PATS : Personnel Administratif, Technique et Spécialisé

POP : Polluant Organique Persistant

RA : Régime Agricole

RG : Régime Général

SAMU : Service d'Aide Médicale Urgente

SAL : Scaphandrier Autonome Léger

SDACR : Schéma départemental d'Analyse et de Couverture des Risques

SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours

SITAC : Situation Tactique

SO₂ : Anhydride sulfureux

SP : Sapeur-Pompier

SPM : Sapeur-Pompier Militaire

SPP : Sapeur-Pompier Professionnel

SPV : Sapeur-Pompier Volontaire

SSO : Soutien Sanitaire aux Opérations

SSSM : Service de Santé et de Secours Médical

VLEP : Valeur Limite d'Exposition Professionnelle

VLHR : Véhicule Léger Hors Route

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION

Les traces les plus anciennes de lutte contre les incendies remontent à la Grèce antique : en effet, ces derniers étant déjà dévastateurs à l'époque, des solutions ont dû être mises en place afin de pouvoir les stopper, et des groupes se sont organisés afin de pouvoir lutter efficacement contre ce fléau.

En France, les traces de groupes luttant contre les incendies remontent au VI^{ème} siècle, et c'est à partir du décret impérial du 18 septembre 1811 (qui crée le Bataillon de sapeurs-pompiers de Paris), qu'apparaît pour la première fois le mot de sapeur-pompier.

Aujourd'hui, les pompiers ne luttent plus exclusivement contre les incendies. Ils ont pour mission principale la protection des biens, des personnes et de l'environnement. Il s'agit du seul corps de métier à être formé pour intervenir sur des incendies. Ils disposent pour cela d'équipements de protection individuelle propres aux risques qu'ils rencontrent sur le terrain.

Les incendies comportent de nombreux risques : le risque chimique, le risque thermique, le risque cardiovasculaire, le risque traumatique et enfin ceux liés aux contraintes psychos organisationnelles.

Les sapeurs-pompiers doivent composer entre les contraintes liées à leur intervention sur incendie et les contraintes de leurs équipements de protection individuelle qui malgré la protection indispensable qu'ils apportent augmentent la difficulté de l'intervention.

L'appareil respiratoire isolant (ARI) qui permet au sapeur-pompier d'intervenir en atmosphère toxique, présente plusieurs contraintes importantes. Ces dernières sont liées à la fois au poids de l'équipement entraînant un déplacement du centre de gravité du porteur, à la modification du schéma corporel ainsi qu'à la modification des perceptions sensorielles (diminution de l'ouïe, de l'olfaction, du toucher, de la vision) ce qui limite la perception du danger par le sapeur-pompier.

Devant l'ensemble des risques et contraintes rencontrés sur un incendie, le Service de santé et de secours médical (SSSM) est chargé de veiller à la préservation de l'état de santé des équipiers en intervenant sur les incendies en soutien sanitaire aux opérations (SSO).

Parmi ces risques, les fumées comportent de nombreux toxiques, reconnus pour avoir un effet délétère sur la santé, certains par leurs actions asphyxiantes, d'autres irritantes mais également allergisantes, mutagènes, neurotoxique ou encore cancérigènes.

Concernant les composés cancérigènes, une famille de toxiques est retrouvée systématiquement dans la composition des fumées d'incendies : il s'agit des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs).

Pour diminuer les situations de contact avec ces composés toxiques et notamment le représentant le plus cancérigène des HAPs, le benzo-a-pyrene, les pompiers doivent s'astreindre à des règles d'hygiène et de prévention.

En effet, la contamination par les HAPs peut se faire par plusieurs voies : respiratoire, digestive, mais également par voie percutanée. Il est donc indispensable d'agir à chacun de ces niveaux pour limiter le risque de contamination et diminuer le temps de contact des sapeurs-pompiers avec ces substances cancérigènes.

Plusieurs études montrent le passage transcutané des HAPs avec un recueil des métabolites de dégradation des toxiques dans les urines.

La décontamination cutanée précoce est donc indispensable en sortie d'intervention. Cette étape est préconisée dans de nombreux protocoles et plusieurs techniques ont été proposées (lingettes humides, sèches, eau + savon...).

Cependant, peu d'études évaluent l'efficacité de la décontamination cutanée des pompiers et aucune ne compare différents dispositifs de décontamination. En effet, la plupart des dispositifs utilisés sont détournés de leur usage initial (hygiène cutanée, désinfection) et ne sont pas conçus pour une décontamination aux HAPs.

Dans l'optique de choisir le dispositif le plus adapté aux difficultés d'une intervention, le plus ergonomique mais surtout le plus efficace, le SDIS 33 a décidé de mener une étude dans le cadre des entraînements des sapeurs-pompiers au Centre d'Observation et d'Étude des Phénomènes Thermiques (COEPT).

L'objectif de ce travail est de comparer l'efficacité et l'ergonomie de différents moyens de décontamination après une exposition aux fumées d'incendie afin de guider le choix du

dispositif qui sera intégré aux procédures du SDIS33.

Dans une première partie, ce travail sera consacré au métier de sapeur-pompier ainsi qu'à ses missions, plus particulièrement les missions incendie et leur formation au sein du COEPT. Cette partie comporte une description des risques liés aux HAPs. Les différentes étapes de la décontamination sont également évoquées.

La deuxième partie sera consacrée à l'étude et comprendra la présentation de la méthodologie, l'analyse des résultats pour finir sur une discussion. En raison du COVID 19, l'étude a été interrompue, la discussion sera axée sur les tendances qui se dégagent des résultats obtenus ainsi que des pistes visant un renforcement de la prévention des sapeurs-pompiers vis-à-vis des risques identifiés.

I. Les sapeurs-pompiers (SP)

I.1. Organisation des sapeurs-pompiers en France

En 2018, la France comptait 249 700 sapeurs-pompiers(1) dont 79 % de sapeurs-pompiers volontaires (SPV), 16 % de sapeurs-pompiers professionnels (SPP) et 5% de sapeurs-pompiers militaires (SPM).

Les sapeurs-pompiers sont placés sous la tutelle du ministère de l'intérieur (DGSCGC) qui est chargé de prévenir les risques naturels et technologiques et de coordonner les secours en cas de sinistre très important.

I.1.1. Les sapeurs-pompiers volontaires (SPV)

Les SPV étaient au nombre de 196 600 en 2018, ils constituent une part importante des SP en France.

Le volontariat est un engagement citoyen qui n'est assimilable, ni à une activité professionnelle ni à une activité associative.

Selon le décret n° 2013-412 du 17 mai 2013(2) relatif aux sapeurs-pompiers volontaires les sapeurs-pompiers volontaires sont engagés pour une période de cinq ans, qui peut être tacitement reconduite.

I.1.2. Les sapeurs-pompiers professionnels (SPP)

Ils ont un statut de fonctionnaire des collectivités territoriales.

Les SPP étaient 40 400 en 2018. Leur répartition s'établit essentiellement dans les régions urbaines fortement peuplées afin de répondre à un nombre élevé d'interventions.

I.1.3. Les sapeurs-pompiers militaires (SPM)

Ils se concentrent à Paris au sein de la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris (BSPP) et à Marseille (BMPM, Bataillon des Marins Pompiers de Marseille).

En 2018, le nombre de SPM s'élevait à 12 700.

I.1.4. Le personnel administratif, technique et spécialisé (PATS)

Les PATS relèvent de la fonction publique territoriale, et peuvent être contractuels ou agents titulaires (après avoir passé un concours pour accéder au statut de fonctionnaire).

Les personnels administratifs, techniques et spécialisés assurent des missions administratives (service financier, responsable des marchés publics, secrétariat, ressources-humaines etc..) et techniques (mécanicien, informaticien etc..) ainsi qu'un nombre limité de missions opérationnelles d'appui aux interventions notamment le centre opérationnel départemental d'incendie et de secours (CODIS) qui coordonne les interventions.

I.2. Organisation des sapeurs-pompiers en Gironde

I.2.1. Organisation

Le SDIS est soumis à une double tutelle.

- Une première est opérationnelle, elle est gérée par le Préfet et le Maire.
- La deuxième est administrative, elle est gérée par un Conseil d'Administration composé de membres élus du Conseil départemental et d'Établissement Publics de Coopération Intercommunale (EPCI).

1.2.2. Missions

L'article L1424-7(3) défini au niveau local, le Schéma Départemental d'Analyses et de Couverture des Risques (SDACR) comme un outil permettant de dresser l'inventaire des risques de toute nature pour la sécurité des personnes et des biens auxquels doivent faire face les services d'incendie et de secours dans le département, et également fixer les objectifs de couverture de ces risques. Ce schéma est composé par le SDIS sous l'autorité du Préfet.

Les missions des sapeurs-pompiers sont régies par l'article 1424-2 du Code Général des Collectivités Territoriales(4).

On y retrouve la mission principale des sapeurs-pompiers avec la prévention, la protection et la lutte contre les incendies (qui représente seulement 6 % de leur activité selon la DGSCGC).

Ils exercent les missions suivantes en commun avec d'autres corps de métier :

- la prévention et l'évaluation des risques de sécurité civile,
- la préparation des mesures de sauvegarde et l'organisation des moyens de secours,
- la protection des personnes, des biens et de l'environnement,
- les secours d'urgence aux personnes victimes d'accidents (73% de leur activité selon la DGSCGC), de sinistres ou de catastrophes ainsi que leur évacuation.

1.2.3. Effectif

En 2019, on comptait 5425 agents dont 3116 volontaires et 1882 professionnels. Les sapeurs-pompiers peuvent avoir un statut double, à la fois professionnel et volontaire.

Des personnels administratifs et techniques s'ajoutent aux sapeurs-pompiers, soit 427 agents.

1.2.4. Interventions

Chaque département possède au moins un centre de traitement de l'alerte (CTA),

réceptionnant l'ensemble des appels effectués vers le 18 ou le 112. Le CTA traite les alertes et déclenche les moyens de secours des unités opérationnelles. Le CTA est parfois amené à réorienter les appels vers les autres services (SAMU). Il transmet l'alerte aux personnels des centres de secours à l'aide d'un système de gestion informatisé. En fonction de la nature du sinistre et de sa localisation, l'opérateur assisté d'un système informatique propose l'engin disponible adapté à la situation et se trouvant au plus proche. Les personnels du CTA, sous la responsabilité d'un officier de sapeur-pompier peuvent valider ou modifier cette proposition.

Le CTA travaille en coordination avec le Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CODIS), dirigé par un officier de sapeur-pompier. Le CODIS est chargé de la gestion centralisée des moyens de secours, il coordonne l'activité opérationnelle du SDIS sur le département. Il assure la remontée de l'information vers la chaîne de commandement du SDIS et les différentes autorités.

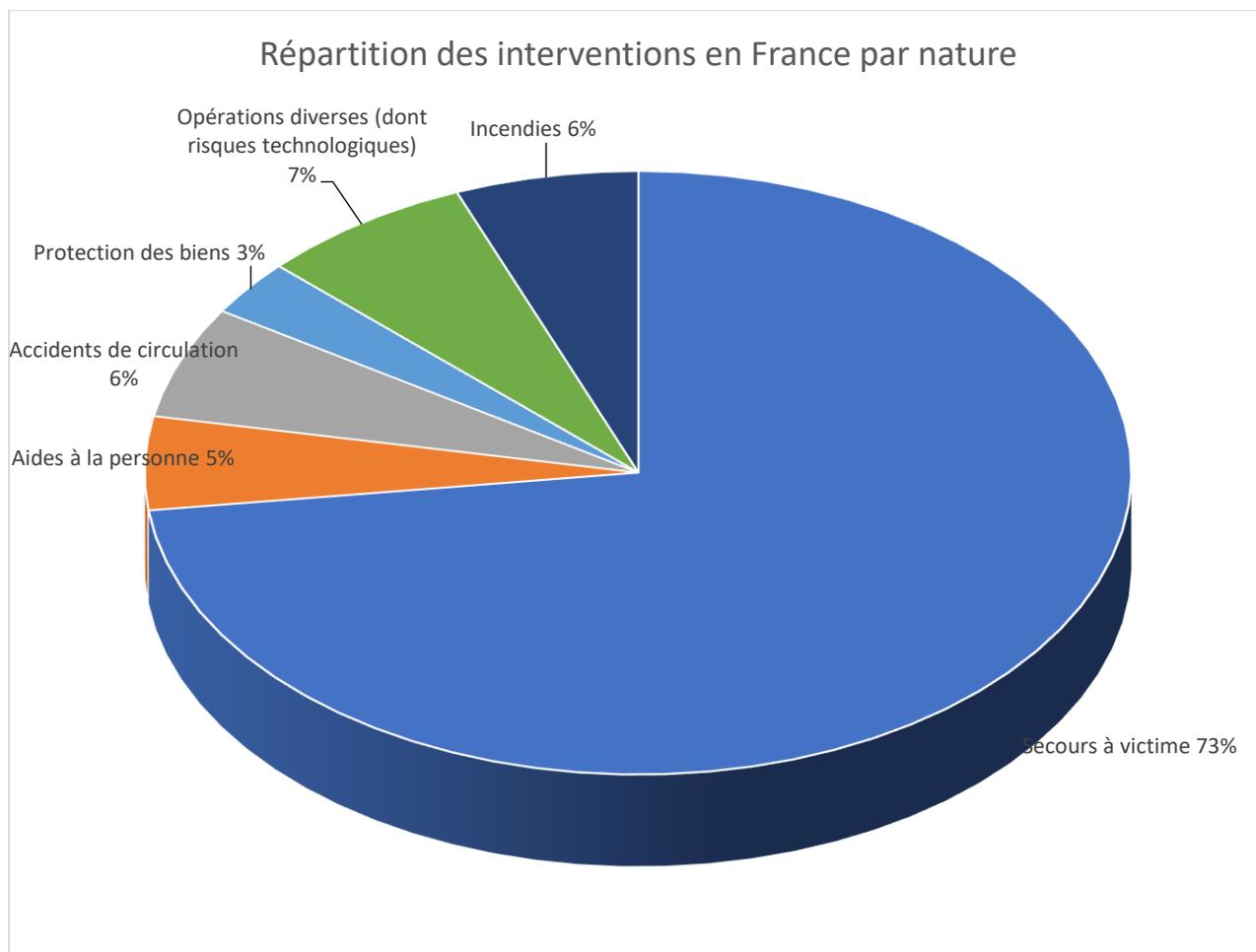
En 2019, le CTA-CODIS du SDIS de la Gironde a reçu 720 760 appels ayant engendré 136 427 interventions soit 1 intervention toutes les 3 min 51 secondes.

I.3. Les situations de travail des sapeurs-pompiers

Les situations de travail des sapeurs-pompiers émanent des missions attribuées aux SDIS, telles que décrites précédemment.

Les situations de travail des sapeurs-pompiers sont :

- le secours d'urgence aux personnes (noyades, intoxications, blessures, maladie),
- le secours routier,
- les risques technologiques,
- les interventions diverses (assistance aux personnes en situation dangereuse, capture d'animaux dangereux, inondations ...etc),
- la lutte contre les incendies (feux urbains, feux de forêts, feux industriels, feux de navires ...etc)



I.4. Les risques et contraintes des interventions

Lors des différentes situations de travail, les pompiers sont exposés à de nombreuses contraintes et à de nombreux risques : chimique, biologique, thermique, cardiovasculaire, traumatique...

I.4.1. Les risques

Le risque chimique

Les fumées d'incendie concentrent un grand nombre de substances à caractère toxique.

Les sapeurs-pompiers interviennent sur des sites contenant des produits chimiques, leur déversement ou bien un mélange entre eux constituent une exposition pouvant exiger le recours à une unité spécialisée au sein des pompiers.

Lors des interventions les sapeurs-pompiers sont exposés à différents composés nocifs pour leur santé, ils se protègent en conséquence avec des Équipements de Protection Individuel (EPI).

Le risque biologique

Les pompiers peuvent, selon les interventions, être en contact avec des agents biologiques (virus, champignons, bactéries, parasites) pathogènes.

Il existe différents types de transmission : par voie aérienne (COVID 19, mycobacterium tuberculosis), par voie cutanéomuqueuse (sarcoptes scabiei), par voie sanguine (virus hépatite C) et moins fréquemment par voie digestive (Salmonelles).

Le risque traumatique

Plus de la moitié des accidents se produisent au centre de secours, hors intervention, pendant les entraînements de sport pour beaucoup. En dehors de la caserne, les risques de traumatismes interviennent dans le cas de chutes de hauteur, malaises, et lors de brûlure par blast en autres.

Le métier de pompier est réalisé dans un degré d'urgence qui est pourvoyeur de blessures.

Les atteintes sensorielles ne sont pas rares, elles se justifient par l'existence de nuisances sonores (deux tons, explosions) qui peuvent générer des barotraumatismes, des nuisances visuelles (projections, irritations ophtalmiques).

Le risque thermique

Les pompiers peuvent intervenir aussi bien dans des espaces clos qu'en extérieur subissant les aléas météorologiques. Lors d'incendie ils travaillent en ambiance chaude créant un stress thermique.

Le port des équipements de protection individuelle et notamment de la tenue de feu et de l'ARI constituent une entrave aux différents mécanismes de thermorégulation. Ainsi, il existe un

risque de survenue de pathologies liées à l'hyperthermie qu'il est important à prendre en compte dans la surveillance médicale des sapeurs-pompiers en intervention sur incendie.

La chaleur extrême augmente le risque d'absorption de substances chimiques par voie cutanée par le biais d'une vasodilatation facilitant le passage des toxiques ainsi que par voie respiratoire lors d'une hyperventilation suite à un effort soutenu(59).

Le risque cardio-vasculaire

Les contraintes professionnelles des sapeurs-pompiers augmentent le risque de survenue d'événements cardiovasculaires. Cette charge cardio-vasculaire subie par les pompiers s'explique par l'intensité de l'effort physique fourni. A cela s'ajoutent le port de charge de leur ARI ainsi que le stress psychologique.

Les réveils de nuit déclenchent une stimulation du système nerveux sympathique et entraînent une augmentation de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque qui sur le long terme peuvent aboutir à des évènements cardiovasculaires.

Le suivi cardiovasculaire des pompiers est primordial au vu des risques auxquels ils font face.

Le risque physique

Les interventions sur incendie imposent une protection respiratoire représentée par le port d'ARI, ce dernier faisant entre 15 et 17,5kg, le schéma corporel se trouve modifié, ce qui a un impact sur les déplacements des sapeurs-pompiers et leur équilibre.

Cette surcharge a une incidence sur la survenue de troubles musculo-squelettiques aiguës ou chroniques.

1.4.2. Les contraintes

Les activités des sapeurs-pompiers comportent également de nombreuses contraintes. Certaines directement associées aux risques vus précédemment, mais d'autres liées au port de leur EPI.

Les contraintes psychos organisationnelles

On retrouve des contraintes psycho-organisationnelles communes à toutes les interventions.

La charge mentale occupe une place importante dans la pratique des pompiers. Les contraintes d'urgence et la nécessité de performance sont quotidiennes dans la profession. La diversité des interventions, les potentielles atteintes à l'intégrité physique, la confrontation à la souffrance, à la mort sont autant d'événements pouvant provoquer un dépassement des capacités d'adaptation de la personne. Les pompiers doivent composer avec cette charge, ainsi en cas de besoin, ils peuvent faire appel à un psychologue pour les aider à développer des stratégies d'adaptation.

Le rythme de travail est discontinu avec des interventions de jour comme de nuit parfois espacées de plusieurs heures. Le travail de nuit modifie le cycle circadien et aboutit à un déséquilibre hormonal qui peut se manifester par une dette de sommeil avec un sommeil de moins bonne qualité, un ralentissement du transit ou des troubles du métabolisme.

L'hygiène de vie par l'alimentation et le sport reste un bon moyen de se prémunir de ces effets.

Les contraintes liées aux EPI

Les pompiers disposent d'un matériel approprié aux situations de travail qu'ils rencontrent. Mais si les EPI les protègent, ils représentent également une gêne dans leurs déplacements et actions.

Les gants empêchent une bonne perception de l'environnement et une dextérité optimale. Les chaussures pèsent parfois plus de 2 kilogrammes et limitent le bon déroulé du pied.

L'ARI est celui qui comporte le plus de contraintes en raison d'un grand nombre de risques à couvrir.

C'est un matériel lourd et encombrant (14 à 17 kg), il assure une protection adaptée avec une autonomie limitée à 30 mn en moyenne. Les déplacements ainsi que les perceptions sensorielles (dont l'olfaction) sont limités. Le champ visuel peut être également rétréci.

De plus dans la pratique, on remarque qu'à l'intérieur de la pièce faciale, peut se former de la condensation ce qui limite encore davantage la perception visuelle.

En raison de toutes ces contraintes, sur le terrain, l'ARI n'est parfois pas porté rigoureusement lors de toutes les phases de l'intervention. Lors du déblaiement notamment, il est souvent remplacé par un masque FFP3 qui protège des particules fines, mais pas des gaz.

I.5. Le Service de Santé et de Secours Médical (SSSM)

I.5.1. Missions

Les missions du SSSM sont celles définies par l'article R 1424-24 du code général des collectivités territoriales(5) :

- la surveillance de la condition physique des pompiers,
- l'exercice de la médecine professionnelle et d'aptitude,
- le conseil en matière de médecine préventive, d'hygiène et de sécurité,
- l'enseignement du secourisme et le secours à personnes lors d'accidents, sinistres et catastrophes,
- la surveillance de l'état de l'équipement médico-secouriste du service,
- le soutien sanitaire des interventions des services d'incendie et de secours et les soins d'urgence aux sapeurs-pompiers.

