



## 1ère Journée d'information scientifique

# Les risques différés en santé des sapeurs-pompiers

Document de synthèse des interventions

*Jeudi 15 mai 2025 à Angers*



Photo©Arnaud BEINAT/SDIS57

Le jeudi 15 mai 2025, s'est tenue à Angers, en partenariat avec le SDIS 49, le CHU et l'université d'Angers, la première Journée d'information scientifique dédiée aux risques différés en santé des sapeurs-pompiers. Cet événement s'inscrit dans la continuité de l'installation, le 24 mai 2024, de l'Observatoire national de la santé des agents des services d'incendie et de secours (ONSAS), qui réaffirme l'importance de considérer la santé des agents au cœur des priorités collectives.

L'ONSAS joue un rôle stratégique en offrant un cadre structuré d'analyse et de réflexion. Espace de dialogue entre sapeurs-pompiers issus des organisations syndicales, représentants des employeurs, experts scientifiques et membres de l'administration, cet observatoire garantit une démarche pluridisciplinaire d'étude des problématiques de santé liées aux métiers du secours. Cette synergie favorise l'identification des besoins et la formulation de solutions concrètes, tant en matière de prévention que d'accompagnement des services.

Les sapeurs-pompiers, qu'ils soient professionnels ou volontaires, ainsi que les personnels administratifs, techniques et spécialisés, exercent leurs missions dans des conditions difficiles, les exposant à des risques pour leur santé spécifiques, à la fois immédiats et différés. Ces risques nécessitent une attention particulière pour garantir la mise en œuvre de mesures de prévention et de réparation adaptées.

Cette première journée d'information scientifique, réunissant des spécialistes de haut niveau, a permis de dresser un état actualisé des connaissances sur plusieurs risques différés en santé actuellement médiatisés. Elle a mis en lumière certaines préoccupations majeures en la matière, notamment les expositions aux PFAS, à l'amiante, aux HAP ainsi que les risques psychologiques. L'événement a également constitué un espace d'échange propice au partage d'informations entre tous les participants.

L'ONSAS poursuit ses objectifs : améliorer l'information et la connaissance sur la santé des agents des services d'incendie et de secours, collecter et analyser des données fiables, formuler des recommandations adaptées aux réalités des services et accompagner les décideurs dans leurs choix.

# Programme

**9h** : Accueil des participants

**10h** : Ouverture par M. Philippe CHOPIN, préfet de Maine-et-Loire; Mme. Tiphaine PINAULT, directrice des sapeurs-pompiers et M. Nooruddine Muhammad, 1er vice-président du CA du SDIS 49

**10h30** : Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS, Dr. BESSONNEAU, Directeur du département des sciences en santé environnementale EHESP

**11h15** : Amiante et santé, Pr. DESCATHA, Université-CHU d'Angers

**12h** : HAP, dérivés organiques et non organiques des fumées, Pr. ANDUJAR Pathologies professionnelles et de l'environnement CHU de Créteil

**12h45** : Déjeuner

**13h45** : Relevé des expositions : Pourquoi et comment ?, Pr. GERAUT, médecine du travail du Service de Santé des Armées

**14h30** : Exposition psychosociale des sapeurs-pompiers, Dr. DURET, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

**15h15** : Présentation d'une étude portant sur l'étanchéité de l'appareil isolant et le port de la barbe; temps de parole institutionnel de la DGSCGC

**16h** : Clôture

# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

**Dr. Vincent Bessonneau**

*Univ Rennes, Inserm, EHESP, Irset (Institut de recherche en santé, environnement et travail)  
– UMR\_S, 1085 Rennes, France*

Les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) – aussi connues sous l'appellation polluants éternels – constituent une vaste famille de composés chimiques synthétiques utilisés depuis les années 1950 pour leurs propriétés antiadhésives, hydrofuges et résistantes à la chaleur. Leur usage, notamment dans les mousses anti-incendie (AFFF) et certains équipements de protection individuelle, place potentiellement les pompiers parmi les populations professionnelles les plus exposées à ces substances. L'exposition chronique à ces substances peut engendrer des effets délétères pour la santé humaine : altérations du système immunitaire, perturbations endocriniennes, troubles métaboliques, et risques accrus de certains cancers.

Dans le cadre d'une étude de biosurveillance des expositions chimiques menée auprès de femmes pompiers dans la région de San Francisco (Californie, USA), nous avons comparé les concentrations sanguines de 12 substances de la famille des PFAS à celles observées chez un groupe témoin composé de femmes employées de bureau (1). Cette étude a mis en évidence des concentrations sanguines plus élevées de trois PFAS — le PFHxS, le PFUnDA et le PFNA — chez les femmes pompiers comparativement aux employées de bureau. Ce résultat suggère que les expositions à ces PFAS pourraient être liées à leur activité professionnelle de lutte anti-incendie. Compte tenu des différences de contexte opérationnel, notamment une fréquence d'intervention en lutte anti-incendie souvent moindre en France par rapport aux États-Unis, ces données ne sont pas directement transposables. Elles mettent toutefois en lumière la nécessité de mener des études spécifiques en France et en Europe, afin de documenter les niveaux d'exposition aux PFAS des sapeurs-pompiers dans nos contextes nationaux et d'évaluer les déterminants afin d'orienter les politiques de prévention et de protection adaptées (2).