I.5.2. Aptitude médicale

A) Les sapeurs-pompiers

Dans le cadre de la médecine professionnelle et d'aptitude définie dans l'arrêté du 6 mai 2000(6,7), le médecin de sapeur-pompier habilité, détermine à l'occasion de différentes visites si l'agent est apte à devenir sapeur-pompier ou à être maintenu en activité. Le médecin sapeur-pompier est habilité aux visites médicales à la suite d'une formation initiale. La liste départementale des médecins habilités est établie par le président du conseil d'administration

du service départemental d'incendie et de secours sur proposition du médecin-chef après avis de la commission consultative du service de santé et de secours médical. La spécialité de médecine du travail n'est pas obligatoire pour déterminer l'aptitude à un poste d'un sapeur-pompier.

L'évaluation de cette aptitude s'appuie sur une cotation des sigles définis dans l'arrêté du 20 décembre 2012 relatif à la détermination du profil médical d'aptitude(8) en cas de pathologie médicale ou chirurgicale :

S (ceinture scapulaire et membre supérieur),

I (ceinture pelvienne et membres inférieurs),

G (état général),

Y (yeux et vision),

C (sens chromatique, non évalué à ce jour),

O (oreilles et audition),

P (psychisme).

Cette cotation a été rédigée initialement par la direction centrale du service de santé des armées pour la détermination de l'aptitude médicale.

Le MSP attribue un score chiffré de 1 à 6 (sauf pour le P : de 0 à 5) à chacune des sept rubriques : l'ensemble des sept chiffres établissent un profil médical individuel (de A à E).

Les seuils sont définis selon l'âge de l'agent, son statut et son état de santé.

Pour les pompiers professionnels et volontaires :

- un profil B est exigé jusqu'à 39 ans et pour tout recrutement en dehors du SSSM,
- un profil C est exigé entre 40 ans et 49 ans,
- un profil D est exigé au-delà de 49 ans.

Pour un sapeur-pompier professionnel ou volontaire appartenant au service de santé, le profil requis est le profil D.

Le profil E correspond à une activité non opérationnelle.

B) Le personnel administratif, technique ou spécialisé (PATS)

L'aptitude médicale des PATS obéit au décret du 10 juin 1985 relatif à l'hygiène et à la sécurité du travail ainsi qu'à la médecine professionnelle et préventive dans la fonction publique territoriale(9).

Contrairement aux pompiers, l'aptitude médicale ne s'appuie pas sur le SIGYCOP. Elle est déterminée par le médecin de prévention, médecin spécialisé en médecine du travail, qui fait le lien entre le poste de l'agent et son état de santé.

Les visites médicales

Il existe plusieurs types de visites médicales au long de la carrière d'un pompier.

Visite d'incorporation ou de recrutement

C'est une visite destinée aux personnes souhaitant intégrer le corps des pompiers en tant que professionnel, volontaire ou bien dans le cas d'une mutation.

En Gironde, la visite débute par un entretien avec une psychologue afin d'apporter au médecin les éléments psychologiques pour déterminer l'aptitude à exercer les missions. Cet entretien permet également de détecter les éventuels facteurs de risque psychologiques.

La visite se poursuit avec un entretien avec un infirmier de sapeurs-pompiers. Celui-ci effectue les mesures du poids, de la taille, de la fréquence cardiaque et de la tension artérielle. Il relève également des données à l'interrogatoire (facteurs de risques, habitudes alimentaires et addictions). D'autres examens sont réalisés par l'infirmier, un électrocardiogramme (ECG), une spirométrie, un test visuel et une audiométrie pour dépister un éventuel trouble contre-indiquant la profession.

Enfin, la visite s'achève avec la consultation médicale. Elle va permettre de faire la synthèse de l'état de santé du candidat et sa compatibilité avec les missions dévolues aux sapeurs-pompiers. Le médecin relève des données à l'interrogatoire (antécédents personnels et familiaux, pathologie(s) en cours, traitement(s) en cours, allergie(s)) et vérifie les vaccinations obligatoires. Ensuite, le médecin interprète l'ensemble des examens réalisés par l'infirmier et réalise un examen clinique complet.

A partir de tous les éléments recueillis, le profil médical est défini conditionnant alors la validation de l'aptitude médicale.

La visite se termine par l'édition d'un certificat d'aptitude.

Les PATS effectuent une visite de recrutement conformément au décret du 10 juin 1985.

Visite de maintien en activité

Il s'agit d'une visite annuelle qui a pour but de vérifier si l'agent reste apte à conserver son poste de sapeur-pompier.

Avant la visite, l'agent remplit une fiche informative informant de l'évolution de son état de santé. A l'issue, il sera reçu par un infirmier qui, comme pour la visite d'incorporation, recueillera les données cliniques, paracliniques, anthropométriques et hémodynamiques.

Les examens réalisés correspondent à ceux effectués lors des visites de recrutement à l'exception de l'ECG qui ne sera réalisé qu'à partir de 40 ans, tous les 3 ans à partir de l'âge de 40 ans (tous les 3 ans quel que soit l'âge pour les spécialistes).

La partie médicale reste identique à la précédente visite.

Visite de pré-reprise

La visite de pré-reprise consiste à privilégier le maintien dans l'emploi d'une personne en arrêt de travail depuis au moins 3 mois. Un arrêt aussi prolongé laisse présager un risque de difficulté de réintégration sur le poste de travail.

La demande de cette visite peut provenir du médecin traitant ou de l'agent.

Le médecin de prévention profite de cette visite pour préparer le retour de l'agent sur son poste selon son état de santé, en cas de besoin des aménagements peuvent être prévus après avoir échangé avec l'employeur.

Visite de reprise après arrêt de travail

Tout arrêt de travail supérieur à 21 jours pour cause de maladie ou accident, qu'il soit survenu en service ou hors service, entraîne l'obligation d'information du médecin sapeur-pompier chargé de l'aptitude et, éventuellement, sur décision de celui-ci, d'une visite médicale préalable à la reprise de l'activité opérationnelle du sapeur-pompier.

En Gironde, il a été choisi d'effectuer systématiquement une visite de reprise pour les arrêts supérieurs à 21 jours.

Visite de reprise après maternité

L'état de grossesse est une cause d'inaptitude opérationnelle temporaire, le sapeur-pompier doit donc occuper des activités professionnelles non opérationnelles.

Dès lors de la prise de connaissance du SSSM d'une grossesse, des restrictions d'aptitude sont émises (pas d'activités opérationnelles, pas de travail de nuit, pas de port de charge).

La reprise d'une activité opérationnelle est faite obligatoirement à l'issue d'une visite médicale ne retrouvant pas de contre-indications à la reprise d'une activité opérationnelle.

Visite à la demande

Une visite médicale peut être demandée à tout moment, soit à la demande du salarié, soit de l'employeur, soit du médecin du travail.

Visites spécifiques

Le métier de sapeurs-pompiers requiert selon les interventions des unités spécialisées : Groupe de Reconnaissance et d'Intervention en Milieux Périlleux (GRIMP), Scaphandrier Autonome Léger (SAL), Cellule Mobile d'Intervention Radiologique (CMIR), Cellule Mobile d'Intervention Chimique (CMIC) ; ils bénéficient d'une visite de prise de spécialité en plus de leur visite en tant que sapeur-pompier. Les visites médicales sont orientées sur les risques de leur spécialité qui sont différentes d'un sapeur-pompier non spécialiste.

Les conditions d'aptitude et les examens complémentaires diffèrent en partie d'une visite médicale d'un pompier non spécialisé, elles sont mentionnées dans l'annexe de l'arrêté du 6 mai 2000 consolidé(7).

1.5.3. Soutien Sanitaire aux opérations (SSO)

Chaque pompier se doit de veiller à préserver son état de santé. Mais ce rôle est avant tout de la compétence du SSO qui est destiné à assurer un équilibre physiologique et psychologique dans le but de maintenir au mieux les capacités opérationnelles et de préserver la santé des agents avant, pendant et après leurs interventions.

Ce dispositif sera abordé plus en détail dans le chapitre II.4 consacré aux moyens de prévention.

I.6. Résumé – Les sapeurs-pompiers

- Les sapeurs-pompiers peuvent être volontaires, professionnels ou militaires.
- Les missions des pompiers sont :
 - le secours d'urgence à la personne,
 - la protection des biens et de l'environnement,
 - la lutte contre les incendies,
 - la protection et la lutte contre les autres accidents, sinistres et catastrophes.
- En 2019, le SDIS de Gironde comptait 5425 agents.
- Le SDIS est soumis à une double autorité, une autorité opérationnelle gérée par le Préfet et le Maire et une autorité administrative dirigée par le conseil d'administration du conseil départemental.
- La stratégie opérationnelle fait appel au Schéma Départemental d'Analyses et de Couverture des Risques (SDACR).
- Les appels vers les pompiers sont centralisés au Centre de Traitement de l'Alerte (CTA), la gestion opérationnelle des interventions est organisée par le Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CODIS).
- Les sapeurs-pompiers sont exposés à des contraintes en lien avec leurs missions. On retrouve les risques chimiques, biologiques, traumatiques, cardio-vasculaire et les contraintes liées aux risques ainsi qu'aux EPI.
- Le Service de Santé et de Secours Médical (SSSM) est chargé de surveiller la santé des agents. Ceci passe par la détermination de l'aptitude des sapeurs-pompiers.
- Les conditions d'aptitudes sont régies par l'arrêté du 6 mai 2000 consolidé et son annexe. Un profil est établi à l'aide du SIGYCOP.

- En intervention incendie, l'évaluation de la bonne condition physique et mentale des sapeurs-pompiers s'effectue par le SSSM au travers du dispositif de soutien sanitaire opérationnel (SSO).

- L'objectif de ce dispositif est de maintenir au mieux les capacités opérationnelles et de préserver la santé des agents avant, pendant et après leurs interventions.

II. Les missions incendie des sapeurs-pompiers

Les interventions sur incendie exposent à des risques nécessitant l'élaboration d'une organisation de travail rigoureusement établie, la marche générale des opérations sur incendie (MGO).

II.1. La marche générale des opérations sur incendie (MGO)

La Marche générale des opérations correspond à l'ensemble des étapes à suivre lors d'une intervention pour incendie.

Chacune de ces étapes comporte des risques à identifier et à anticiper afin de réduire au maximum le risque d'accident et de minimiser les différents types d'exposition aux fumées et aux particules fines.

II.1.1. La reconnaissance

La reconnaissance consiste au recueil des informations relatives à une situation rencontrée en début d'intervention lors de l'extinction d'un feu.

Elle incombe au premier chef d'agrès présent sur les lieux qui transmettra ses informations au commandant des opérations de secours (COS) dès son arrivée.

Lors de cette étape, une attention est portée sur l'observation et l'analyse de différents éléments :

- la zone d'intervention,
- les bâtiments menacés,
- le sinistre : flammes, fumées, bruits...,
- les risques associés,

- les victimes potentielles, les biens et l'environnement,
- les évolutions prévisibles du feu,
- un itinéraire de repli.

L'objectif de la reconnaissance sera de définir les objectifs pour atteindre le feu, d'anticiper son évolution, de définir les différentes idées de manœuvres appropriées et les moyens permettant une extinction en toute sécurité.

A l'issue, le COS établit une situation tactique (SITAC) avec un schéma décrivant la situation et ses caractéristiques, les moyens engagés et les actions prévues.

Cette étape est poursuivie par le COS durant l'intervention pour réactualiser la connaissance de la situation. Ce dernier est également l'interlocuteur privilégié du Centre Opérationnel d'Incendie et de Secours (CODIS), supervisant et coordonnant les activités opérationnelles.

La reconnaissance s'effectue sans ARI sauf si le chef d'agrès décide de rentrer dans le bâtiment. Les pompiers restent loin des fumées lors de cette étape, leur exposition est alors minime.

II.1.2. Le sauvetage

Le sauvetage est une mission qui vise à extraire une personne soumise à un danger vital et imminent sans qu'elle puisse le faire par ses propres moyens. On le distingue de la mise en sécurité qui consiste à éloigner des personnes d'une menace ou d'un danger non immédiat.

Le sauvetage peut amener les pompiers à s'exposer à plus de risques (chute, effondrement), le COS guide les pompiers afin d'envisager un sauvetage dans les meilleures conditions possibles pour les agents comme pour les victimes.

Pour cela, ils utilisent les moyens de communications existants ainsi que des moyens matériels facilitant l'évacuation :

- moyen élévateur aérien,
- échelle à main ou aérienne,

- lot de sauvetage et de protection contre les chutes (LSPCC).

Les victimes sont réunies à un point de rassemblement avant d'être prise en charge.

Le sauvetage expose les pompiers à des dangers nombreux liés aux flammes, chutes et accidents. Ils interviennent au milieu des fumées pour trouver un accès jusqu'aux victimes, l'exposition aux fumées toxiques est très importante, ils sont équipés d'un ARI en conséquence.

II.1.3. L'attaque

L'attaque est une phase consacrée à combattre l'incendie pour éviter une propagation du feu et s'achève avec l'extinction du foyer.

Elle se fait à travers plusieurs étapes :

- l'attaque du feu proprement dite pour réduire son intensité,
- la circonscription du feu pour éviter sa propagation,
- la maîtrise du feu : c'est lorsqu'il a cessé de progresser,
- la considération d'un feu éteint incluant l'existence de foyers résiduels.

L'attaque est réalisée en binôme, chacun des binômes n'a pas de fonction unique. Le binôme d'attaque est chargé de combattre le feu en le réduisant à l'aide de moyens hydrauliques, le binôme d'alimentation s'occupe de l'alimentation de l'établissement mais peut devenir un binôme d'attaque selon les besoins du COS.

Cette étape est à risque de contamination chez les agents, ils conservent leur ARI.

II.1.4. La protection

Cette étape implique une prise en compte de l'impact du sinistre et de l'impact de l'action des sapeurs-pompiers sur l'environnement afin de les anticiper.

Il faut donc être vigilant aux conséquences des fumées, du rayonnement thermique et des eaux d'extinction.

Pour cela, ils réalisent selon la situation rencontrée :

- une ventilation des locaux,
- un bâchage des espaces découverts
- un déplacement des objets de valeurs divers (véhicules, argent, bijoux, souvenirs, etc.),
- une mise en place d'une lance écran qui constitue un rideau d'eau pour protéger les biens mais aussi limiter la propagation du feu,
- une prise en compte du déversement des eaux d'extinction pouvant polluer l'environnement.

A ce moment, les sapeurs-pompiers reviennent au cœur de l'incendie éteint et déplacent des objets contaminés par les fumées. Les particules volatiles adsorbées sont relarguées dans l'air ce qui justifie le port d'une protection respiratoire. Le risque n'est pas à négliger, il est élevé vis-à-vis des toxiques de l'incendie.

II.1.5. Les déblais

Il a pour objectif de faciliter l'extinction, d'éviter la reprise du feu.

Une fois le feu éteint, des fumérons sont retrouvés au sein des déblais. La mission est de les identifier, de les éteindre pour empêcher un nouveau départ d'incendie.

Cette phase de l'opération est décisive notamment en termes de sécurité des intervenants.

Avant d'engager la phase de déblais, le COS doit s'assurer de l'état du personnel engagé (fatigue, hydratation, blessures etc.), d'analyser les risques résiduels, de tenir compte d'éventuelles exigences liées à une enquête de police, de définir les modalités des déblais (dispositifs EPI, moyen hydraulique, etc.) et de communiquer ces informations aux sapeurs-pompiers.

Le déblai est une phase propice aux accidents, sur le terrain les risques restent présents avec notamment une ambiance toxique, un risque d'effondrement de structure, un risque électrique, un risque de blessures. Cette phase achevant les autres étapes éprouvantes physiquement, une fatigue s'installe avec une baisse de la vigilance(10).

En raison de ces difficultés, la protection respiratoire est adaptée pour réduire la contrainte physique. Cependant le risque toxique reste élevé par le soulèvement de débris, de suies et de contaminants se dispersant dans l'air.

II.1.6. Le reconditionnement

Le reconditionnement est essentiel pour maintenir une capacité opérationnelle optimale des équipes et du matériel. Une fois l'intervention terminée, les pompiers peuvent être appelés sur d'autres interventions qui nécessiteront toute leur vigilance.

À la fin de l'intervention, les sapeurs-pompiers doivent s'hydrater et manger, en effet ils fournissent des efforts importants avec une contrainte cardiaque réelle dans une atmosphère confinée à l'origine de déshydratation.

Le nettoyage des EPI et du matériel est recommandé sur les lieux de l'intervention pour empêcher une contamination du véhicule et une exposition supplémentaire des sapeurs-pompiers.

La remise en état de l'engin est assurée avant de rentrer en caserne quand les conditions le permettent. Le matériel est également analysé en vue de répertorier et remplacer ceux qui peuvent l'être. Le nettoyage du matériel est effectué sur place pour être rangé dans le véhicule.

Lors du reconditionnement, les pompiers nettoient le matériel sans protection respiratoire, les particules déposées sur celui-ci sont répandues dans l'air et sont inhalées et ingérées. C'est une période à risque élevé avec différentes voies d'absorption possibles.

II.1.7. La surveillance

Il s'agit de maintenir sur les lieux du sinistre des équipes et du matériel pour éviter la reprise du feu à partir de points chauds.

Comme pour le reconditionnement, des particules toxiques émanant du feu éteint sont en suspension dans l'air et contaminent les équipiers sur place non équipés de protection respiratoire.

II.2. Les différents types d'incendies

Le feu est un processus de combustion, lui-même défini par une réaction mettant en jeu trois éléments indispensables : le comburant, le combustible et un apport d'énergie. Ce modèle est bien souvent schématisé par ce que l'on appelle le triangle du feu. A travers ce dernier, on comprend que les trois éléments doivent subsister pour pérenniser le développement d'un feu.

La connaissance du feu et de ses indicateurs est d'une aide précieuse pour anticiper l'évolution possible d'un incendie et des risques associés, mais elle n'est pas suffisante. L'analyse des risques doit prendre en compte l'environnement dans lequel il se produit.

Il existe plusieurs types d'incendie qui diffèrent par la composition des fumées (combustibles différents), par leur technique d'attaque (différents engins et techniques d'approche), par les produits utilisés pour l'extinction (feux industriels notamment) et par les tenues de protection.

Tous les incendies ont des risques communs, mais également des risques spécifiques qu'il est important de prendre en compte sur le plan de la prévention.

II.2.1. Les feux urbains

La complexité des feux urbains réside dans la diversité des matériaux impliqués dans une période où les dérivés à base de pétrole sont nombreux depuis les années 1950(41).

Le mode de construction est fondamental pour orienter les choix méthodologiques et les

techniques d'intervention.

Lors de feux urbains, les sapeurs-pompiers revêtent une tenue adaptée.

Les véhicules adaptés à ces interventions sont :

- le fourgon pompe tonne (FPT) contient un équipage de 4 à 8 personnes. La citerne appelée « tonne », peut contenir jusqu'à 6000 litres d'eau, son alimentation se fait par une bouche, par un engin porteur d'eau ou bien par le pompage dans une source présente sur le lieu (piscine, lac..),
- un moto pompe remorquable qui alimente les engins en eau,
- un bras élévateur articulé (BEA), c'est une échelle pivotante permettant d'atteindre entre 24 et 32 mètres de hauteur assurant ainsi le sauvetage de personnes lors d'incendie d'immeuble par l'extérieur,
- une échelle pivotante automatique (EPA) : c'est un véhicule équipé d'une échelle rabattable mesurant 24 ou 30 mètres de long. Elle dispose d'une nacelle à son extrémité équipée d'un interphone pour communiquer avec les équipiers au sol. Avant le déploiement de l'échelle, le véhicule doit être stabilisé au sol. Elle peut être utilisée pour plusieurs types de missions : l'attaque d'un feu par le haut, un sauvetage dans les étages ou bien l'acheminement de matériel pour des opérations diverses en hauteur.

II.2.2. Les feux de forêts

Les pompiers sont équipés d'une tenue de feu comme pour les feux urbains en dehors de l'appareil respiratoire isolant qui manque.

Dans le SDIS de la Gironde et d'autres départements de la région Nouvelle Aquitaine, le feu est attaqué avec un véhicule disposant d'une lance depuis la cabine, permettant aux pompiers de se déplacer plus rapidement.

Le véhicule impliqué dans ce cas est le camion-citerne feux de forêts (CCF).

Le CCF peut contenir entre 2.000 et 13.000 litres d'eau. Il est utilisé pour les missions

d'extinction de feux de forêts.

De la même manière que le fourgon pompe-tonne, le camion-citerne feux de forêts peut se ravitailler en pompant dans n'importe quel point d'eau.

En Gironde, deux sapeurs-pompiers prennent place à bord du CCF : le conducteur et un équipier.

L'agrès est représenté par l'unité feu de forêt qui comprend un CCF 6000 litres (ou deux CCF de 3000 litres) et un véhicule léger hors route (VLHR) dans lequel se trouve le chef d'agrès.

II.2.3. Les feux industriels

Les services de lutte et de prévention de l'incendie établissent des cartographies afin d'identifier les zones en fonction du degré de risque potentiel.

Les incendies industriels comprennent les feux d'usines, d'entrepôts industriels ou agricoles, de grandes surfaces commerciales, de déchets et de véhicules de transport de matières dangereuses.

La directive Seveso impose d'identifier les sites industriels à risque pour y maintenir un haut niveau de prévention. Les sites Seveso produisent ou stockent des substances potentiellement dangereuses pour l'homme et l'environnement. Ces sites sont soumis à une réglementation afin de prévenir les risques d'accident et en limiter les conséquences.

Le risque lors d'incendies et explosions d'origine industrielle est de ne pas connaître les sources potentiellement toxiques.

Il existe alors des unités spécialisées parmi les pompiers qui interviendront en fonction des risques identifiés. Cette unité de pompiers est vêtue d'une tenue spécifique pour les protéger des différentes substances chimiques.

Le liquide d'extinction utilisé diffère de celui des autres feux, en effet un agent moussant est préféré pour les feux d'hydrocarbures et de produits chimiques car l'eau est inefficace. Le produit supprime l'accès à l'oxygène et refroidit le feu(11).

II.3. Les fumées d'incendie

La lutte contre l'incendie a connu de nombreuses évolutions ces dernières années tant par l'émergence ou la modification des risques (matériaux de construction, nouvelles technologies) que par le développement de nouvelles méthodes et de nouveaux outils.

II.3.1. La composition des fumées

Dans les fumées de combustion, plus de 200 composés différents peuvent être identifiés.

Lors d'un incendie, les fumées de combustion sont chargées de nombreuses particules gazeuses, solides ou liquides en suspension avec un potentiel toxique pouvant être classées en différentes catégories(43) :

- les composés asphyxiants : cyanures, hydrogène sulfuré, oxydes de carbone agissent par la consommation de l'oxygène ambiant, diminuant par cela la fraction d'oxygène inspiratoire. Cette altération provoque une dépression du système nerveux central.
- les composés irritants : chlore, aldéhydes, dérivés d'azote provoquant des lésions caustiques des muqueuses, particulièrement des voies aériennes supérieures et inférieures par contact direct. Les composés carbonés (acroléine, formaldéhyde, butyraldéhyde) quant à eux proviennent de la dégradation des végétaux (bois, coton papiers).
- les composés à toxicité spécifique : ces composés ont des effets cancérigènes, mutagènes ou allergisants. Ils sont généralement formés en faible quantité et ne conduisent généralement pas à des effets aigus mais peuvent engendrer des effets toxiques à distance (benzène, dioxine, dibenzofurane...).

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé plusieurs substances retrouvées dans les fumées d'incendie comme cancérigènes avérés telles l'amiante, le benzène, le formaldéhyde, le benzo-a-pyrène...etc

Les pompiers sont protégés de ces effets toxiques grâce à l'utilisation d'un Appareil Respiratoire Isolant (ARI) adapté.

La toxicité est directement liée aux produits impliqués dans l'incendie et aux conditions de leur dégradation thermique selon deux procédés :

- la combustion correspondant à l'oxydation d'un combustible
- la pyrolyse qui est la décomposition sous l'effet de la chaleur (au-delà de 500°) de l'état solide à gazeux.

II.3.2. La toxicité aiguë des fumées

Lors d'un incendie, l'oxygène est consommé par la combustion des matériaux. Dans un espace confiné, sa chute peut être rapide en quelques minutes seulement. Ceci entraîne une altération de la fraction d'oxygène inspiratoire (FIO₂) qui conditionne le fonctionnement du cerveau et va provoquer une incoordination motrice empêchant la personne de réagir convenablement.

L'inhalation de fumées est à l'origine de deux syndromes toxiques :

- le syndrome de déprivation en oxygène et d'intoxication par les gaz asphyxiants,
- le syndrome d'intoxication par les gaz irritants.

L'effet des inhalations de fumées toxiques dépend de l'intensité, de la durée de l'exposition et de la nature du toxique en cause.

Les composants asphyxiants créent une anoxie par différentes voies, parmi eux on retrouve le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone et l'acide cyanhydrique.

Ce sont les gaz les plus dangereux, ils sont souvent les sources d'émissions toxiques responsables des décès.

La formation de monoxyde de carbone (CO) est rapide dans les incendies. La toxicité réside

dans la diminution du transport d'oxygène jusqu'aux organes. Le CO forme avec l'hémoglobine un complexe, la carboxyhémoglobine qui empêche la liaison de l'oxygène. A noter que les agents fumeurs ont une part de carboxyhémoglobine due à leur consommation. Le CO passe la barrière fœto-maternelle et représente un risque pour les femmes enceintes en raison de sa foetotoxicité.

Le dioxyde de carbone (CO₂) correspond à une part importante des constituants des fumées. Il agit par hyperventilation et augmentation du volume courant de la respiration : 2% de CO₂ dans l'air inspiré entraîne une augmentation de la ventilation par minute de 50%. Le CO₂ est donc un facteur favorisant à l'incorporation des suies et autres toxiques en augmentant la ventilation.

L'acide cyanhydrique (HCN) et les cyanures sont retrouvés dans les polymères naturels comme la soie ou la laine ou essentiellement synthétiques comme les plastiques. Ces constituants sont retrouvés au domicile (canapés, rideaux, revêtements de sol et mur, laines de verre, isolants et les plastiques constituant les appareils électroménagers).

Ces produits vont empêcher la respiration cellulaire en inhibant la chaîne respiratoire intracellulaire. La toxicité cardiaque est importante (troubles du rythme, syndromes coronariens et arrêts cardiaques).

Les composants irritants provoquent des irritations des muqueuses dont les voies aériennes supérieures et inférieures. Des brûlures thermiques ou chimiques peuvent provoquer une bronchoconstriction réflexe du poumon qui diminue la capacité respiratoire et augmente la fatigue pouvant générer un œdème aigu du poumon.

Les composés à toxicité spécifique ont des effets propres à chacun, leurs effets peuvent être reprotoxiques, cancérigènes, allergisants, mutagènes, neurotoxiques...etc.

Cette catégorie regroupe une multitude de substances parmi lesquels le benzène, les dioxines, l'amiante, l'arsenic. Les effets de certains de ces toxiques proviennent bien souvent d'une exposition chronique.

Les constituants des fumées d'incendie peuvent contaminer les pompiers par la voie respiratoire

mais également par la voie percutanée ou digestive (par le biais de mains souillées, d'aliments contaminés ou bien de poussières inhalées). Les substances vont alors se déposer sur les tenues, les équipements et le matériel contribuant à de multiples possibilités de contamination.

Contaminants fréquents de l'incendie et leurs effets toxiques

Asphyxiants chimiques	Irritants/corrosifs	Autres effets (autres que cancérogènes)
Monoxyde de carbone	Chlorure d'hydrogène	Isocyanates (allergènes)
Cyanure d'hydrogène	Chlore	Benzène (neurotoxique, mutagène, etc.)
Sulfure d'hydrogène	Dioxyde de soufre	Toluène (embryotoxique)
Dioxyde de carbone	Ammoniac	Acrylonitrile (atteinte spermatique)
	Acroléine	Xylènes (embryotoxiques)
	Glutaraldéhyde	Glutaraldéhyde (sensibilisant)
	Dioxyde d'azote	Formaldéhyde (mutagène)
	Phénol	Mercuré (neurotoxique)
	Benzonitrile	Crotonaldéhyde (sensibilisant cutané)
	Acétone	Amiante (amiantose)
	Sulfure d'hydrogène	Arsenic (maladies cérébrovasculaires, etc.)
	Bromure d'hydrogène	Diisocyanate de toluène (TDI) (sensibilisant respiratoire)
	Acide formique	Cobalt (sensibilisant respiratoire, ashtme, etc.)

Source : REPTOX, 2016

II.3.3. La toxicité chronique des fumées

Les contaminants de la fumée d'incendie peuvent engendrer des effets qui sont encore mal connus et imprévisibles, un effet cumulatif voire un effet synergique est probable.

Il est compliqué de mesurer l'impact de la toxicité de la fumée sur la santé car la plupart des effets sont à distance de l'exposition.

Trois grands effets peuvent se manifester après de multiples expositions sur plusieurs années : les cardiopathies, les pneumopathies et les cancers.

Les études mettent en évidence un risque de développement de maladies cardiovasculaires accru par la combinaison d'une exposition à des substances cardiotoxiques avec un niveau d'activité cardiaque important.

L'exposition à des substances irritantes peut être responsable d'une diminution de la fonction

pulmonaire et du développement de maladies pulmonaires chroniques(12).

Il y a également des substances cancérigènes.

Déjà en 1775, le cancer du scrotum des ramoneurs de Londres a été le premier cancer professionnel à être reconnu. Il était dû à l'absorption cutanée des HAPs par le biais des frottements de la corde utilisée pour descendre dans les conduits de cheminée.

Le métier de pompier, fort d'une culture du dévouement, a connu une période où la santé de ces intervenants était reléguée au second plan au profit de leur mission.

Différentes études ont peu à peu mis en lumière une fréquence plus élevée de certains cancers chez les pompiers comparée à la population générale(13–16).

Selon les études, différentes localisations de cancers sont retrouvées.

Masters et al. (2006) a réalisé une méta-analyse de 32 études révélant les cancers les plus fréquents dans la profession de pompier (17). On retrouve par ordre de fréquence :

- le cancer des testicules
- le myélome multiple
- le cancer de la peau
- le mélanome malin
- le cancer du cerveau
- le cancer de la prostate
- le cancer du côlon
- la leucémie

En 2007, le CIRC déclare que la profession de sapeur-pompier doit être classée dans la catégorie 2B (possiblement cancérogène) à défaut de disposer de suffisamment de preuves significatives dans la littérature faisant le lien avec la survenue de cancer et l'exposition notamment avec le Benzo-a-Pyrène (BaP).

En 2015, le CIRC a classé les contaminants les plus fréquents dans un incendie. Ils sont classés selon leur pouvoir cancérigène connu isolément.

On retrouve des contaminants repérés comme étant cancérigènes avérés (cancérigènes de type 1), d'autres sont classés comme cancérigènes probables (cancérigènes de type 2A) et certains comme cancérigènes possibles (cancérigènes de type 2B).

Contaminants fréquents de l'incendie : cancérigènes

Cancérigènes 1 : avérés	Cancérigènes 2A : probables	Cancérigènes 2B : possibles
Suie	Créosotes	Acrylonitrile
Benzo[a]pyrène (HAP)	Éthylbenzène	11 HAP différents
Benzène	Cyclopenta[c,d]pyrène (HAP)	Naphtalène (HAP volatile)
Particules	Dibenz[a,h]anthracène (HAP)	Furane
Formaldéhyde	Dibenzo[a,i]pyrène (HAP)	Hexachlorobenzène
Émanations diesel	Fumée de bois	Silice (fibres)
Dioxines	Plomb	Styrène
Arsenic	Téflon (PTFE)	Acrylonitrile
Amiante	Tétrachloroéthylène	Acétaldéhyde
Silice (poussière)	Éthylcarbamate (uréthane)	Diisocyanate de toluène (TDI)
Cadmium	Dichlorométhane	Méthylmercure et ses composés organiques
1,3-butadiène		Cobalt
Oxyde d'éthylène		
Chlorure de vinyle		
Tichloroéthylène (TCE)		

Source : CIRC, vol.1-112, 2015

Les cancers les plus redoutés comme ayant un lien avec la profession de pompier sont le lymphome non hodgkinien, le cancer de la prostate et le cancer des testicules.

La catastrophe du 11 septembre 2001 a été un évènement marquant conduisant à une prise de conscience massive de l'existence d'une corrélation entre la profession de sapeur-pompier et la survenue de maladies voire de cancers. Des études se sont alors multipliées par la suite (18,19).

Le rapport de la Caisse Nationale de Retraite des Agents des Collectivités Locales (CNRACL) évoque une tendance à la surmortalité par cancers chez les sapeurs-pompiers. Le cancer est la première cause de décès retrouvée chez les pompiers (45%).

On retrouve une sous mortalité du personnel à l'engagement, probablement dû au mode de recrutement, mais une surmortalité à partir de 60 ans comparativement à la mortalité par cancers de la population générale(20). Les cancers mis en évidence sont le cancer broncho-pulmonaire, cancer le plus représenté, le cancer des lèvres, le cancer hépatique et biliaire, le cancer du pancréas et celui des tissus lymphatiques.

Les localisations différentes de cancers retrouvés dans les études précédentes ne permettent pas d'affirmer un risque spécifique lié à la profession.

On sait que l'apparition des cancers est multifactorielle (environnementale, génétique, concentration des contaminants, la voie d'absorption, la durée d'exposition...etc.) et la présence d'un nombre important de substances mélangées ne permettent pas de relier directement la survenue d'un cancer avec une exposition précise(21).

La conduite préventive vis-à-vis des risques reste une démarche à adopter en attendant de disposer des connaissances nécessaires pour une évaluation précise du lien entre la survenue des cancers et le métier de pompier.

La prise en compte des effets chroniques pendant et après les interventions de lutte contre le feu doivent inciter à une évolution des procédures ainsi qu'à la poursuite des études concernant un lien entre l'exposition des contaminants du feu et le développement de cancers(22).

II.4. Les moyens de prévention

Dans la démarche de prévention, il est impossible de supprimer totalement les risques en raison du caractère même de la mission du sapeur-pompier. En revanche, le COS, conseillé par des professionnels de santé du SSSM, fait en sorte de diminuer au maximum l'exposition des sapeurs-pompier. Enfin, les SP qui sont engagés sur l'incendie disposent d'EPI adaptés aux risques.

II.4.1. Le zonage

Les sapeurs-pompiers connaissent des situations de travail complexes et évolutives.

Leurs missions ne permettent pas de supprimer les risques auxquels ils sont confrontés.

L'exposition aux toxiques et la diminution du risque est possible sur intervention feu par l'établissement d'un zonage.

Le zonage est délimité par le COS dès son arrivée en 4 zones fonctionnelles pour assurer la sécurité des victimes et des pompiers. Elle définit différents niveaux de risques et différents niveaux de protection.

Les 3 zones sont :

- La zone d'exclusion : elle est située au plus près de l'incendie et n'est pas sécurisée. L'entrée dans cet espace se fait sur autorisation du responsable de la zone car le danger est constant. Les intervenants sont équipés d'une protection respiratoire.
- La zone contrôlée : le niveau de risque correspond au maximum acceptable, la coordination de l'engagement y est réalisée
- La zone de soutien : le risque y est restreint, et on y trouve les personnels non engagés, les matériels, le commandement, le soutien sanitaire opérationnel. Le port de protection respiratoire n'est pas recommandé

Les zones sont adaptées régulièrement à la situation opérationnelle ainsi qu'à l'environnement de travail.

Une fois que l'agent est exposé aux fumées, les EPI sont alors utilisés comme dernier rempart de protection face aux risques.

II.4.2. Les équipements de protections individuelle (EPI)

Les équipements de protection individuelle se composent d'une tenue qui diffère selon la nature des interventions(10).

La tenue de feu est un équipement technique individuel utilisée lors des interventions sur les incendies, les pompiers interviennent en tenue de feu complète définie par l'arrêté du 8 avril 2015 relatif à l'habillement des sapeurs-pompiers(23). C'est un équipement de protection individuel qui nécessite le recours à un contrôle croisé (contrôle du port des équipements par un équipier avant un engagement sur feu) afin de s'assurer d'un port garantissant une protection optimale.

La tenue de feu se compose :

- d'un pantalon de feu,
- d'une veste de feu,
- d'une paire de gants type C « incendie », ils sont généralement munis de 3 couches textiles. Ils sont exposés d'une manière directe aux contaminants en plus des fumées. La contamination à ce niveau peut être jusqu'à 100 fois supérieure aux autres composants de l'EPI. On remarque également une perturbation localisée de la thermorégulation favorisant la pénétration des toxiques.
- une cagoule de protection, elle est constituée de deux couches de textile ce qui permet le passage de contaminants de faible dimension au niveau d'une zone où la peau est fine (passage facilité par absorption). C'est un matériel présentant une fragilité de la barrière que constitue les EPI.
- d'une paire de chaussures type C « incendie »,
- d'un casque,
- d'un appareil respiratoire isolant (ARI) : circuit ouvert ou fermé, constitué d'un masque, une bouteille d'air avec un tuyau de raccordement.



II.4.3. La décontamination

Un nettoyage adéquat des EPI et du matériel est préconisé sur les lieux des opérations, afin de limiter tout transfert dans le véhicule et exposition des sapeurs-pompiers(24).

Selon le degré de souillure des tenues, les agents doivent s'occuper de la décontamination qui est faite à l'aide d'une brosse, d'eau savonneuse ou bien si cette étape est impossible les EPI sont emballés avant l'envoi à la centrale de nettoyage.

Le déshabillage des personnels doit être réalisée avec une protection respiratoire (masque FFP3, masque à cartouche filtrante ou ARI), oculaire et cutanée adaptées au niveau de souillure et des gants à usage unique.

Un lavage des mains et des effets chaussants doit être effectué avant de rentrer dans le véhicule.

Les pratiques de nettoyage et de décontamination insuffisants du matériel et du personnel augmentent la durée d'exposition aux toxiques et le risque de contamination.

II.4.4. Le Soutien sanitaire aux opérations (SSO)

Lors des interventions le SSSM est mobilisé afin de surveiller l'état de santé des pompiers et d'évaluer les risques auxquels ils sont soumis afin d'en diminuer le nombre ou leurs conséquences.

Le SSO est composé d'un infirmier et/ou d'un médecin et selon la nature et la gravité de l'intervention, d'un psychologue, un vétérinaire ou un pharmacien.

Le personnel du SSO dispose d'un véhicule avec le matériel nécessaire et notamment un EPI adapté.

Une évaluation préliminaire des risques présents est effectuée pour, si besoin, proposer au COS des conseils de prévention pour diminuer l'exposition aux risques et limiter les conséquences de cette exposition.

L'évaluation est régulièrement renouvelée durant l'opération.

Les déclenchements du SSO sont codifiés, ils peuvent être réalisés en systématique lors de situations à fort risque, ou bien activés par le CTA ou le CODIS en fonction des difficultés rencontrées sur le terrain par les pompiers.

Le SSO suit la marche générale des opérations et a pour objectif principal d'assurer une surveillance ainsi qu'une remise en condition des pompiers. Pour cela, certains paramètres sont vérifiés :

- les besoins énergétiques et hydriques,
- la gestion de la fatigue,
- l'hygiène générale,
- la surveillance des bonnes pratiques (déshabillage, décontamination).

En cas de besoin, une dispensation de soins d'urgence est réalisée, un dépistage en cas notamment de coup de chaleur ou d'exposition au monoxyde de carbone.

Si le Médecin ou l'infirmier Sapeur-Pompier (MSP ou ISP) du SSO estime que les conditions représentent un risque pour la santé de l'agent, il en informe le COS qui décide de l'engagement ou non des équipes.

Lors d'une intervention sur incendie, la zone de mise en place du SSO va se situer au niveau de la zone de soutien afin de respecter le périmètre de sécurité. Cependant ils peuvent être sollicités et intervenir en dehors de cette zone pour aller au contact des sapeurs-pompiers sortant d'un engagement.

II.4.5. Le circuit des EPI post-intervention

Une fois arrivée en caserne, les EPI sont retirés puis les pompiers vont se laver avec une douche froide pour se changer et porter une tenue non contaminée.

Les EPI emballés sur intervention car trop souillés pour être nettoyés sont envoyés dans un circuit de nettoyage équipés de machines à laver spécialement conçues pour retirer les dépôts toxiques présents sur les tenues.

Une fois la tenue envoyée, le pompier va recevoir une tenue de rechange en attendant le nettoyage de celle souillée.

Le détail de la procédure est abordé dans la partie V.

II.4.6. Le suivi médical

Dans le cadre de l'aptitude à être SP, les agents sont vus en visites annuellement.

L'interrogatoire et l'examen sont orientés en fonction de leur exposition et de leurs antécédents médico-chirurgicaux.

Les visites médicales sont une occasion de dépister et de prévenir les conséquences des risques auxquelles sont exposés les pompiers.

Afin de les préserver eux et leur collectif de travail, une inaptitude opérationnelle peut être prononcée par le médecin sapeur-pompier si leur état de santé est incompatible avec leur poste de travail.

II.5. Résumé – Les missions incendie des SP

- Il est établi une procédure d'intervention respectant la marche générale des opérations qui est composée d'étapes successives : la reconnaissance, le sauvetage, l'attaque, la protection, le déblai, le reconditionnement et enfin la surveillance.
- Les missions incendie exposent les pompiers à diverses conditions qui les obligent à s'adapter et à connaître leur environnement pour intervenir sur différents types de feux : feux urbains, feux de forêts, feux industriels.
- Les sapeurs-pompiers se retrouvent confrontés à des contraintes et à des risques majeurs.
- L'exposition aux fumées d'incendie est un risque évident et bien connu en ce qui concerne la toxicité aiguë, mais dont les effets sur le long terme ont été peu étudiés à ce jour.
- Les fumées comportent plus de 200 composants dont la plupart sont connus pour leurs effets cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction. Le CIRC a classé la profession de pompier en 2B possiblement cancérigène à défaut de disposer de suffisamment de preuves significatives dans la littérature.
- De nombreuses études s'accordent pour dire que les effets toxiques aigus sont réels et évitables par l'utilisation des protections respiratoires. En revanche, la prise en compte de la toxicité chronique justifie une évolution des procédures. Les voies de contamination sont multiples (respiratoires, cutanées, digestives) et ces effets peuvent se produire de manière retardée par rapport à l'exposition initiale (déshabillage, stockage des EPI, absence de décontamination cutanée).
- Les moyens de prévention existant comprennent :
 - le zonage (limite le risque d'exposition aux fumées),
 - leur EPI (limitent les conséquences de l'exposition),
 - le SSO qui permet de suivre les agents sur le terrain en analysant les risques en vue de les limiter,
 - le suivi médical et le suivi post-professionnel,

- la décontamination de leur EPI se fait selon leur degré de souillure. Il peut selon l'état être envoyé dans un circuit de nettoyage pour décontaminer leur tenue afin de limiter la contamination dans l'ensemble de la caserne.

III. La formation en centre d'observation et d'étude des phénomènes thermiques (COEPT)

L'attaque d'un feu ne peut se faire sans une connaissance pointue des techniques d'intervention concernant la combustion, les modes de transfert de la chaleur, la résistance des matériaux et des structures, les différentes techniques de ventilation, les conditions d'apparition des phénomènes thermiques, les risques pour la santé et la sécurité...etc.

La formation théorique des pompiers est donc indispensable mais insuffisante car la compréhension d'un feu exige une connaissance qui ne peut s'acquérir qu'au travers de la pratique.

On remarque en effet qu'avec l'expérience, les signes d'un phénomène sont distingués plus rapidement voire anticipés.

Les caissons d'entraînement représentent des outils d'entraînement de mise en situation réelle sécurisée où différents scénarios peuvent être travaillés. A cette occasion, les pompiers peuvent se familiariser avec les contraintes de leur métier : le port de l'ARI, le travail en équipe, l'effort dans une ambiance chaude, l'atténuation des perceptions sensorielles et le stress.

Selon l'article L4121-1, l'employeur prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs. Ces mesures comprennent notamment des actions de prévention.

III.1. Généralités

Les pompiers bénéficient d'une formation initiale comprenant un module de secours à la personne puis un autre sur le port de l'ARI et ensuite ils peuvent participer à la formation incendie.

Si la mise en œuvre de ces modules peut s'intégrer dans les formations des SPP (initiale et continue), il n'en est pas de même pour les formations des SPV ou la gestion des formations est plus délicate en parallèle de leur profession.

Les conditions pour assister à cette formation sont :

- d'être déclaré apte opérationnel par la médecine de prévention,
- d'être titulaire du module Equipier Incendie,
- d'être à jour de sa formation au port d'ARI.

Lors des séances de formation, des rappels théoriques ainsi que des outils à taille réduite permettent de reproduire les phénomènes thermiques et leurs signes précurseurs, alors que la perception sensorielle ainsi que l'approche opérationnelle ne peuvent être appréhendées qu'au moyen des outils de simulation à taille réelle.

Les rappels théoriques incluent :

- une observation des phases de développement d'un incendie,
- une vérification d'une lecture du feu adéquate,
- l'observation de la réaction du feu et des fumées suite à la manipulation d'ouvrants,
- l'application des différentes techniques de lances,
- le traitement d'un feu en espace clos,
- la participation à la sécurité du binôme.

Conçus avec des containers maritimes, les caissons permettent de reproduire les conditions de déclenchement des phénomènes thermiques appelés flashover et backdraft.

Il existe une grande hétérogénéité des pratiques durant l'ensemble des manœuvres dans le caisson sur l'ensemble des SDIS.

Le type même, et la configuration des caissons varient selon les centres de formation.

Afin de mieux former les pompiers, les centres de formation se sont équipés avec des caissons d'observation et d'étude des phénomènes thermiques (COEPT). Les pompiers peuvent ainsi évoluer à proximité du feu au sein de caisson et s'entraîner à la pratique de techniques de progression et de lutte contre l'incendie.

Certaines installations de simulation combinent plusieurs espaces de progression afin de s'approcher d'un scénario réaliste.

Certains centres procèdent à un balayage manuel, immédiatement ou à distance du brûlage.

Les produits de la combustion sont variables selon les équipements et l'entraînement choisis. La combustion classique est réalisée avec différents combustibles en fonction des centres :

carton, palettes, chutes de bois, bois agglomérés...

III.2. Évolution dans l'Histoire

III.2.1. A l'étranger

La fréquence et la gravité des accidents chez les pompiers lors d'attaque du feu ont incité à la mise au point de caissons d'observation et d'entraînement spécifiques dans les années 1970 et 1980.

En 1973, à la demande du président Richard Nixon, un rapport, l'American Burning, a été rédigé par la Commission nationale de prévention et de contrôle des incendies pour évaluer les pertes liées aux incendies aux États-Unis. Elle émet des recommandations dans le but d'augmenter la sécurité des citoyens et du personnel de lutte contre les incendies.

Cette étude évoque les pistes d'amélioration pour diminuer le nombre de personnes victimes d'incendie, la formation étant jugée insatisfaisante et non adaptée. Des mesures ont été prises afin de répondre aux recommandations, la mise en place progressive au sein des casernes de containers maritimes aménagés est apparue quelques années plus tard.

Malgré tout aux États-Unis, le recours aux outils de type caisson n'est pas généralisé comme en Europe. Il est fréquent d'utiliser des habitations ou des appartements voués à la destruction pour les brûler dans le cadre de la formation pompier.

En Suède, c'est en 1982 après le décès de deux sapeurs-pompiers suédois que l'état commence à rechercher un outil permettant de mieux connaître les phénomènes thermiques.

Ce concept s'est ensuite répandu dans d'autres pays.

A la fin des années 1980, le pompier anglais John Taylor, qui a assisté à une formation en Suède, a convaincu ses collègues du bien-fondé de ce dispositif.

Depuis, les écoles de pompiers anglaises sont équipées de containers parfois même certains plateaux techniques comptent jusqu'à 100 containers pour recréer de véritables usines ou bateaux, comme par exemple dans une école du feu à Moreton in March.

Un certain nombre de pays ont choisi des plateaux techniques avec des maisons à feu, ou bien se sont préférentiellement tournés vers des outils de simulation informatisés plus complexes, comme par exemple au Canada.

La Belgique a très longtemps été exclusivement théorique dans la formation de ses pompiers, depuis 2004, la pratique a été peu à peu introduite.

III.2.2. En France

Le centre d'observation et d'étude des phénomènes thermiques (COEPT) est un outil pédagogique de formation et d'entraînement utilisé au sein des services départementaux d'incendie et de secours (SDIS).

L'exploitation de ce dispositif se développe depuis 1986 en France dans le cadre de la formation initiale et continue.

Suite aux accidents de 2002 à la brigade de sapeurs-pompiers de Paris (BSPP) après la mort de 5 sapeurs-pompiers, le ministre de l'Intérieur a confié au colonel Christian Pourny, chef de l'Inspection de la sécurité civile, l'étude de l'ensemble des missions accidentogènes confiées aux sapeurs-pompiers (feux de forêts, circulation, opérations diverses, incendies, violences urbaines...) et de faire des propositions pour améliorer la sécurité des intervenants (culture de sécurité au sein des SDIS, santé, transmissions,...)(25).

Ce rapport «Pourny», réalisé fin 2003 dresse le constat du retard de la France, puis énonce dans un deuxième temps quatre grands domaines pouvant être améliorés.

Il rapporte qu'il est nécessaire de former et d'entraîner les personnels par des mises en situation en installant des modules d'entraînement qui permettraient aux sapeurs-pompiers de se préparer aux conditions qu'ils sont amenés à rencontrer : les flammes, la chaleur, la fumée entre autres.

Dans sa conclusion, le rapport indique que « l'amélioration de la sécurité des sapeurs-pompiers devait indéniablement passer par [...] une amélioration technique des matériels dans leur environnement ».

La Circulaire du 06 octobre 2003(26) portant sur « les exercices avec feux réels » fixe, par différentes mesures de sécurité, les conditions à appliquer pour la mise en place d'un dispositif de formation.

Suite à la diffusion de cette circulaire, plusieurs départements ont mis en place des procédures et protocoles plus stricts qu'auparavant afin de poursuivre la réalisation d'exercices sur feux réels dans les meilleures conditions de sécurité.

Le rapport Pourny a permis une prise de conscience avec la mise en place de mesures recommandées. La culture de la sécurité s'étend peu à peu à un plus grand nombre de pompiers.

Une volonté d'améliorer la qualité de formation émane avec le temps avec une plus grande attention sur la prévention notamment la sécurité des pompiers.

Préserver la santé et la sécurité des agents dans l'accomplissement de leur mission est devenu un enjeu fort pour les Services départementaux d'incendie et de secours (SDIS) ces dernières années.

Il est à mentionner également que les évolutions constantes dans le bâtiment, l'électronique et autres obligent à une adaptation des techniques et du matériels de lutte, mais aussi les méthodes d'enseignement car la connaissance des phénomènes permet une plus grande adaptabilité.

III.3. Objectifs

L'utilisation grandissante de matériaux de synthèse dans la construction et dans notre vie quotidienne (par ex. isolants thermiques avec retardateur de flamme) influent sur l'apparition de phénomènes thermiques dangereux appelés explosion de fumées ou en anglais, backdraft (en photo ci-dessous) et embrasement généralisé éclair soit en anglais flash-over. Ces

phénomènes sont à l'origine d'un grand nombre d'accidents mortels chez les pompiers, leur connaissance et leur anticipation est primordiale.



Afin de réagir efficacement sur intervention, les pompiers bénéficient d'une formation initiale.

L'objectif est de donner aux pompiers la capacité d'affronter les interventions dans de meilleures conditions de sécurité et de préparation.

Grâce à cette formation, les intervenants acquièrent les connaissances et développent des compétences dans la lecture du feu, afin de reconnaître les signes annonciateurs de ces phénomènes (roll-over) ainsi que les techniques de lutte adéquates. Ils disposent alors des outils nécessaires pour s'adapter lors des missions opérationnelles en anticipant et en analysant le feu afin d'adapter leurs réactions.

L'approche pédagogique et l'entraînement sur feu réel demeurent des outils essentiels à la découverte du feu et permettent de se construire une expérience pour traiter des situations rares ou inhabituelles, mais aussi pour acquérir des compétences nécessaires au traitement efficace de situations routinières.

L'intérêt consiste à intégrer une maîtrise de différents éléments tels que l'équipement, la

communication en équipe, la gestion des paramètres physiques et psychologiques, dans des conditions plus proches des conditions réelles.

III.4. En Gironde

Le COEPT de Gironde est situé à Bassens (33), il dispose d'un plateau technique composé :

- d'un caisson d'attaque : c'est un container maritime avec un plancher renforcé, dédié à la formation des techniques de lance sur feu réel.

Il est exploité pour l'observation du développement d'un feu en début de séquence, la comparaison d'efficacité entre les différentes lances ainsi que la mise en œuvre des attaques.

L'encadrement de cet atelier dure 2h00 et peut accueillir jusqu'à 12 stagiaires.

- d'un caisson simple niveau : c'est un container maritime, modifié pour une utilisation avec feu réel, les stagiaires travaillent à l'intérieur pendant toute la session.

Ils peuvent observer le développement du feu, l'apparition des signes imminents de phénomènes thermiques (roll-over). Ils peuvent mettre en œuvre une phase d'attaque et s'entraîner à l'utilisation de différentes techniques d'utilisation de la lance.

- d'un caisson double niveau : il est constitué d'un container maritime isolé thermiquement. Il est nommé « double niveau » en raison de la surélévation de la zone feu, permettant une observation du ciel gazeux plus technique que dans le caisson simple niveau.

Les stagiaires sont à l'intérieur du caisson pendant toute la session.

Ils peuvent observer le développement du feu, l'apparition des signes imminents de phénomènes thermiques (roll-over), mais aussi observer le développement du feu et l'effet des ouvrants sur le feu.

- d'une aire de secours routier composée :

- * d'un espace pratique couvert,
- * d'une zone de découpe,
- * d'une zone de stockage des véhicules d'exercice.

Des cabines et véhicules poids lourds sont utilisables pour la désincarcération et les incendies de véhicules.

- d'une zone de stockage et de découpe des véhicules

Elle permet de stocker les véhicules destinés aux exercices de désincarcération et le rangement des épaves, le plateau dispose de véhicules récents, y compris hybrides, pour la découverte comme pour les manœuvres.

- d'une zone de simulateur feux réels à échelle réduite

Composée de deux postes feux d'hydrocarbures de taille différente et d'un poste feu à bois, cette zone permet aux stagiaires de découvrir le comportement de différentes classes de feux à l'air libre.

Le stagiaire peut s'exercer aux différentes techniques d'extinction.

- d'une toiture surbaissée

Elle permet de former les agents à la technique de progression, de les former au bâchage, au tuilage, avec le matériel adapté de sécurité.

Le plateau technique comprend d'autres espaces d'entraînement non détaillés car ils s'éloignent du sujet de ce travail orienté autour des interventions incendie.

III.5. Les risques chez les formateurs

D'après le rapport sur les impacts et la prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie pour les sapeurs-pompiers de mars 2017 de la CNRACL, il existe environ 500 formateurs

incendie répartis sur l'ensemble des SDIS, ils peuvent être SPV ou SPP.

Les différentes phases de la formation les exposent à des risques à des niveaux différents : la toxicité des fumées, le port de charge avec l'utilisation régulière de l'ARI, le risque cardiovasculaire, la déshydratation.

Ces risques et contraintes ont déjà été abordés précédemment, ils sont majorés chez les formateurs en raison de leur exposition plus importante qu'un pompier en caserne pour lequel les incendies représentent 6 % de son activité totale.

Les études réalisées en caisson ou COEPT font état d'une exposition majorée aux contaminants des fumées, la contamination est dépendante du type de caisson et de son combustible (27).

Glass et al., a étudié le risque de cancer et de mortalité liés au cancer chez les formateurs australiens mais la faible puissance de l'étude ne permet pas d'affirmer les résultats(28).

La configuration de ces caissons, ainsi que les pratiques durant les manœuvres, sont néanmoins très hétérogènes sur l'ensemble des SDIS, même si la circulaire du 6 octobre 2003 vient rappeler les précautions générales de sécurité permettant d'assurer le bon déroulement des exercices à feu réel.

La mise en service de ces outils pédagogiques passe par différentes phases

- si un brûlage a précédé, un nettoyage à froid avec la préparation du foyer,
- la préparation du brûlage consiste à utiliser des produits combustibles. Certains utilisent une combustion à gaz complétée par des fumées froides à base de glycols, d'autres utilisent des palettes non traitées, des plaques de bois agglomérées, ou du bois brut non traité.

Cette étape s'effectue en présence de particules en suspension, parfois sous l'effet de la chaleur résiduelle, avec le port lunettes de travail et d'une protection respiratoire.

- le brûlage avec analyse des phases de développement du feu, lors de l'entraînement en caisson, les sapeurs-pompiers portent un appareil respiratoire isolant individuel en circuit ouvert (ou ARI). L'exposition par voie inhalée est alors associée, sous réserve d'un port correct de

l'équipement, à un risque théorique nul.

- la fin du brûlage avec debriefing à proximité du caisson est généralement effectuée après le retrait de l'ARI.

Les conditions météorologiques (vent, chaleur) influent sur le comportement du feu. En cas de vent fort, la mise en œuvre du simulateur n'est pas possible. La présence de fumées dans le caisson est importante, voulue et observée.

Leur persistance en fin d'exercice et lors des déblais qui sont effectués par les formateurs rend nécessaire le port de protections respiratoires et cutanées, de même contre le relargage de produits toxiques par les équipements et résidus.

Cette augmentation du risque dépend de trois facteurs principaux que sont

- la fréquence (nombre de caissons par semaine),
- la durée,
- l'intensité de cette exposition.

En l'absence de réglementation, leur surveillance médicale n'a pas fait l'objet d'obligations particulières ou de renforcement.

La note 2017 DGSCGC n°154 sur la toxicité chronique des fumées(45) recommande depuis un suivi particulier pour ces formateurs. Cette préconisation a été à nouveau appuyée par le rapport du CNRACL en 2020(29) sur les impacts et prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie.

Dans le guide de doctrine relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie, différents modes de transfert des produits toxiques des fumées sont évoqués, comme l'absorption (définie par la rétention des particules à l'intérieur d'une molécule), l'adsorption (représente le dépôt sur une surface) et la désorption (relargage dans l'air des particules adsorbées par une force mécanique ou contact direct) dont il faut tenir compte.

L'inhalation, l'ingestion, les voies percutanées et la voie oculaire sont les principales voies de pénétration favorisées par la transpiration et potentialisées par les conditions de température et l'humidité de la peau surtout au niveau du cou et du visage où la peau est plus fine.

Dans le cadre de la prévention primaire, le port d'EPI dédiés au caisson avec un protocole et un circuit de décontamination formalisés apparaît indispensable afin de limiter le relargage de particules après exposition. Le port de l'ARI ou de masques FFP3 avec lunettes de protection selon les phases du caisson, sont indispensables.

III.6. Résumé – La formation en COEPT

- La formation théorique des pompiers est indispensable mais insuffisante car la compréhension d'un feu exige une connaissance qui ne peut s'acquérir qu'au travers de la pratique.

- Selon l'article L4121-1, l'employeur prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs. Ces mesures comprennent notamment des actions de prévention.

- Le COEPT est constitué d'un container maritime aménagé où se déroule un feu contrôlé.

- L'intérêt du COEPT consiste à apprendre aux pompiers à maîtriser leurs équipements, à gérer la communication entre équipiers et les paramètres physiques dans des conditions similaires aux interventions incendies réelles.

Avec cette formation, les sapeurs-pompiers étudient la lecture du feu et la reconnaissance des phénomènes thermiques dangereux.

- La fréquence et la gravité des accidents chez les pompiers lors d'attaque du feu ont incité à la mise au point de caissons d'observation et d'entraînement spécifiques dans les années 1970 et 1980.

- L'exploitation de ce dispositif se développe depuis 1986 en France dans le cadre de la formation initiale et continue.

- Après plusieurs accidents meurtriers chez les pompiers en 2002, un rapport nommé rapport « Pourny » est réalisé fin 2003. Il dresse le constat du retard de la France en matière de formation. Il est complété par la circulaire du 6 octobre 2003 qui fixe les conditions de sécurité à la mise en place d'outils de formation aux feux réels. Les SDIS renforce alors la formation des pompiers en créant le COEPT.

- Le COEPT de Gironde est situé à Bassens (33), il dispose d'un plateau technique composé essentiellement d'un caisson d'attaque, d'un caisson simple niveau et d'un caisson double niveau pour permettre une observation du ciel gazeux plus technique.

- Les formateurs du COEPT sont exposés à diverses contraintes et risques similaires aux autres pompiers. Cependant ils sont exposés plus longuement aux fumées et interviennent plus régulièrement lors de phases à risque de contamination.

- Les formateurs ne disposent d'aucune surveillance médicale particulière jusqu'à aujourd'hui mais plusieurs rapports (DGSCGC et CNRACL) insistent sur la nécessité de mettre en place un suivi des formateurs caisson.

IV. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques

Lors d'intervention, les pompiers sont exposés aux fumées de combustion dont la composition varie en fonction de la nature des matières en combustion ainsi qu'à la température du feu.

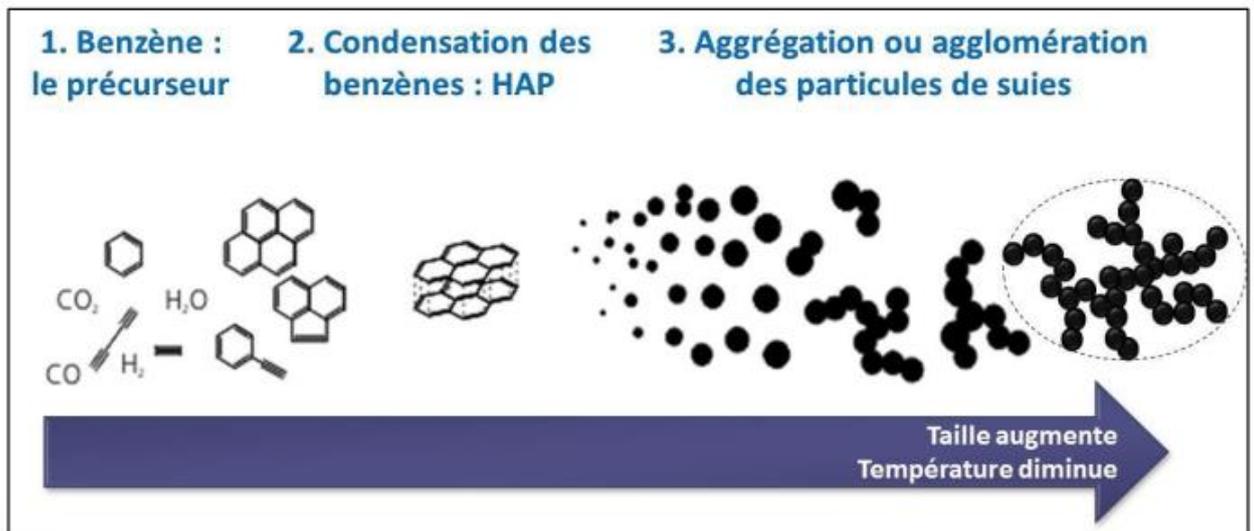
En raison du développement de la pétrochimie, l'exposition aux HAPs est maintenant bien plus importante qu'auparavant. Ces composés sont systématiquement présents dans les fumées, ce sont des polluants ubiquitaires répandus.

IV.1. Généralités

IV.1.1. Les propriétés physico chimiques

Les HAPs sont des composés constitués d'au moins deux noyaux aromatiques formés de carbone et d'hydrogène.

Les molécules de benzènes se condensent pour former des HAPs qui s'agglutinent et forment des particules de suies(30).



Les HAPs forment une famille de plus de 100 composés différents et peuvent être classés en deux catégories :

- les HAPs à bas poids moléculaire comprenant deux à trois cycles aromatiques,
- les HAPs à haut poids moléculaire comportant quatre cycles aromatiques ou plus.

À température ambiante, ils se présentent sous une forme solide et stable chimiquement. Ils sont hydrophobes mais solubles dans les solvants organiques, très lipophiles et faiblement volatiles. Ils s'adsorbent aisément sur des poussières et les particules minérales ainsi que sur des surfaces telles que des vêtements, c'est-à-dire que les particules d'HAPs sont transportées par d'autres éléments dans l'air.

Les HAPs sont toujours sous une forme de mélange complexe dont les composants dépendent de la source de combustion.

Les HAPs appartiennent aux Polluants Organiques Persistants (POP) car ils ont en commun les quatre propriétés suivantes :

- leur toxicité : plusieurs effets sur la santé ont été retrouvés avec, selon la molécule, une neurotoxicité, une cancérogénicité, des effets immunotoxiques,
- leur persistance dans l'environnement : ils sont résistants aux dégradations biologique, chimique ou photolytique,
- leur capacité de bioaccumulation : ils s'accumulent dans les tissus vivants du fait de leur caractère lipophile. Plus les particules ont un haut poids moléculaire et plus ils sont hydrophobes.
- leur mobilité : ils sont semi volatils ce qui leur permet de parcourir de longues distances par rapport à leur source d'émission.

Il existe deux grands procédés aboutissant à la formation de HAPs, on retrouve :

- le procédé pétrogénique : ce sont des hydrocarbures naturellement présents dans le pétrole,
- le procédé pyrogénique : ce sont des hydrocarbures provenant de la combustion de matières organiques à haute température, soit plus de 500°C, accompagnée d'un déficit en oxygène. Ils résultent de l'activité humaine et représentent la plus grande source d'émission.

Il est intéressant de noter que la suie transporte avec elle par adsorption d'autres contaminants de l'incendie, qui sont relâchés ensuite par désorption sur la peau ou par inhalation.

IV.1.2. Règlementation

L'émission de POP est une préoccupation nationale abordée lors de la convention de Genève en 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance. Le protocole d'Aarhus est une réglementation qui vise une réduction des émissions de HAPs en dessous des niveaux de 1990. Il a été adopté en 1998 et il est entré en vigueur en 2003.

Le protocole d'Aarhus visait au début seulement 4 HAPs, dont le benzo[a]pyrène puis aujourd'hui, l'Union Européenne considère 16 HAPs comme polluants prioritaires en Europe, en Amérique du Nord et en Asie centrale.

La Commission européenne a adopté la directive 2004/107/CE concernant la qualité de l'air ambiant en Europe. Il fixe pour chaque substance de la pollution atmosphérique, dont le BaP, les seuils d'alerte, les seuils de recommandation et d'information et les valeurs limites pour la surveillance de la qualité de l'air ainsi que les valeurs cibles.

IV.2. Le benzo-a-pyrène

Le benzo-a-pyrène est le dérivé le plus toxique des HAPs et il est également le plus répandu. Il est généralement utilisé comme traceur de l'exposition globale des HAPs.

Il est celui dont les effets toxiques sont les mieux connus parmi tous les HAPs.

Le BaP est généré lors la combustion de la matière organique. Ainsi, on le retrouve dans la suie et les fumées de toutes origines (gaz d'échappements, fumée de cigarette etc.).

À température ambiante, il se présente sous la forme de cristaux jaunes inodores. Comme tous les HAPs, il possède un caractère hydrophobe. Il est donc peu soluble dans l'eau mais soluble dans les solvants organiques.

Le benzo[a]pyrène (BaP) est une molécule constituée de la répétition de 5 cycles aromatiques

et de formule brute C₂₀H₁₂.

Le BaP est un composé chimique solide qui a un poids moléculaire de 252.32 g/mol.

Étant lipophile, le BaP traverse les barrières pulmonaire et intestinales par diffusion passive.

Les LDL facilitent le transport du BaP qui est aussi stocké dans les organes riches en graisses, il est ensuite libéré des graisses vers la circulation sanguine (IARC, 1983).

Les HAPs sont des molécules qui acquièrent leurs propriétés toxiques via une activation métabolique. La métabolisation du BaP et plus généralement des HAPs, se déroule en trois étapes faisant intervenir des enzymes aboutissant à des métabolites toxiques.

Le métabolisme du BaP a lieu principalement dans le foie vers lequel il est transporté. Cependant, les enzymes permettant la métabolisation du BaP sont également présentes, en plus faible quantité, dans les tissus extra-hépatiques comme le tractus intestinal.

Les différents métabolites produits sont acheminés du foie vers la circulation sanguine systémique, puis retournent vers la lumière intestinale avec les acides biliaires via la circulation entéro-hépatique. Ils sont également transportés en moins grand nombre vers les reins pour être éliminés dans les urines. Les produits de la métabolisation du BaP par les entérocytes peuvent soit passer dans le sang soit être sécrétés dans la lumière intestinale pour être excrétés dans les fèces.

La biotransformation du BaP génère des métabolites qui sont impliqués dans la génotoxicité. Le BaP est considéré comme le plus toxique des HAPs. En effet, en termes de cancérogénicité, le BaP est répertorié au niveau mondial par l'Agence internationale pour la recherche sur le cancer (IARC) comme cancérigène de classe 1 (cancérigène avéré pour l'Homme). Il est également classé comme ayant de fortes présomptions d'effets cancérigène, mutagène et toxique pour la reproduction (CMR) par l'Union Européenne (CMR de catégorie 2) selon la directive 67/548/CEE modifiée.

Dans le cadre de l'exposition des salariés, le BaP fait l'objet d'une recommandation de la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés (CNAMTS) qui préconise une valeur limite atmosphérique de 150 ng.m⁻³ sur la durée d'un poste (8 h).

Différentes valeurs existent au niveau international allant de 150 ng/m³ en France à 10 000 ng/m³ en Finlande.

IV.3. Les sources et voies d'exposition

IV.3.1. Les sources

Deux modes de production différents ont ainsi été identifiés pour les HAPs : pétrogénique et pyrolytique. La très grande majorité des HAPs est produite par pyrolyse et résulte de la combustion incomplète de la matière organique à haute température avec une déficience en oxygène.

Les émissions proviennent principalement de trois secteurs qui sont par ordre d'importance :

- le résidentiel/tertiaire : 37% des émissions totales de la France métropolitaine,
- le transport routier : 32%, en particulier les véhicules diesels,
- l'industrie manufacturière : 22%, notamment la métallurgie des métaux ferreux.

Les autres secteurs contribuent peu, voire pas, aux émissions de ce polluant.

Les HAPs peuvent également être issus de la formation géologique des combustibles fossiles tels que le pétrole ou le charbon lors de la dégradation de substances organiques.

Les différentes sources sont :

- les éruptions volcaniques,
- les industries pétrochimiques (fabrication de pneu),
- la sidérurgie,
- les feux de forêts et incendie (suies),
- les émissions des centrales thermiques et des installations de chauffage,
- les gaz d'échappement des véhicules (moteurs diesels plus polluants en HAPs, le gasoil peut en contenir jusqu'à 8%) et des outils à moteur thermique,

- la matière organique en décomposition,
- les fumées de cuisson des aliments (barbecue, friture) et la fumée de tabac.

IV.3.2. Les voies d'exposition

La petite dimension des HAPs leur permettent de traverser les barrières naturelles de l'organisme. On répertorie 3 voies majeures :

- l'inhalation d'air contaminé,
- le contact cutané direct avec un environnement pollué (retombées de poussières atmosphériques, eau ou sol),
- l'ingestion d'aliments ou d'eaux contaminés.

En milieu professionnel la pénétration dans l'organisme est avant tout respiratoire lors de procédés à chaud et lors de l'inhalations de particules fines et ultrafines.

Par voie respiratoire :

Différentes études ont montré que les HAPs sont préférentiellement adsorbés sur des molécules de petites tailles de diamètre inférieur à 3,5µm susceptibles d'atteindre plus ou moins profondément les voies respiratoires.

Les doses de BaP auxquelles un individu est exposé via l'inhalation varient en fonction de sa zone d'habitation (urbaine ou rurale) et de son mode de vie (fumeur, mode de chauffage domestique...). L'air extérieur est plus pollué en milieu urbain (1 à 10 ng de BaP/m³) notamment car le trafic routier y est plus dense avec des émissions de gaz d'échappement plus élevées qu'en milieu rural (0,2 ng de BaP/m³). Le mode de chauffage utilisé (bois, fioul, gaz...) et la saison (saison hivernale ou estivale) participent aux variations du taux de HAPs.

Les fumeurs actifs et passifs sont également plus exposés au BaP que les non-fumeurs.

Par voie cutanée :

La peau est la première barrière défensive de l'organisme contre les agressions externes. Les systèmes de défense de la peau peuvent être influencés par :

- la zone corporelle (la couche cornée varie en épaisseur en fonction du corps, certaines zones peuvent macérer plus dans certains vêtements, certaines contiennent plus de glandes sébacées. C'est le cas du scrotum qui conjugue ce dernier élément avec une finesse de la peau, expliquant la fréquence des tumeurs cutanées dans cette zone),
- la température peut influencer l'absorption (la vasodilatation due à la chaleur augmente les réactions cutanées, le froid ayant un effet inverse),
- certaines pathologies modifient la perméabilité et entraînent des réactions cutanées différentes (atopie, psoriasis,...)
- des facteurs génétiques,
- les saisons, l'humidité interviennent.

L'ATSDR (1995) estime que l'absorption cutanée des HAPs chez l'homme est similaire à celle observée chez l'animal soit 10 à 20%.

La pénétration percutanée peut être importante si le contact est prolongé, particulièrement pour le naphthalène(31). La distribution concerne tous les tissus et organes : les plus fortes concentrations sont retrouvées dans le foie et le rein ainsi que dans les graisses.

Strandberg et al.(32) met en évidence une accumulation des contaminants au niveau des poignets et du cou.

Par voie orale :

Il existe une déglutition secondaire des particules et poussières inhalées : l'absorption digestive varie selon la présence de graisses dans le bol alimentaire.

Dans le cas particulier du tractus digestif, la contamination survient par voie orale, ce qui

comprend à la fois l'ingestion et l'inhalation du BaP.

Les HAPs sont rapidement absorbés au niveau intestinal, la majeure partie de la métabolisation se déroule au niveau du foie.

Le tractus digestif n'est pas uniquement exposé au BaP par l'ingestion d'aliments ou de sols contaminés. L'air pollué (gaz d'échappement, chauffage domestique, fumée de cigarette...) est également une source de contamination pour le système digestif.

IV.4. La toxicité des HAPs

Actuellement, les effets toxicologiques de tous les HAPs sont imparfaitement connus.

Une partie est suffisamment bien étudiée pour savoir qu'elle provoque des effets délétères sur la santé en touchant différents organes (hépatotoxique, hématotoxique, reprotoxique, génotoxique, cancérigène).

La toxicité des HAPs est très variable : certains sont faiblement toxiques, alors que d'autres, comme le benzo(a)pyrène, sont des cancérigènes reconnus depuis plusieurs années.

Lors d'expositions aiguës, des projections cutanées peuvent entraîner des phénomènes irritatifs. Cet effet irritatif est aussi présent au niveau oculaire en déclenchant une conjonctivite ou bien des lésions du type kératite superficielle. L'inhalation massive peut entraîner une toux et une irritation des voies aériennes supérieures.

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) classe les différents HAPs selon leur caractère cancérigène :

- le B[a]P comme un cancérigène avéré pour l'Homme (groupe 1),
- le DB[a,h]A est probablement cancérigène pour l'Homme (groupe 2A),
- le naphthalène, le chrysène entres autres sont possiblement cancérigènes pour l'Homme (groupe 2B) et
- les HAPs restants, à l'exception de l'acénaphthylène qui ne figure pas sur la liste des

agents catégorisés par le CIRC, ne sont pas classifiables quant à leur cancérogénicité pour l'Homme (groupe 3).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande de considérer particulièrement six HAPs pour leurs effets toxiques majeurs (le benzo-a-pyrène et le fluoranthène entre autres)(33).

Plusieurs études épidémiologiques ont incriminé les HAPs comme responsables d'un taux plus élevé de cancers parmi les pompiers.

Les conclusions d'études récentes renforcent l'hypothèse d'un lien à l'origine d'une atteinte cancéreuse. Les cancers identifiés sont situés au niveau des voies respiratoires, de la vessie, de la peau, des voies aérodigestives supérieures, des systèmes lymphatiques et hématopoïétiques et des voies digestives.

Il n'est pas aisé d'attribuer les cancers retrouvés à un HAP en particulier, voire aux HAPs en général, car la population générale est soumise à divers mélanges de polluants environnementaux et professionnels (HAPs, métaux, amiante...). Il existe probablement des mécanismes de cocancérogénèse avec des composés tels que l'amiante, le dioxyde de soufre avec une potentialisation des effets. Le tabagisme exerce un effet synergique multiplicatif.

C'est pour cette raison que le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé en 2010 le métier de pompier dans le Groupe 2B (agent pouvant être cancérogène) à défaut de disposer d'études établissant un lien direct et essentiel avec une substance ou un mélange de substances.

Il est intéressant de mentionner qu'au Québec et aux États-Unis des maladies professionnelles sont reconnues sous certaines conditions. Au Québec, 7 cancers sont répertoriés :

- le cancer du rein
- le cancer de la vessie
- le cancer du larynx
- le cancer du poumon
- le myélome multiple

- le lymphome non hodgkinien
- le mésothéliome.

Cependant en France, d'autres professions exposées à des substances similaires disposent d'une reconnaissance en maladies professionnelles.

Il existe, en France, deux tableaux de maladies professionnelles dans le Régime Général (RG) et un tableau dans le Régime Agricole (RA) en relation avec les expositions aux HAPs :

- 16 bis dans le RG et 35bis dans le RA : épithéliomas primitifs de la peau, cancers broncho-pulmonaires primitifs et tumeurs malignes et bénignes de la vessie pour une liste limitative de travaux comportant une exposition aux goudrons de houille, aux brais de houille et aux suies de charbon.

- 36 bis dans le RG et 25bis dans le RA : épithéliomas primitifs de la peau pour une liste limitative de travaux entraînant l'exposition à certains dérivés du pétrole (extraits aromatiques, huiles minérales utilisées à haute température dans les opérations d'usinage et de traitement des métaux, suie de combustion des produits pétroliers).

Si les HAPs sont connus pour être cancérogènes, certains sont aussi reprotoxiques, l'Union Européenne classe le benzo(a)pyrène comme toxique pour la reproduction de classe 2.

Il y a des composants qui sont génotoxiques sur les modèles animaux par la production de mutations géniques et d'aberrations chromosomiques en culture.

IV.5. Résumé – Les hydrocarbures aromatiques polycycliques

- En raison du développement de la pétrochimie, l'exposition aux HAPs est maintenant bien plus importante qu'auparavant. Ces composés sont systématiquement présents dans les fumées.

- Deux modes de production différents ont ainsi été identifiés pour les HAPs : pétrogénique et pyrolytique. La très grande majorité des HAPs est produite par pyrolyse et résulte de la combustion incomplète de la matière organique à haute température.

- Les molécules de benzène se condensent pour former des HAPs qui s'agglutinent et forment des particules de suies.

Ils s'adsorbent aisément sur des poussières et les particules minérales ainsi que sur des surfaces.

- Le protocole d'Aarhus est une réglementation européenne qui vise une réduction des émissions de HAPs en dessous des niveaux de 1990. Il a été adopté en 1998 et il est entré en vigueur en 2003.

- Le benzo-a-pyrène est le dérivé le plus toxique (cancérogène classé de type 1 par le CIRC) et le plus répandu, il sert de traceur de l'exposition globale des HAPs, sa valeur limite atmosphérique sur la durée d'un poste de 8 h est de 150 ng/m³.

- L'Homme est exposé aux BaP selon 3 voies différentes :

- respiratoire par le biais d'un air contaminé,

- percutanée,

- digestive par le biais de l'alimentation.

- Les HAPs sont reconnus comme entraînant des effets délétères sur la santé (génotoxiques, reprotoxiques, cancérogènes) mais le lien avec le métier de pompier n'est pas établi formellement jusqu'à présent.

V. La décontamination des équipements de protection individuelle (EPI), du matériel et des sapeurs-pompiers

Pour permettre aux pompiers de réaliser leur mission, différents types de matériels leur sont confiés. On distingue les équipements de protection individuelle (EPI) qui comprend leur tenue complète du matériel utilisé pour effectuer leur mission, plus particulièrement dans notre cas, éteindre un feu.

Nous nous intéressons plus particulièrement aux tenues car leur utilisation a une grande influence sur la mise en œuvre de l'étude réalisée. Le matériel sera quant à lui peu abordé, cela nous permettra de replacer les pompiers dans un contexte réel d'intervention.

V.1. Réglementation

Les sapeurs-pompiers français ont en commun des équipements qui sont soumis aux normes françaises et européennes.

La DGSCGC a établi un document référençant les normes françaises qui s'appliquent aux véhicules et matériels utilisés par les pompiers.

Les équipements de protection individuelle vestimentaire (EPI) sont définis par le Code du travail comme « des dispositifs destinés à être portés en vue de protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer la sécurité » de l'agent.

Chaque SDIS utilise une tenue différente selon les départements et régions. Elle est définie par le chef du corps départemental.

Les tenues sont définies par l'arrêté du 8 avril 2015 modifié relatif aux tenues, uniformes, équipements, insignes et attributs des sapeurs-pompiers(23).

L'employeur doit choisir un EPI approprié selon les risques à couvrir et doit garantir la maintenance d'une partie d'entre eux par un nettoyage dans une centrale spécialisée.

Il est de la responsabilité du COS de s'assurer de la sécurité de ses équipiers et donc du port correct des EPI sur interventions.

V.2. L'entretien et le contrôle des tenues

Selon l'article L4122-1 il incombe à chaque utilisateur de prendre soin de ses EPI et d'évaluer le degré de souillure de ceux-ci devant entraîner un nettoyage.

Le Code du Travail indique que chaque agent est donc responsable de ses EPI. Les pompiers doivent s'assurer d'un maintien en conformité et d'un d'entretien correct de leur tenue. Ces équipements doivent être contrôlés régulièrement, en début de garde et en fin d'intervention.

Ces équipements ne peuvent être utilisés en dehors du cadre professionnel de leur activité de sapeurs-pompiers.

V.3. Le nettoyage sur les lieux d'intervention

Lors des missions incendie, les EPI et matériels peuvent être souillés par des produits toxiques provenant des fumées et des eaux d'extinction. Un nettoyage sur les lieux de l'intervention est préconisé dans le but de :

- limiter les différentes voies d'exposition des sapeurs-pompiers aux particules contenues dans les fumées (inhalation, absorption percutanée et ingestion),
- limiter le transfert de contamination et permettre un retour au CIS en tenue d'intervention.

Les EPI sont nettoyés selon l'appréciation du degré de souillure. Les procédures de nettoyage sont réalisées sur une aire de nettoyage identifiée dans la zone contrôlée.

Il existe alors 3 procédures différentes pour chacun.

Quand les EPI sont considérés comme ayant une souillure importante (traces visibles de souillure), les pompiers effectuent un brossage à l'eau savonneuse en binôme puis ils se

déshabillent pour ensuite conditionner les équipements dans un sac plastique, puis les transportent jusqu'à la caserne et s'occupent de l'envoi dans le circuit de nettoyage du SDIS pour être lavés.

La procédure pour le matériel est la même, les pompiers s'équiperont d'une tenue la moins encombrante possible avec une protection suffisante c'est-à-dire au minimum un masque FFP2 et des gants en nitrile.

L'autodéshabillage est réalisé sans mouvements brusques pour ne pas mettre en suspension les poussières déposées sur les EPI. Il se réalise dans un ordre précis :

- retirer le casque et l'ARI,
- retirer les gants de feux pour les mettre dans un sac plastique puis mettre des gants en nitrile,
- enlever sa cagoule en retirant au passage la pièce faciale de l'ARI et fermer la bouteille. La cagoule sera placée dans le même sac plastique.
- porter un masque FFP2 au minimum,
- enlever le dossard de l'ARI,
- ouvrir sa veste et desserrer les manches pour retirer la veste textile qui sera placée dans le sac plastique,
- ouvrir le pantalon et l'enlever en le retournant puis le déposer dans le sac plastique,
- refermer le sac et jeter les gants à usage unique et le masque,
- se laver les mains, le cou, le visage à l'eau froide.

Quand le degré de souillure classe les EPI en niveau moyen (odeur de fumée ou intervention dans un local confiné ayant contenu de la fumée), les pompiers conservent leur tenue de feu avec l'ARI et procèdent :

- au nettoyage en binôme par un nettoyage léger à l'eau savonneuse de la tête aux pieds des équipements (veste, pantalon, chaussons, ARI, gants, cagoule). L'eau permet de retirer les

substances volatiles des habits.

- au rinçage délicat avec le jet diffusé à débit minimum,

- au séchage à l'air libre.

Lorsque les EPI ont un degré de souillure jugé superficiel (fumée dans un espace ouvert), les pompiers peuvent rester en tenue de feu sous ARI ou bien porter un masque FFP2 au minimum. Le nettoyage se composera d'une étape de brossage léger à sec des équipements.

Les matériels utilisés pendant l'intervention (lances, tuyaux, etc.), sont souvent transportés, sans précaution particulière, dans les véhicules d'incendie ou des utilitaires. Le personnel et le matériel n'étant pas décontaminés avant le retour en caserne, l'ensemble du personnel et le véhicule se trouvent ainsi contaminés.

Le nettoyage des autres équipements portés lors des opérations de lutte contre l'incendie (casque, cagoule, gants de feu et effets chaussants d'intervention) ne fait pas l'objet de réglementation particulière, l'approche individuelle étant souvent la règle.

Les contrôles de l'intégrité des tenues et de leur propreté sont essentiellement visuels, ils ne portent pas sur leur degré de contamination.

V.4. La décontamination post-intervention

Arrivés à la caserne, les pompiers commencent par le reconditionnement du matériel avant la décontamination du personnel.

Le nettoyage du matériel devrait requérir le port d'équipements de protection (gants, lunettes, masque FFP2 au minimum) par les pompiers or aucune obligation ne s'impose à eux, le port des protections reste alors inconstant.

Les équipements préalablement disposés dans un sac plastique sont envoyés à un centre de nettoyage en échange d'une tenue de rechange. Le nettoyage de la veste et du pantalon de feu est pris en charge par l'employeur mais le nettoyage du reste de la tenue (chaussants, cagoule, gants) se fait selon les équipements des centres de secours, en caserne ou à défaut au domicile

personnel.

Les concepteurs des EPI définissent un nombre maximum de lavages (25 en général) et garantissent son efficacité, au-delà les tenues sont changées. Les EPI sont nettoyés au moins une fois par an par le SDIS. Le lavage en machine permet ainsi d'éliminer la majorité des contaminants de l'incendie.

Les effets chaussants ne sont pas lavés après chaque intervention, les pompiers les gardent dans les lieux de vie ou bien lorsqu'ils partent en ambulance. Il en est de même pour les gants.

Pour les autres équipements collectifs (radios, lampes, tuyaux, lances, ARI...), seules des actions individuelles dans quelques SDIS sont appliquées pour le nettoyage post intervention.

Pour les appareils respiratoires isolants, seul l'entretien des masques est défini (nettoyage à l'eau, trempage dans des bacs à ultrasons, séchage et emballage), aucune norme n'existe pour les autres pièces (dossard, bretelles, canalisations et soupape respiratoire).

Les casernes anciennes n'ont pas une disposition adaptée aux procédures requises pour une décontamination adéquate des tenues, du matériel et du personnel.

Certaines sont rénovées pour répondre aux exigences de ces procédures, les filières sales-propres se développent peu à peu.

V.5. Résumé – La décontamination des EPI, du matériel et des sapeurs-pompiers

- Les équipements de protection individuelle vestimentaire (EPI) sont définis par le Code du travail comme des dispositifs ou moyens destinés à être portés ou tenus par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa sécurité ainsi que sa santé.
- Les tenues sont définies par l'arrêté du 8 avril 2015 modifié relatif aux tenues, uniformes, équipements, insignes et attributs des sapeurs-pompiers.
- Le Code du Travail précise que chaque agent reste responsable des EPI mis à sa disposition, il incombe à chaque utilisateur d'en prendre soin.
- Lors des missions incendie les EPI et matériels peuvent être souillés par des produits toxiques provenant des fumées et des eaux d'extinction. Un nettoyage sur les lieux de l'intervention est préconisé afin de limiter l'exposition et limiter le transfert de contamination.
- Les sapeurs-pompiers évaluent le degré de souillure visuel de leur EPI afin d'adapter la procédure de nettoyage.
- Arrivé en caserne, la priorité est donnée au reconditionnement du matériel et aux EPI. La veste et le pantalon de feu sont généralement pris en charge par l'employeur, le nettoyage de la tenue de travail est effectué selon les équipements, en caserne ou bien à défaut au domicile du sapeur-pompier.
- La décontamination des personnes s'effectue avec une douche à l'eau froide savonneuse.

VII. Résumé de la première partie

Les sapeurs-pompiers peuvent être volontaires, professionnels ou militaires. La majorité est constituée de volontaires.

Des missions des pompiers découlent les risques majeurs et contraintes qu'ils doivent affronter.

Les fumées comportent plus de 200 composants dont une partie est responsable d'effets délétères sur la santé (cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction). Le CIRC a classé la profession de pompier en 2B possiblement cancérogène à défaut de disposer de suffisamment de preuves significatives dans la littérature.

La formation théorique des pompiers est indispensable mais insuffisante car la compréhension d'un feu exige une connaissance qui ne peut s'acquérir qu'au travers de la pratique.

Les SDIS forment les sapeurs-pompiers au sein de centre d'observation et d'étude des phénomènes thermiques (COEPT) en utilisant des containers maritimes aménagés permettant de reproduire des feux.

En raison du développement de la pétrochimie, l'exposition aux HAPs est maintenant bien plus importante qu'auparavant. Les HAPs résultent de la combustion incomplète de la matière organique à haute température.

Le benzo-a-pyrène est le dérivé le plus toxique (cancérogène classé de type 1 par le CIRC) et le plus répandu, il sert de traceur de l'exposition globale des HAPs avec une VLEP 8h de $0.15\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les voies d'exposition peuvent se faire par la voie respiratoire, cutanée ou digestive.

Lors des missions incendie, les EPI et matériels peuvent être souillés par des produits toxiques provenant des fumées. Un nettoyage sur les lieux de l'intervention est préconisé selon un degré de souillure visuel permettant de limiter l'exposition et le transfert de contamination.

La décontamination des personnes se fait en caserne avec une douche à l'eau froide savonneuse.

Jusqu'à maintenant, les études apportent peu de réponses sur plusieurs sujets tels que :

- l'efficacité des méthodes de nettoyage et de décontamination des EPI,

- la contamination croisée des pompiers lors d'un incendie,
- la contamination cutanée versus la contamination respiratoire,
- l'efficacité des méthodes de décontamination cutanée des pompiers.

DEUXIÈME PARTIE

I. Étude

I.1. Contexte de l'étude

Les sapeurs-pompiers intervenant sur des incendies sont exposés aux fumées d'incendie qui contiennent, selon le type de feu, plus de 200 composés toxiques. Parmi ces derniers, une attention particulière est portée sur les HAPs en raison de leurs effets cancérigènes notamment pour le poumon.

Pour leur protection, les sapeurs-pompiers disposent d'EPI. Ces derniers recouvrent la plus grande partie du corps et isolent les voies aériennes, cependant, des zones de jonction rendent possible le dépôt des particules sur la peau des sapeurs-pompiers.

Ces dernières, déposées sur la peau peuvent être absorbées par voie trans cutanée, mais elles sont également connues pour être adsorbées, c'est à dire qu'une fois déposées les particules peuvent être relarguées dans l'air (désorption). Les particules relarguées pouvant être alors inhalées ou ingérées après le retrait des EPI.

Les moyens de prévention face à ces toxiques résiduels restent empiriques et diffèrent selon les SDIS. Le nettoyage des EPI se fait en fonction de leur degré de souillure. Ainsi, il existe plusieurs procédures adaptées au type et à la durée des interventions.

En ce qui concerne la décontamination cutanée, les procédures sont disparates selon les SDIS. Certains utilisent des lingettes imprégnées, alors que d'autres utilisent de l'eau et du savon. En Gironde, la procédure est en cours d'écriture.

Suite à la diffusion en 2018 du guide de doctrine relatif à la prévention contre les risques de toxicité liées aux fumées d'incendie, un groupe de travail sur les fumées toxiques s'est formé au SDIS de Gironde. Une évolution de la décontamination cutanée a été évoquée.

On sait d'après une revue de bibliographie, ainsi que par un travail d'application tutoré (ENSOSP) datant de 2019 qu'aucune étude n'a évalué le fondement scientifique d'un choix de dispositif de décontamination cutanée. C'est pourquoi, le SSSM a proposé de réaliser une étude sur l'efficacité de différents dispositifs actuellement sur le marché (dispositifs détournés de leur indication principale qui est l'hygiène cutanée).

L'objectif est d'évaluer l'efficacité (diminution du temps de contact et du risque de désorption) et l'ergonomie de ces dispositifs afin de guider le choix qui sera appliqué dans la procédure du SDIS 33.

I.2. Matériels et méthodes

Le projet a été validé par la Direction du SDIS 33 et présenté au Comité d'Hygiène de Sécurité et des Conditions de Travail.

Une convention de partenariat a été signée entre le SDIS 33 et la Caisse d'Assurance de Retraite et de la Santé Au Travail Aquitaine (CARSAT) qui dispose d'un laboratoire de toxicologie permettant la recherche de contaminants de type HAPs au niveau aérien et surfacique.

1.2.1. Déroulement de l'étude

L'étude était prévue pour se dérouler entre le 20 février et le 23 avril 2020 et comporter 12 sessions de formation. Ceci devait représenter initialement un échantillon d'environ 100 sapeurs-pompier (20 sapeurs-pompier par dispositif testé).

Finalement l'étude n'a été réalisée que sur une seule journée, le 20 février 2020. Ceci en raison de l'interruption des stages de formation suite à la pandémie du COVID 19 et du confinement généralisé qui en a découlé. Elle s'est déroulée à Bassens au sein du centre d'observation des phénomènes thermiques.

Quatre opérateurs appartenant au SSSM ont effectué les prélèvements. Chacun avait été au préalable formé aux prélèvements atmosphériques et cutanés. Trois d'entre eux ont assisté sur deux journées à une formation par des intervenants de la CARSAT le 13 novembre 2019 et le 19 décembre 2019.

Une information a été effectuée auprès des formateurs du caisson feu lors d'une journée de maintien des acquis, le 7 février 2020. Au décours, une présentation du cadre de l'étude et des conditions requises avant l'étude (barbe <24h, tenue et cagoule propres, pas d'intervention sur feux 48h avant la formation) a été transmise afin qu'ils en informent les sapeurs-pompiers stagiaires avant leur formation.

Les sapeurs-pompiers ont réalisé leur formation au COEPT avec un nettoyage préalable à l'eau et au savon des surfaces cutanées à prélever (visage et cou, mains et poignets) afin d'écarter au maximum la contamination environnementale non liée à leur formation.

La formation est composée d'un temps d'explications théoriques puis d'une partie pratique avec une entrée dans le caisson. Cette dernière séquence dure environ 30 minutes. Les prélèvements ont été réalisés à la sortie de la deuxième séquence en prenant soin de respecter les contraintes de temps du stage.

Des biométries atmosphérique et cutanée ont été réalisées. Pour cela, un consentement éclairé a été signé par chacun des sapeurs-pompiers participants.

En amont de l'étude, les tampons de prélèvement ont été préparés par un séchage à l'air libre d'au moins 48h. Dans un second temps, les tampons ont été imprégnés avec de l'éthanol pour ensuite être stockés individuellement dans un pot à urine. L'ouverture du pot a été réalisée le jour du prélèvement et a été utilisée pour l'acheminement vers le laboratoire d'analyse de la CARSAT.

Parmi les dispositifs sélectionnés, on dénombre 4 procédés différents parmi lesquels, 2 lingettes standards, une éponge et un gant. On a choisi de les regrouper sous le terme de lingettes par commodité.

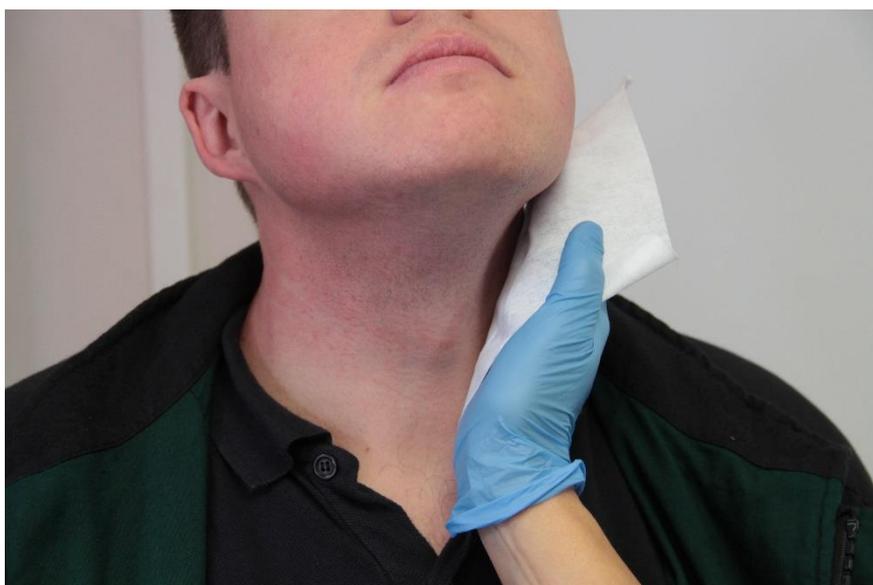
Les différents prélèvements étaient :

- des prélèvements d'atmosphère sur opérateur, ils étaient disposés au plus près de l'appareil

respiratoire des stagiaires, un prélèvement par groupe a été réalisé soit deux au total,

- des prélèvements cutanés étaient effectués sur les formateurs et les stagiaires :

- Le premier, après le passage en caisson, avec un tampon imprégné d'éthanol. On a pratiqué un essuyage simple d'une surface de 10cm² sur la face ventrale d'un des deux poignets, et du cou, en suivant un trajet reliant les deux oreilles,
- Dans un deuxième temps, une décontamination des sapeurs-pompiers a été réalisée par les opérateurs à l'aide de lingettes, une pour la décontamination du cou et une lingette différente pour décontaminer la face ventrale d'un poignet,
- Le second prélèvement est pratiqué au niveau du poignet et du cou selon les mêmes modalités que pour le 1^{er} prélèvement. En revanche, si le prélèvement n°1 s'effectuait au niveau du poignet gauche, le prélèvement n°2 était réalisé au niveau du poignet droit. Pour chaque session, il a été préalablement défini un poignet pour le prélèvement 1, identique durant toute la session. Une alternance des prélèvements des poignets a été effectuée après chaque session pour permettre une meilleure reproductibilité,
- Par la suite, les sapeurs-pompiers avaient l'occasion d'utiliser eux-mêmes les lingettes de décontamination pour en évaluer leur acceptabilité,
- Un auto-questionnaire anonyme leur a été remis pour recueillir leur impression sur le produit utilisé.







1.2.2. Sujets

Les sapeurs-pompiers présents lors de la formation étaient au nombre de 14. Neuf stagiaires le matin et cinq l'après-midi.

Les critères d'inclusion étaient d'être apte à l'issue de la visite médicale et d'avoir effectué une formation au port d'ARI préalable. Tous les sujets remplissaient ces conditions.

Le critère d'exclusion était le port d'une barbe de plus de 24h, d'être intervenu dans l'extinction d'un feu dans les 48h précédant l'étude. Un formateur a été exclu car il avait participé à la session du matin et de l'après-midi.

Chaque SP utilisait un seul type de lingette, le choix de la lingette s'est fait par ordre de passage des agents à chaque atelier. Une répartition aussi équitable que possible des différentes lingettes a été respectée afin de disposer de sous-ensembles homogènes.

I.2.3. Critères de jugements

L'objectif premier était d'évaluer l'efficacité des différentes lingettes proposées pour la décontamination des sapeurs-pompiers aux HAPs.

Dans un objectif secondaire ont été récoltés auprès des sapeurs-pompiers la praticité du dispositif pour que le choix final de ce dernier corresponde aux attentes de leurs utilisateurs.

Afin de contrôler que nos prélèvements cutanés soient en adéquation à chaque session avec une exposition similaire aux HAPs, nous avons choisi d'effectuer un prélèvement atmosphérique par stage.

I.2.4. Outils de mesures

Le matériel est composé :

- de têtes de prélèvement, code BFQU37T avec support en quartz 37mm taré pour le prélèvement d'atmosphère, adapté à l'analyse des HAPs,
- de pompe à débit régulé permettant de simuler la respiration d'une personne,
- d'un débitmètre électronique à lame de savon assurant le calibrage de la pompe à débit,
- des lots de lingettes fournies par les 4 laboratoires participants,
- des tampons de prélèvement, nommés GHOST, d'abord séchés 48h puis imprégnés avant le prélèvement avec un solvant fourni par le laboratoire de chimie de la CARSAT, de l'éthanol.

Les tampons après décontamination étaient conditionnés dans des pots à urine de 125ml avant d'être acheminés vers le laboratoire de la CARSAT qui s'est occupé de l'analyse des prélèvements.





1.2.5. Analyse statistique

Le laboratoire de chimie de la CARSAT a utilisé une chromatographie en phase liquide pour analyser les tampons et les prélèvements atmosphériques.

Le traitement et l'analyse statistique de la totalité des résultats a été réalisé à l'aide du logiciel excel.

En amont de la réalisation de l'étude, il avait été décidé de procéder à une comparaison deux par deux pour établir l'efficacité des procédés entre eux. La comparaison deux à deux semblait être la plus adaptée en raison du nombre de prélèvements estimés (soit entre 100 et 200 prélèvements) après concertation avec le Pr Salamon, professeur de santé publique au CHU de Bordeaux.

Cette analyse a été rendu impossible par l'arrêt précoce des stages.

I.3. Résultats

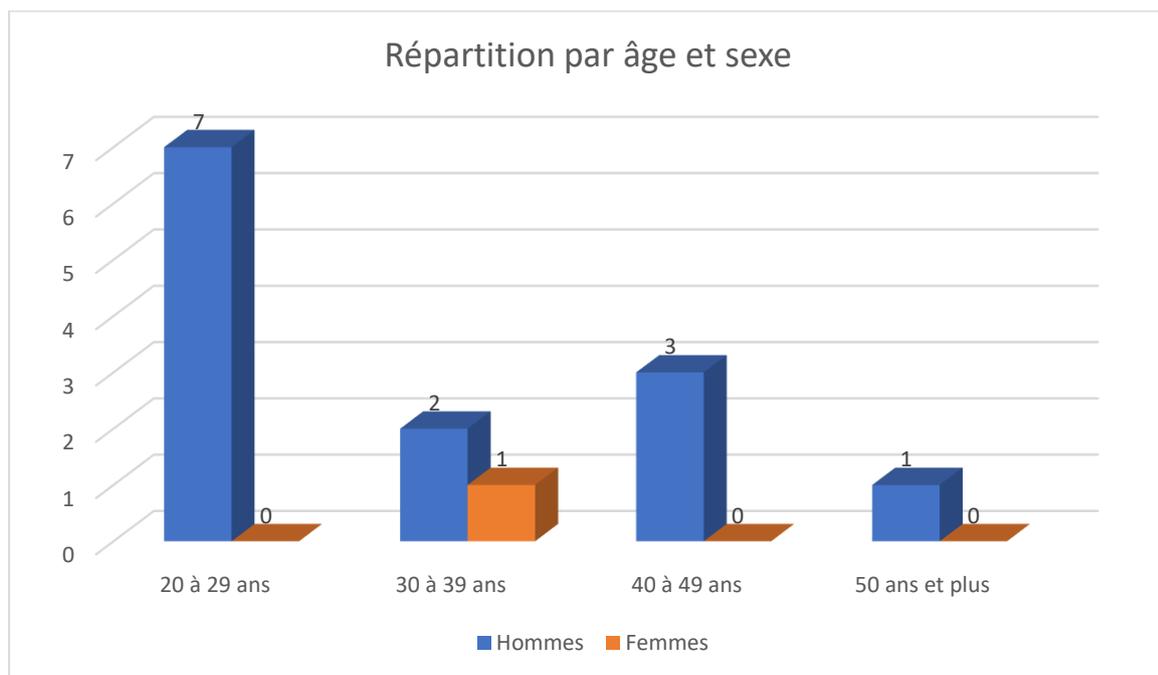
I.3.1. *Les sapeurs-pompiers*

Les sapeurs-pompiers composant les deux stages étaient en majorité des hommes avec 13 personnes soit 92.8% de l'effectif, une seule femme était présente.

Les agents avec une tranche d'âge de 20 à 29 ans étaient les plus représentés avec 7 personnes soit 50% de l'effectif. Trois agents âgés entre 40 et 49 ans ont participé soit 21.4% de l'effectif.

Les pompiers entre 30 et 39 ans étaient 3 dont une femme, ils constituaient aussi 21.4% de l'effectif et enfin ceux de 50 ans et plus avec 1 personne, représente 7.1% de l'effectif.

Toutes ces données sont exprimées dans le graphique suivant.

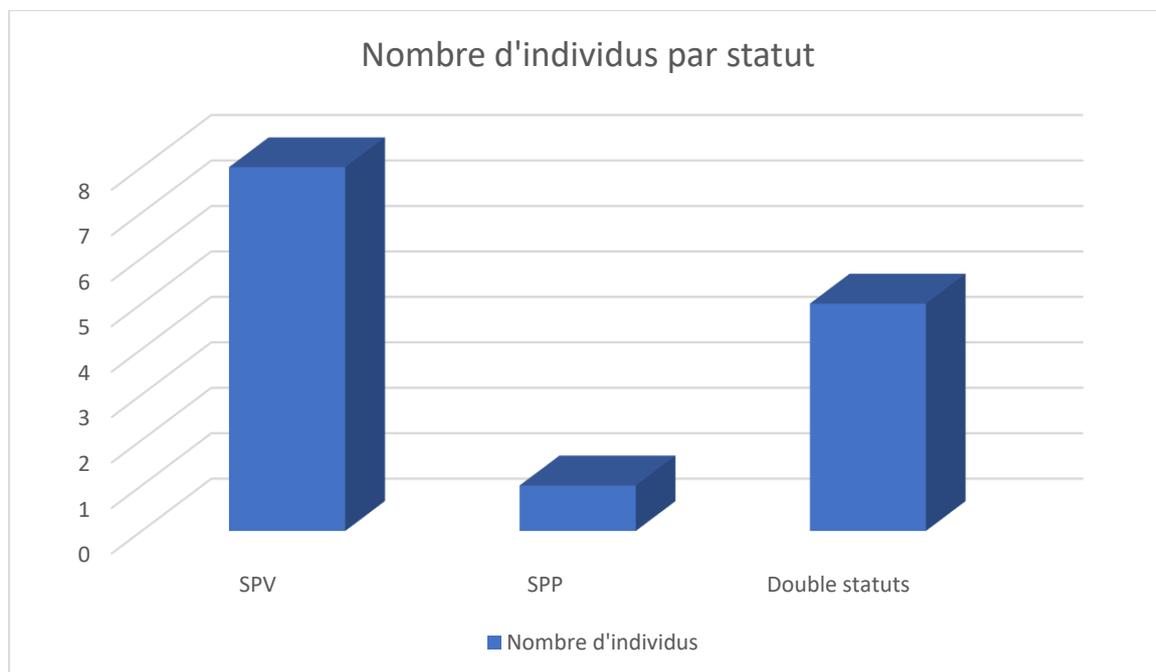


Plus de la moitié des pompiers occupaient un poste de SPV avec 8 personnes soit 57.1%.

Les pompiers en double statut étaient au nombre de 5 soit 35.7% de l'effectif.

Le poste de SPP seul était le moins représenté avec 1 personne soit 7.1%.

On retrouve ces informations dans le tableau ci-dessous.



1.3.2. Les prélèvements cutanés

	Avant décontamination		Après décontamination		Lingettes
	Poignet	Cou	Poignet	Cou	
Agent n°1	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Cleanis
Agent n°2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Cleanis
Agent n°3	0.47µg/m2	0.54µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Cleanis

Agent n°4	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Purell
Agent n°5	<0.4µg/m2	0.47µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Purell
Agent n°6	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Hartmann
Agent n°7	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Medical Thiry
Agent n°8	0.732µg/m2	<0.4µg/m2	0.700µg/m2	<0.4µg/m2	Medical Thiry
Agent n°9	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Medical Thiry
Agent n°10	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Hartmann
Agent n°11	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Hartmann
Agent n°12	<0.4µg/m2	0.628µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Purell
Agent n°13	0.912µg/m2	<0.4µg/m2	0.808µg/m2	<0.4µg/m2	Hartmann
Agent n°14	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	<0.4µg/m2	Purell

La répartition des lingettes a été aléatoire et en nombre comparable entre les différents sous-groupes.

Deux types de lingettes ont été utilisés sur 3 agents et deux autres procédés ont été testés sur 4 agents.

Le chromatographe à phase liquide possède un seuil de détection du BaP à $0.4\mu\text{g}/\text{m}^2$, 5 agents présentent des taux au-delà du seuil.

L'agent n°3 présente un taux de BaP à $0.47\mu\text{g}/\text{m}^2$ au niveau du poignet en sortie de caisson puis $<0.4\mu\text{g}$ après décontamination du poignet opposé, soit une efficacité d'au moins 14.8% de retrait des particules. Sur ce même agent, le prélèvement au niveau du cou retrouve $0.54\mu\text{g}/\text{m}^2$ en sortie de caisson et $<0.4\mu\text{g}/\text{m}^2$ après décontamination soit un minimum de 25.93% de particules en moins sur la zone.

L'agent n°5 a été retrouvé avec une contamination uniquement sur le cou à un taux de $0.47\mu\text{g}/\text{m}^2$ qui après décontamination est retrouvé à $<0.4\mu\text{g}/\text{m}^2$.

L'agent n°12 a un taux de $0.628\mu\text{g}/\text{m}^2$ avant décontamination du cou puis un taux inférieur au seuil de détection après l'utilisation de lingette.

L'agent n°8 et n°13 présentent tous deux des taux plus élevés au niveau des poignets avant et après décontamination.

1.3.3. Les prélèvements atmosphériques

Nous avons pu réaliser 2 prélèvements atmosphériques disposés à l'extérieur de la veste de feu, au niveau du cou du pompier pour être au plus proche de ce que pourrait respirer un agent sans protection respiratoire.

Le prélèvement de la première session indique $4738\text{ng}/\text{m}^3$ de particules de benzo-a-pyrène. Le stagiaire qui portait ce boîtier était situé le plus en arrière du caisson durant la majorité du stage puis il a changé de position régulièrement sur une courte période pour évaluer l'influence du

rayonnement thermique auprès du feu.

Le prélèvement de la deuxième session retrouve 50 119ng/m³ de particules de benzo-a-pyrène. Le pompier ayant été choisi se situait en deuxième position dans le caisson, soit juste derrière le formateur situé le plus proche du feu. Pendant la session il s'est déplacé régulièrement vers la fin de la session dans le même objectif que pour la 1^{ère} session.

Le résultat du 2^{ème} prélèvement est plus de 10 fois supérieur à celui du 1^{er}. Cette différence est expliquée par le positionnement différent des agents dans le caisson et par leur distance par rapport au foyer.

1.3.4. Les questionnaires

On a récolté 14 questionnaires, ils correspondent aux dispositifs utilisés par chaque agent lors des ateliers de décontamination.

Les remarques qui émanent sont essentiellement liées à une sensation de sécheresse de la peau immédiatement après l'utilisation du dispositif pour 3 modèles de lingettes sur les 4 utilisées.

Les pompiers ayant eu une décontamination ont déclaré un assèchement cutané :

- pour 50% d'entre eux (soit 2 agents sur 4) avec des lingettes provenant du laboratoire Purell,
- pour 33% d'entre eux (soit 1 agent /3) avec les lingettes du laboratoire Cleanis,
- pour 25% des agents (soit ¼ des utilisateurs) ayant testé les lingettes appartenant au laboratoire Hartmann,
- aucun n'a déclaré ce désagrément chez les utilisateurs des lingettes du laboratoire de Medical Thiry (soit 0/3 agents).

Les dispositifs du laboratoire Medical Thiry ont cependant été évalué comme présentant des inconvénients liés aux conditions d'utilisation chez 66% des stagiaires l'ayant utilisé (soit 2 agents /3). Parmi les inconvénients mentionnés, on retrouve un excès de formation de mousse et la nécessité d'utilisation d'eau qui est jugée comme étant un frein à l'utilisation rigoureuse du dispositif sur le terrain.

I.4. Discussion

La question de l'impact des fumées d'incendie sur la santé des sapeurs-pompier est un sujet majeur. Ces dernières années, plusieurs recommandations ont été émises, notamment par la CNRACL et par la DGSCGC. Celles-ci qui proposent plusieurs axes de prévention, notamment concernant la décontamination cutanée.

Suite aux préconisations émises, de nombreuses études ont été initiées concernant la protection des sapeurs-pompier permettant l'enrichissement des connaissances sur ce sujet.

Au sein du SDIS 33, nous avons souhaité évaluer les procédures de décontamination cutanée des sapeurs-pompier. Un travail d'application tutoré réalisé par un infirmier de sapeur-pompier en 2019 a révélé que de nombreux SDIS avaient mis en place des procédures internes. Cependant, il a été noté de nombreuses disparités dans les protocoles utilisés. De plus, le choix du dispositif ne reposait pas sur un fondement scientifique. En effet, aucune étude n'a jamais évalué l'efficacité des dispositifs actuellement sur le marché qui sont détournés de leur indication initiale qui est la simple hygiène cutanée.

Notre étude a donc cherché à évaluer l'efficacité de différents dispositifs disponibles afin d'orienter le choix pour la procédure du SDIS 33 mais également pour apporter un complément scientifique disponible pour les autres SDIS. Les résultats de notre étude pouvant servir de base également pour les différents fournisseurs afin de faire éventuellement évoluer leurs produits.

Nous avons décidé de réaliser cette étude au COEPT du SDIS de la Gironde. Ce choix présentait plusieurs avantages :

- Type d'exposition : les matériaux et la quantité de combustible utilisés étant similaires sur chaque stage, ce choix permettait d'être sûr que le type d'exposition était similaire pour tous les stagiaires.
- Temps d'exposition : La durée des stages de formation étant formaté (35 minutes dans le caisson), le temps d'exposition aux fumées était strictement similaire pour tous les stagiaires.
- Explication des procédures : dans le cadre du stage, un temps était prévu pour expliquer la procédure aux agents, ce qui aurait été impossible sur une intervention.

- Contrôle par les opérateurs : le contexte du stage permettait de parfaitement intégrer l'étude dans le déroulement de la formation sans l'entraver. Les opérateurs avaient la possibilité de contrôler le bon positionnement des EPI et le respect des procédures, ce qui aurait été également impossible en opération.

Cependant le COEPT n'est pas forcément représentatif des conditions réelles. En effet, les combustibles diffèrent de ceux rencontrés sur les feux urbains, ce qui a une répercussion sur la composition des fumées rencontrées.

Le contexte de l'incendie (durée d'exposition, sauvetage, protection des biens et de l'environnement, degré d'urgence, technique d'habillage moins précise lors des feux...etc.) rendrait très difficile la réalisation d'une étude de ce type sur les lieux d'une intervention. De plus les compositions des fumées et le temps d'exposition étant variables d'une intervention à l'autre, les données mesurées n'auraient pas été reproductibles.

De plus, lors des formations les agents adoptent une position à genoux qui est rarement rencontrée en intervention, l'exposition aux fumées est donc modifiée. La position à genoux expose à un panache de fumée moins important (concentration haute des fumées évoluant vers le bas), l'air est alors moins saturé en comparaison avec des conditions de feux réelles. Les prélèvements ne peuvent être entièrement représentatifs d'une exposition en intervention réelle.

L'objectif de l'étude portant sur l'efficacité de la décontamination cutanée (mesure de la différence avant et après exposition) et non sur le niveau de la contamination cutanée, nous pouvons cependant penser que les résultats seront transposables sur la réalité d'une intervention.

L'échantillon cible prévu au départ comptait 100 à 200 agents mais l'épidémie du COVID 19 n'a pas permis de poursuivre l'étude, deux sessions de prélèvement ont pu être effectuées avec 14 personnes. Le faible échantillon ne garantit pas une bonne puissance à l'étude et il ne permet pas d'obtenir des résultats significatifs. Aucun choix définitif ne pourra donc être fait à l'issue de ce travail qui sera poursuivi après la fin de l'état d'urgence sanitaire et à la reprise des stages de formation.

On peut tout de même constater que la plupart des résultats des prélèvements cutanés sont inférieurs à $0.4\mu\text{g}/\text{m}^2$ alors que le niveau d'exposition atmosphérique était très important avec $4738\text{ng}/\text{m}^3$ et $50\ 119\text{ng}/\text{m}^3$. D'après ces résultats, nous pouvons émettre l'hypothèse que les tenues des sapeurs-pompiers présentent une bonne protection contre la contamination des

fumées d'incendie.

Le soin et le temps apporté à l'habillement peuvent déjà être des éléments décisifs dans la prévention de la contamination aux fumées d'incendie.

En dehors de l'Europe, la contamination transcutanée aux toxiques des fumées est de plus en plus étudiée, mais on ne retrouve dans la littérature qu'une étude américaine qui aborde le sujet de l'efficacité des procédures de décontamination. Cette étude menée en 2017 a étudié, en tant que critère objectif secondaire, l'efficacité d'une lingette bébé pour la décontamination cutanée (mains, cou) des pompiers après leur passage en caisson feu. Les particules déposées sur le cou ont été éliminées pour 54% d'entre elles.

Une autre étude de 2017, britannique cette fois, a réalisé divers prélèvements de surface, on retrouve des valeurs de BaP cutané pour la plupart inférieures à $0.4\mu\text{g}/\text{m}^2$ hormis au niveau des mains. Les résultats retrouvés dans notre étude semblent cohérents avec ceux de l'étude britannique.

La principale limite de notre étude étant liée à la faiblesse de l'échantillon, il sera nécessaire de la poursuivre dès que les stages pourront reprendre.

Les premières mesures retrouvées ne nous permettent pas de conclure, mais nous pouvons constater une certaine efficacité de tous les dispositifs. Nous pouvons donc penser que la décontamination cutanée est importante quel que soit le dispositif choisi. Orienter le choix selon les critères secondaires de confort, de praticité, mais également de prix pourrait donc apparaître pertinent.

Enfin, devant l'hypothèse émise concernant l'efficacité de la tenue pour limiter grandement le niveau de contamination cutané, il serait intéressant d'évaluer l'impact de ces derniers en comparant différents EPI. En effet, plusieurs fabricants ont fait évoluer leurs EPI ces dernières années et notamment la cagoule de feu qui protège le cou qui représente un site à haut risque de passage transcutané de par la finesse de l'épiderme et du derme dans cette zone anatomique. Ces nouvelles cagoules voient leurs matériaux, leur forme et leur épaisseur évoluer.

Selon les résultats de ces études, il pourrait être envisagé dans l'objectif d'une meilleure prévention de limiter encore plus l'exposition, par l'optimisation des EPI en complément d'une décontamination efficace.

II. Conclusion générale

Le groupe de travail du SDIS 33 sur la toxicité des fumées a permis de mettre en lumière la nécessité de renforcer les mesures autour de la décontamination cutanée des agents en sortie d'intervention incendie.

Nous avons commencé par nous intéresser aux procédures déjà existantes dans les SDIS en France, mais également en effectuant une revue de la littérature scientifique dans le monde.

Nous avons pu constater que peu d'études avaient évalué l'efficacité de la décontamination cutanée et que les choix effectués dans les SDIS qui disposent déjà de procédure avaient été fait de manière empirique sans évaluation préalable de l'efficacité.

Dans l'objectif d'orienter le choix du dispositif le plus adapté dans la procédure du SDIS33, nous avons choisi de mener une étude nous permettant de comparer différents dispositifs utilisés actuellement pour la décontamination cutanée des sapeurs-pompiers, mais détournés de leur indication principale qui est la simple hygiène cutanée.

Notre étude qui devait initialement être réalisée sur un échantillon d'environ 100 sapeurs-pompiers a dû être arrêtée après seulement un stage en raison de l'état d'urgence sanitaire lié à la pandémie de COVID-19.

Notre échantillon de 14 personnes ne permet donc pas de tirer de conclusion, mais nous avons pu dégager certaines tendances et pistes de travail pour l'avenir.

Nous avons constaté un taux de contamination inférieur au seuil de détection sur la grande majorité des stagiaires mais également une efficacité comparable des dispositifs.

L'étude sera poursuivie afin de pouvoir confirmer ces tendances et d'obtenir des résultats significatifs. Ceci permettra de finaliser le choix du dispositif. Dans l'attente, un dispositif sera mis en place au SDIS 33 de manière empirique et sera ajusté en fonction des résultats.

Par ailleurs, une future étude évaluant l'efficacité de différents EPI de type cagoule de feu devrait être mise en place afin de trouver celle qui limiterait le plus la contamination cutanée au niveau du cou. Ceci pourrait-être l'objet d'un futur travail de thèse.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ministère de l'intérieur. Les statistiques des services d'incendie et de secours édition 2019.
2. République française. Décret n° 2013-412 du 17 mai 2013 relatif aux sapeurs-pompiers volontaires [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000027517141&categorieLien=id>
3. République française. Article L1424-7 du Code Général des Collectivités Territoriales [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000031038780&cidTexte=LEGITEXT000006070633&dateTexte=20150809>
4. République française. Article L1424-2 du Code Général des Collectivités Territoriales [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006389321&cidTexte=LEGITEXT000006070633&dateTexte=19960504>
5. République française. Article R1424-24 du Code Général des Collectivités Territoriales [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006394897&cidTexte=LEGITEXT000006070633&dateTexte=20000409>
6. République française. 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 préventive au sein des services départementaux d'incendie et de secours [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000765094>
7. République française. Annexe II de l'arrêté du 6 mai 2000 Relative aux conditions d'aptitude médicale auxquelles doivent satisfaire les sapeurs pompiers pratiquant des activités spécialisées.
8. République française. Arrêté du 20 décembre 2012 Relatif à la détermination du profil médical d'aptitude en cas de pathologie médicale ou chirurgicale. [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000027663216&categorieLien=id>
9. République française. Décret n°85-603 du 10 juin 1985 relatif à l'hygiène et à la sécurité du travail ainsi qu'à la médecine professionnelle et préventive dans la fonction publique territoriale - Article 11 [Internet]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=06E98832A56508AE16857E8BD8B4BE9D.tpdila16v_1?idArticle=LEGIARTI000030233633&cidTexte=JORFTEXT000000700869&categorieLien=id&dateText

10. CNRACL. Impacts et prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie pour les sapeurs-pompier. 2017.
11. ANSES. Effets sanitaires liés à la pollution générée par les feux de végétation à l'air libre. Maisons-Alfort; 2012 mai.
12. Andersen MHG, Saber AT, Pedersen JE, Pedersen PB, Clausen PA, Løhr M, et al. Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure, lung function, systemic inflammation, and genotoxicity in peripheral blood mononuclear cells from firefighters before and after a work shift. *Environ Mol Mutagen*. 2018;59(6):539-48.
13. Amadeo B, Marchand J-L, Moisan F, Donnadiou S, Gaëlle C, Simone M-P, et al. French firefighter mortality: analysis over a 30-year period. *Am J Ind Med*. avr 2015;58(4):437-43.
14. 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.
15. Guidotti TL. Occupational mortality among firefighters: assessing the association. *J Occup Environ Med*. déc 1995;37(12):1348-56.
16. 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.
17. 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.
18. Zeig-Owens R, Webber MP, Hall CB, Schwartz T, Jaber N, Weakley J, et al. Early assessment of cancer outcomes in New York City firefighters after the 9/11 attacks: an observational cohort study. *Lancet Lond Engl*. 3 sept 2011;378(9794):898-905.
19. Moir W, Zeig-Owens R, Daniels RD, Hall CB, Webber MP, Jaber N, et al. Post-9/11 cancer incidence in World Trade Center-exposed New York City firefighters as compared to a pooled cohort of firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (9/11/2001-2009). *Am J Ind Med*. 2016;59(9):722-30.
20. DGSCGC F-C. Cohorte CPRIM - Bilan scientifique de la mortalité des sapeurs-pompier professionnels actifs au 1er janvier 1979. 2012 janv.
21. Josianne Roy, Pascal Gagnon, Jean Bartolo, Jean Melançon, Daniel Perron. Les risques de cancers chez les pompier, comment s'y prémunir ! 2016 mai 21.
22. Paul G. Brantom, Ian Brown, Marc Baril, Roseanne McNamee. Revue de la littérature épidémiologique sur le risque de cancer chez les pompier Rapports scientifiques. IRSST; 2018.
23. Ministère de l'intérieur. Arrêté du 8 avril 2015 fixant les tenues, uniformes, équipements, insignes et attributs des sapeurs-pompier [Internet]. Disponible sur:

24. La prévention des effets des fumées sur la santé des sapeurs pompiers en France Etat des lieux : connaissances et pratiques - CNRACL. 2016 juin 14.
25. Ministère de l'intérieur. Bilan et évaluation de la mise en oeuvre du rapport de mission sur la sécurité des sapeurs pompiers en interventions.
26. Ministère de l'intérieur. Circulaire du 06 octobre 2003. 2003.
27. Laitinen J, Mäkelä M, Mikkola J, Huttu I. Fire fighting trainers' exposure to carcinogenic agents in smoke diving simulators. *Toxicol Lett.* 15 janv 2010;192(1):61-5.
28. Glass DC, Del Monaco A, Pircher S, Vander Hoorn S, Sim MR. Mortality and cancer incidence at a fire training college. *Occup Med Oxf Engl.* oct 2016;66(7):536-42.
29. CNRACL. Impacts et prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie pour les sapeurs-pompiers. 2020.
30. Les contaminants chimiques cancérogènes au travail. Colloque FTQ; 2017 oct 12.
31. Sjöström M, Julander A, Strandberg B, Lewné M, Bigert C. Airborne and Dermal Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Volatile Organic Compounds, and Particles among Firefighters and Police Investigators. *Ann Work Expo Health.* 21 mai 2019;63(5):533-45.
32. Strandberg B, Julander A, Sjöström M, Lewné M, Hatice KA, Bigert C. An improved method for determining dermal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Chemosphere.* mai 2018;198:274-80.
33. Blandine Doornaert, Annick Pichard, Chantal Gui. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique - FET) et approche par mélanges Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets non cancérigènes : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR). 2003.
34. Cherry N, Aklilu Y-A, Beach J, Britz-McKibbin P, Elbourne R, Galarnau J-M, et al. Urinary 1-hydroxypyrene and Skin Contamination in Firefighters Deployed to the Fort McMurray Fire. *Ann Work Expo Health.* 19 avr 2019;63(4):448-58.
35. Andersen MHG, Saber AT, Clausen PA, Pedersen JE, Løhr M, Kermanizadeh A, et al. Association between polycyclic aromatic hydrocarbon exposure and peripheral blood mononuclear cell DNA damage in human volunteers during fire extinction exercises. *Mutagenesis.* 24 2018;33(1):105-15.
36. Amster ED, Fertig SS, Baharal U, Linn S, Green MS, Lencovsky Z, et al. Occupational exposures and symptoms among firefighters and police during the Carmel forest fire: the Carmel cohort study. *Isr Med Assoc J IMAJ.* juin 2013;15(6):288-92.
37. Wingfors H, Nyholm JR, Magnusson R, Wijkmark CH. Impact of Fire Suit Ensembles on

- Firefighter PAH Exposures as Assessed by Skin Deposition and Urinary Biomarkers. *Ann Work Expo Health*. 13 2018;62(2):221-31.
38. 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.
 39. 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*. 2017;14(10):801-14.
 40. White SC, Hostler D. The effect of firefighter protective garments, self-contained breathing apparatus and exertion in the heat on postural sway. *Ergonomics*. août 2017;60(8):1137-45.
 41. ANSES. Risques sanitaires liés aux expositions professionnelles des sapeurs-pompiers - Rapport d'appui scientifique et technique [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2018SA0066Ra.pdf>
 42. Département Cancer environnement. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) [Internet]. 2018. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/235-Hydrocarbures-aromatiques-polycycliques-HAP.ce.aspx>
 43. C. Chivas. Toxicité et dispersion des fumées d'incendie Phénoménologie et modélisation des effets. INERIS; 2005.
 44. Emmanuel David. Exposition au risque chimique par inhalation lors des entraînements en caisson de brûlage [Thèse pour le diplôme d'état de docteur en médecine, spécialité médecine générale]. [Toulouse]: Université Toulouse III - Paul Sabatier; 2018.
 45. Ministère de l'intérieur D. Guide de doctrine relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie. 2018.
 46. Exposition aux fumées : l'impact santé. 1er Congrès de la zone de Nage (Be) présenté à; 2018 févr 22.
 47. Vincent Monnoir. Comparaison de l'astreinte thermique induite par les appareils respiratoires isolants de grande capacité à circuit-ouvert et à circuit-fermé chez les sapeurs-pompiers [Thèse pour le diplôme d'état de docteur en médecine, spécialité de médecine du travail]. [Bordeaux]: Université de Bordeaux; 2017.
 48. Major Belaire. Filière sale-propre : mise en oeuvre d'une politique de santé globale [Internet]. Congrès du ANDSSSP (association nationale de défense de la santé et de la sécurité des sapeurs-pompiers) : pompiers en danger, l'exposition aux fumées tue!; 2018 sept; Angouleme. Disponible sur: <https://www.fichier-pdf.fr/2018/11/25/sale-propre-colloque-poitiers-2018---manu-belaire/>
 49. Programme Santé au travail CLSC Donnacona (Québec). Les contaminants de l'incendie Guide de procédure de nettoyage des vêtements de protection individuelle, outils et accessoire, à l'intention des services de sécurité incendie. 2018.

50. ALLONNEAU Alexandre. Étude de l'exposition aux fumées d'incendie des sapeurs-pompiers affectés en structure de feu contrôlé. BSPP; 2018.
51. Oliveira M, Slezakova K, Fernandes A, Teixeira JP, Delerue-Matos C, Pereira M do C, et al. Occupational exposure of firefighters to polycyclic aromatic hydrocarbons in non-fire work environments. *Sci Total Environ.* 15 août 2017;592:277-87.
52. Kirk KM, Logan MB. Structural Fire Fighting Ensembles: Accumulation and Off-gassing of Combustion Products. *J Occup Environ Hyg.* 2015;12(6):376-83.
53. Harrison TR, Muhamad JW, Yang F, Morgan SE, Talavera E, Caban-Martinez A, et al. Firefighter attitudes, norms, beliefs, barriers, and behaviors toward post-fire decontamination processes in an era of increased cancer risk. *J Occup Environ Hyg.* 2018;15(4):279-84.
54. Oliveira M, Slezakova K, Magalhães CP, Fernandes A, Teixeira JP, Delerue-Matos C, et al. Individual and cumulative impacts of fire emissions and tobacco consumption on wildland firefighters' total exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *J Hazard Mater.* 15 juill 2017;334:10-20.
55. 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.
56. Perpère P. En France, quelles sont les pratiques sur la décontamination cutanée des agents exposés aux risques des fumées toxiques d'incendie? « Il n'y a pas de fumée sans décontamination » [Diplôme Inter-Universitaire des Services de Santé et de Secours Médical des Services Départementaux d'Incendie et de Secours]. 2019.
57. Metropol - INRS. HAP M-332. 2018.
58. Pantaloni F. Tolérance physique au port de l'appareil respiratoire isolant chez les sapeurs-pompiers. *Arch Mal Prof.* oct 2010;71(63614):790-7.
59. Ministère de l'intérieur D. Guide de doctrine opérationnelle - Interventions sur les incendies de structures. 2018.

ANNEXES

 <p>Service de Santé et de Secours Médical</p>	<p>ETUDE SUR L'EVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE LA DÉCONTAMINATION CUTANÉE DES SAPEURS-POMPIERS AUX HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</p> <p>CONSENTEMENT ECLAIRÉ</p>
---	--

Je, soussigné déclare accepter de participer comme sujet, librement et de façon éclairée, à l'étude intitulée : **Evaluation de l'efficacité de la décontamination cutanée des sapeurs-pompiers aux hydrocarbures aromatiques polycycliques**

Responsable de l'étude : Médecin Lieutenant-Colonel François PANTALONI

Investigateur principal : Natacha LOUVIAUX, interne en médecine du travail

Présentation de l'étude : A la suite d'un groupe de travail du SDIS 33 consacré à la toxicité des fumées d'incendies, le SSSM a proposé une étude reposant sur la détermination d'un dispositif de décontamination cutanée des sapeurs-pompiers. L'objectif de cette étude est d'évaluer et de comparer l'efficacité de la décontamination cutanée effectuée avec différents dispositifs (lingettes, gants, éponges), ainsi que leur ergonomie d'utilisation.

L'évaluation de l'efficacité se fera au moyen de plusieurs prélèvements cutanés permettant de mesurer la contamination par les hydrocarbures aromatiques polycycliques présents dans les fumées, après exposition, ainsi que la quantité résiduelle sur la peau après décontamination.

Un questionnaire sera remis également au participant afin de recueillir ses impressions en matière d'ergonomie.

Engagement de l'investigateur principal : il s'engage à mener cette étude selon les dispositions éthiques et déontologiques, à protéger l'intégrité physique, psychologique et sociale des personnes tout au long de l'étude et à assurer la confidentialité des informations recueillies.

Liberté du participant : le consentement pour participer à l'étude peut être retiré à tout moment sans donner de raison et sans encourir aucune responsabilité ni conséquence.

Information du participant : le participant a la possibilité d'obtenir des informations supplémentaires concernant cette étude auprès de l'investigateur principal.

Confidentialité des informations : toutes les informations concernant les participants seront conservées de façon anonyme et confidentielle. Les résultats obtenus à l'issue du traitement des prélèvements et du questionnaire pourront faire l'objet de publications scientifiques, mais dans le respect de l'anonymat des participants.

Je souhaite recevoir par mail les résultats de cette étude : OUI NON

adresse mail à préciser en cas de réponse positive :

Fait à Bassens, le/...../2020

Signatures :

Le participant,

L'investigateur principal,
Natacha LOUVIAUX





ETUDE SUR L'EVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE LA DÉCONTAMINATION CUTANÉE DES SAPEURS-POMPIERS AUX HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

AUTOQUESTIONNAIRE

- 1- Le dispositif est-il facile d'utilisation ?
 OUI NON

- 2- Avez-vous été gêné par l'odeur de la lingette ?
 OUI NON

- 3- Avez-vous été dérangé par la sensation sur votre peau ?
 OUI NON

- 4- Avez-vous ressenti un assèchement de la peau après utilisation ?
 OUI NON

- 5- Avez-vous constaté une réaction cutanée locale ?
 OUI NON

- 6- Avez-vous ressenti d'autres effets désagréables ? Si oui, lesquels ?
 OUI NON
.....
.....
.....

- 7- Etes- vous satisfait du dispositif utilisé ?
 OUI NON

- 8- Seriez-vous prêt à utiliser ce dispositif sur les lieux de l'intervention ? Si non, pourquoi ?
 OUI NON
.....
.....
.....

Commentaires :
.....
.....
.....



FICHE TECHNIQUE

Réf. Pack x12: 9929186 – Pack x2: 9929192

1- Produit

- 1.1- Description** Gants de toilette à usage unique doublés d'un revêtement interne, pré-imbibés d'une lotion nettoyante (formule sans parfum spéciale peaux fragiles) pour la toilette corporelle quotidienne sans rinçage, particulièrement des patients alités, incontinents ou dépendants.
- 1.2- Composition** - Gant : non-tissé : 90 g/ m², gaufré 3D, 40% viscose, 60% PET, doublé d'un film PE 25µm.
- Lotion : Ingrédients: AQUA, DISODIUM COCOAMPHODIACETATE, GLYCERIN, PHENOXYETHANOL, ALLANTOIN, BENZOIC ACID, PANTHENOL, DEHYDROACETIC ACID, TOCOPHERYL ACETATE, ETHYLHEXYLGLYCERIN, ALOE BARBADENSIS LEAF JUICE, SIMETHICONE, CITRIC ACID, SODIUM HYDROXIDE.
- 1.3- Caractéristiques** Spécialement indiqué :
- Dans le cadre de la prévention des escarres pour les personnes maintenues en décubitus, moins d'irritation cutanée.
- En soins intensifs ou palliatifs : quand l'état du patient ne permet aucune autre toilette.
- En psychiatrie : quand les spasmes et la crainte de l'eau rendent impossible les autres méthodes.
Lotion hypoallergénique, sans parabens, testée dermatologiquement (3 tests) : Patch test (irritation cutanée), test HET-CAM (irritation oculaire), test d'hypoallergénicité.

2- Utilisation

- 2.1- Mode d'emploi** 1- Ouvrir le pack.
2- Prendre un gant de toilette et y enfiler la main (de préférence protégée par un gant d'examen type Vinyle), refermer le pack.
3- Laver directement la peau selon le protocole de toilette en vigueur, le produit n'a pas besoin d'être rincé.
4- La lotion sèche sur la peau et forme une couche de protection; le produit peut ne pas être séché.
- 2.2- Élimination** Ne pas jeter aux toilettes. Élimination selon les protocoles en vigueur : dans les déchets ménagers ou en DASRI si indiqué.
- 2.3- Précautions d'emploi** Produit à usage unique. Ne pas réutiliser après emploi. Ne pas utiliser sur peau lésée. En cas de risque infectieux, réserver chaque pack de gants à un patient unique. Rincer abondamment l'œil en cas de contact oculaire ou la bouche en cas d'ingestion ; appeler un médecin si nécessaire.

3- Réglementaire

- 3.1- Conformité** Conforme au Règlement (CE) n°1223/2009 relatif aux produits cosmétiques.
- 3.2- Identification** Chaque produit est identifié par un numéro de lot et une date de péremption (3 ans).
- 3.3- Code douanier** 3401110000 (selon la législation européenne en vigueur).
- 3.4- Sécurité** Ce produit n'est pas dangereux selon les critères de l'Union Européenne. Fiche de données de sécurité disponible sur demande.

4- Conditionnement

RÉF.	UNITÉ	PRESENTOIR	CARTON	PALETTE
9929186	1 pack = 12 pièces 140x40x260mm 0,38kg	1 display = 6 packs 205x130x200mm 2,6kg	1 master carton = 2 displays 230x270x215mm (h) 5,1kg	1 palette = 112 master cartons (8 étages de 14) 80x120x190cm - 581,7kg
9929192	1 pack = 2 pièces 140x10x260mm 0,071kg	1 display = 25 packs 215x130x250mm 2,1kg	1 master carton = 2 displays 225x270x260mm (h) 4,1kg	1 palette = 98 master cartons (7 étages de 14 cartons) 80x120x190cm - 411,9kg

* Marques, dessins et modèles internationaux déposés - Dimensions, poids, volume : +/- 5% - Version 02/12/2018



Certifié
ISO 13485

CLEANIS S.A.S.U
22 avenue Aristide Briand
94110 ARCUEIL

CLEANIS Inc.
31 W 34th Street, Floor 8
New York, NY 10001

CLEANIS K.K.
Honey Hokokai Building 4F, 1-5
Hibonbashi-Hokokai-cho, Chuoh-ku
Tokyo 103-0015

CLEANIS Italia S.R.L.
Viale delle Robbiate 2
37064 Vigasio - VR - ITALIA

Web:
www.cleanis.com

PURELL® Lingettes Nettoyantes Corps

Lingettes imprégnées d'une lotion nettoyante et adoucissante pour la toilette de l'adulte ou en cas d'incontinence

Marché cibles: maisons de retraite, hôpitaux, soins et hygiène à domicile



- Testées sous contrôle gynécologique et dermatologique pour une utilisation sur les parties intimes
- Contient de l'Aloe Vera et de l'Huile d'Argan BIO*
- Laisser la peau apaisée
- Pratiques : utilisation sans eau et sans rinçage

INFORMATIONS TECHNIQUES	
Innocuité	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne tolérance cutanée, testées sous contrôle médical. • Testées sous contrôle dermatologique et gynécologique.
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> • Substrat: Spunlace embossé • Taille: 200 x 220 mm • Parfum: Floral • pH: pH physiologique
Conservation	<ul style="list-style-type: none"> • Durée de conservation: 30 mois. • Conserver les lingettes dans leur emballage d'origine fermé à température ambiante.
Mode d'emploi	<p>1. Prendre une lingette. 2. Essuyer délicatement la peau. 3. Ne pas rincer, laisser sécher. 4. Fermer le paquet après utilisation. 5. Lingette à usage unique. Jeter la lingette dans une poubelle.</p> 
Propriétés	<ul style="list-style-type: none"> • Contient de l'Aloe Vera* hydratante et de l'Huile d'Argan* adoucissante. • Procurent une sensation de douceur et de fraîcheur après usage.
Précautions d'emploi	<ul style="list-style-type: none"> • Pour usage externe, sur peau saine seulement. • Ne pas utiliser sur des enfants de moins de 3 ans. • Jeter les lingettes conformément à la réglementation locale. • En cas de contact avec les yeux, rincer abondamment. • Tenir hors de portée des enfants.

* Ingrédient issu de l'Agriculture Biologique

INGRÉDIENTS	
Nom EU INCI de l'ingrédient**	Rôle
AQUA	Solvant
PROPYLENE GLYCOL	Solvant
CETEARETH-25	Tensioactif
POLYSORBATE 80	Tensioactif
SODIUM BENZOATE	Conservateur
ETHYLHEXYLGLYCERIN	Conservateur
PARFUM	Parfum
PROPANEDIOL	Solvant
CITRIC ACID	Ajusteur de pH
ARGANIA SPINOSA KERNEL OIL*	Agent émollient et adoucissant
LACTIC ACID	Ajusteur de pH
TETRASODIUM GLUTAMATE DIACETATE	Agent chélatant naturel et renouvelable
ALOE BARBADENSIS LEAF EXTRACT*	Agent hydratant et apaisant
RHAMNOSE	Mix d'ingrédients, composants de l'agent antibactérien et modulateur de la réponse inflammatoire
GLUCOSE	
GLUCURONIC ACID	

*Ingrédient issu de l'Agriculture biologique

**European International Nomenclature Cosmetic Ingredient

CONDITIONNEMENT	CODE PRODUIT
12 sachets de 70 lingettes	94004-12-EEU



GOJO Industries - Europe, Ltd.*
Units 5 & 6
Stratus Park
Bristol
Milton Keynes
MK10 0DS UK
Tel: +44 (0) 1908 588666
Fax: +44 (0) 1908 588665

Fabriqué en France par :
Laboratoire Prodene Kint
- a GOJO Family Company
8 Rue Léon Israël
77183 Croissy-Beaubourg - France
Tel: +33 (0)1 60 95 49 00
Fax: +33 (0)1 60 95 49 49

GOJO Iberia España, S.L. Paseo de
la Castellana, 90, 2ª planta,
28046 Madrid, España
Tel: +351 218 988 230
Fax: +351 21 898 82 39

GOJO Switzerland Sàrl
Chemin du Faubourg-de-Cruelles 11,
c/o RGM (GmbH) SA,
1227 Carouge
GE +41 225706037

Prodene GmbH -
a GOJO Family Company
Im Trutz Frankfurt 55
60322 Frankfurt, Germany
Tel: +49 (0) 6074 9196057
Fax: +49 (0) 6074 9196685

MoliCare Skin Lingettes imprégnées

Toilette des peaux matures sensibles

Référence	Taille ou dimensions produit	EAN13 carton
995038	Sachet distributeur	4052101990261



Produit

Lingettes blanches en nontissé très doux, imprégnées d'une lotion nettoyante enrichie à la camomille, au pH neutre à la peau.

Elles s'utilisent sans eau et ne nécessitent pas de rinçage.

Testé sous contrôle dermatologique.

Indications / Classification

Toilette du visage, des mains et des parties intimes en cas d'incontinence des peaux matures sensibles et sollicitées.

MoliCare Skin Lingettes imprégnées est un cosmétique.

Spécifications

Composition :

Composition du liquide d'imprégnation :

Aqua, Polyglyceryl-4 Caprate, Sorbitan Caprylate, Octyldodecanol, Disodium EDTA, Sodium Benzoate, Parfum, Caprylyl Glycol, Sodium Cocoamphoacetate, Citric Acid, Chamomilla Recutita Flower Extract

Sans colorant

Sans ingrédients d'origine animale

Composition et dimensions de la lingette :

Nontissé viscose/polyester

Dimensions dépliées 200 x 295 +/- 5mm

Caractéristiques :

pH : 5,5 +/- 0,5 (neutre à la peau)

Aspect réglementaire :

Le liquide d'imprégnation est conforme aux exigences de la Directive Européenne sur les produits cosmétiques (Directive 76/768/CEE du Conseil du 27/07/1976 avec adaptations techniques et amendements)

Les matériaux d'emballage répondent aux recommandations de la directive européenne 90/128/CEE et ses amendements concernant les matériaux plastiques et les articles destinés à entrer en contact avec les produits alimentaires.

La tolérance cutanée à MoliCare Skin Lingettes imprégnées a fait l'objet de tests dermatologiques sur des personnes ayant une peau endommagée (scarifiée) avec le résultat < très doux >. Dans le cas d'un test in-vitro, le liquide d'imprégnation n'a pas montré de signes d'irritations sur les muqueuses.

begobaño® réf. BS-8

Éponge avec savon à usage unique
pour un nettoyage et une hygiène corrects de la peau



Les éponges begobaño® sont recommandées pour la toilette quotidienne.
Elles éliminent délicatement la saleté avec un effet de massage agréable.

Unités paquet	Composition	Contenu par boîte	Unités par boîte	Taille de l'éponge	Poids de l'éponge
1	Mousse de polyuréthane densité 15 kg/m ³	12 sachets de 100 paquets	1 200 éponges	7,5 x 13 cm ± 5 % Épaisseur : 2,45 cm	3,5 – 4,3 g

INFORMATIONS POUR LE TRANSPORT :

Dimensions de la boîte : 720 x 585 x 840 mm
Poids de la boîte : 7 kg ± 10 %
Palette avec 5 boîtes
Dimensions de la palette : 120 x 80 x 257 cm
Semi-remorque avec 33 palettes ou 205 boîtes en vrac

CODES BARRES :

GTIN 13: 8426696000063
GTIN 14: 18426696000060

Stockage et vie utile

- Stocker dans un endroit frais et sec.
- Expiration : 36 mois. Utiliser dans les 12 mois après ouverture

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Les éponges sont composées de polyuréthane, un matériau efficace, doux et durable.

GEL : DESCRIPTION, COMPOSANTS ET PROPRIÉTÉS

Le gel contenu dans les éponges est dermatologique et hypoallergénique avec un pH de 5,5 ± 0,3.

COMPOSANTS	PROPRIÉTÉS
Eau	Dissolvant
Laureth sulfate de sodium	Nettoyant, émulsifiant, moussant et tensioactif
Cocamide DEA	Émulsifiant, stabilisateur et intensificateur de mousse, tensioactif, modificateur rhéologique
Disodium Cocoamphodiacetate	Nettoyant, intensificateur de mousse, hydrotrope, revitalisant pour les cheveux et la peau, tensioactif
Acide citrique	Agents tampons, complexants et masquants
Parfum	Agent masquant
Acide lactique, Propylène glycol, Acide malique, extrait de romarin, extrait de feuille de thé vert, extrait de fleur d'oranger amer	Conservateurs
CI 42090, CI 47005, CI 61570	Colorants
Chlorure de sodium	Excipient de colorant
Sulfate de sodium	Excipient de colorant
Hydroxyde de sodium	Solution tampon
Benzophenone-4	Filtre UV

QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE

Limite (bactéries aérobies, moisissures, levures) cm ² de produit	< 100 UFC / cm ²
Escherichia coli, Staphylocoque doré, Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans	Absence

SERMENT

« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque. »

RÉSUMÉ

Titre : Évaluation de l'efficacité de la décontamination cutanée des sapeurs-pompiers aux fumées

INTRODUCTION : La décontamination cutanée des pompiers permet de limiter le temps de contact de substances toxiques avec la peau ce qui limite leur absorption. Des recommandations existent mais aucune étude scientifique visant à mettre en place un dispositif n'a été étudié.

OBJECTIF : L'étude cherche à évaluer l'efficacité de plusieurs dispositifs à retirer les particules de benzo-a-pyrène, connues comme cancérogènes, déposées sur la peau des sapeurs-pompiers à l'issue d'un feu.

MÉTHODE : Après le passage en caisson feu, 14 sapeurs-pompiers ont eu des prélèvements cutanés des poignets et du cou avant et après décontamination par quatre types de lingettes. Deux prélèvements atmosphériques ont été effectués en parallèle.

RÉSULTATS : Les prélèvements cutanés révèlent une faible contamination avec seulement cinq échantillons retrouvant un taux légèrement supérieur à $0.4\mu\text{g}/\text{m}^2$, seuil fixé de détection du chromatographe en phase liquide.

CONCLUSION : L'étude doit être poursuivie afin de proposer des pistes aidant au choix scientifique d'un outil de décontamination adapté aux contaminants rencontrés par les pompiers. Nous recommandons l'utilisation de nouvelles cagoules afin de diminuer au maximum la contamination cutanée.

Mots clés : décontamination cutanée hydrocarbures aromatiques polycycliques incendie sapeurs-pompiers caisson lingette prévention

ABSTRACT

Title : Analysis of the skin decontamination procedure for firefighters after smoke exposure

Abstract :

INTRODUCTION : The firefighters' skin decontamination limits the skin exposure with toxic substances, therefore reducing their absorption. Even if advices were given, no studies to develop a scientific tool have been conducted.

OBJECTIVE : The study evaluates the effectiveness of several benzo-a-pyrene particles removal methods. These particles, known as carcinogenic, are found on firefighter's skin after an intervention.

METHOD : After training exercise, 14 firefighters had skin samples taken from the wrists and neck before and after decontamination with 4 types of wipes. Two atmospheric samples were taken in parallel.

RESULTS : The skin samples show a low level of contamination. Only five of them have a level slightly higher than the liquid chromatograph detection limit, which is set at 0.4 μ g/m².

CONCLUSION : The study must be continued in order to establish lines of approach to develop decontamination methods that are adapted to the contaminants the firefighters face. We recommend the use of new protective hoods in order to reduce skin contamination as much as possible.

Keywords : skin decontamination polycyclic aromatic hydrocarbons firefighters fire training exercise prevention