## Référence

1. Trowbridge J, Gerona RR, Lin T, Rudel RA, Bessonneau V, Buren H, Morello-Frosch R. Exposure to Perfluoroalkyl Substances in a Cohort of Women Firefighters and Office Workers in San Francisco. *Environ Sci Technol*. 2020 Mar 17;54(6):3363-3374. doi: 10.1021/acs.est.9b05490. Epub 2020 Feb 26. PMID: 32100527; PMCID: PMC7244264. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b05490>
2. Plan d'actions interministériel sur les PFAS (avril 2024) [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2024.04.05\\_Plan\\_PFAS.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2024.04.05_Plan_PFAS.pdf)

# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



**Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers  
aux PFAS**

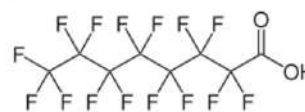
Etat des connaissances scientifiques

Vincent Bessonneau  
Directeur du département des sciences en santé environnementale, EHESP  
Directeur du LERES, EHESP/IRSET

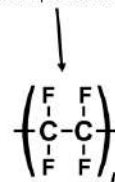


## Qu'est-ce que les PFAS ?

- Substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS)
- Liaisons C-F; liaisons extrêmement solides  
→ Persistance dans l'environnement : « polluants éternels »
- Entre 4 000 et 15 000 substances différentes
- Propriétés antiadhésives, imperméabilisantes, et résistances aux fortes chaleurs



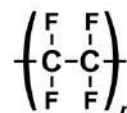
Formule chimique du PFOA



Téflon

## PFAS – De la découverte aux applications (1)

- **1938** : Découverte accidentelle du Téflon® dans les laboratoires DuPont de Nemours dans le New Jersey  
→ poudre cireuse blanche, insoluble, résistant à des températures de 260°C
- **1940** : première utilisation du Téflon® dans le cadre du projet Manhattan – revêtement des joints d'étanchéité pour l'enrichissement de l'uranium



# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## PFAS – De la découverte aux applications (2)

- **Années 50** : Utilisation commerciale à grande échelle (industrie et produits de consommation)
- **Années 60** : Second essor avec le développement de mousses utilisées dans la lutte anti-incendie (AFFF)



## PFAS – De la découverte aux applications (3)

- **Années 70 – 2000** : généralisation de l'utilisation des PFAS



Gallard et al. 2024 Cahiers de nutrition et de diététique, 59, 6, 349-361

## PFAS – Contamination environnementale et effets sanitaires (1)

1956

Université de Stanford observe que les PFAS s'accrochent aux protéines du sang humain

1965

Etude animale de DuPont observe des effets sur le foie et la rate

1978

Une étude de 3M conclut que le PFOA et PFOS doivent être considérées comme toxiques

1989

Une étude épidémiologique de 3M chez les travailleurs conclut à une augmentation des cancers

# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## PFAS – Contamination environnementale et effets sanitaires (2)

- Class action et médiatisation de l'affaire  
→ En 2005, DuPont règle \$343 millions et accepte de financer une étude épidémiologique chez 70 000 individus (Etude épidémiologique C8, 2005-2013)
- Principaux résultats de l'étude (PFOA et PFOS) :
  - Hypertension artérielle induite par la grossesse (prééclampsie)
  - Hypercholestérolémie
  - Immunosuppression
  - Cancers du rein et des testicules



## Expositions des femmes pompiers dans la région de San Francisco et risque de cancer du sein

Augmentation de l'incidence du cancer du sein chez les femmes pompiers (<50 ans, 15%) de San Francisco



### The Examiner Breast cancer rate alarms SFFD female firefighters



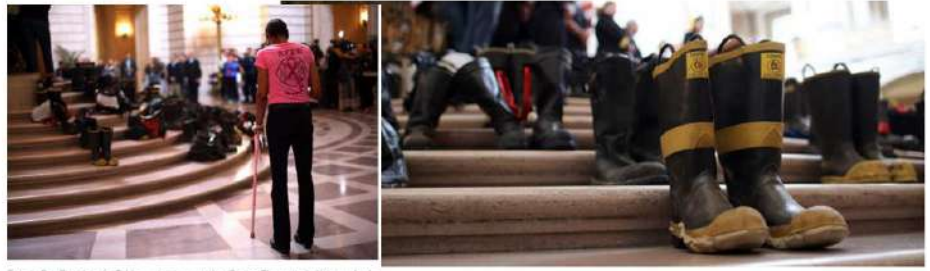
Fighting: San Francisco Fire Department firefighter Jeanine Nicholsari, seen at her Berkeley home, has long-term exposure to the toxic chemical PFAS.

Concern grows in firefighters, others after cancer-causing flame retardants found in test subjects



San Francisco firefighters Cary Nell Sherry and Karen Hayes with their German shorthaired pointer puppies, Raven and Nala, at their home in Sausalito, are sitting on a couch with flame-retardant chemicals. **MARK CRADDOCK/REUTERS/GETTY IMAGES**

### Firefighters Sound Alarm On Toxic Chemicals



Former San Francisco firefighter and cancer survivor Denise Clarke walks Wednesday to speak during a remembrance ceremony held for San Francisco firefighters who have

# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Expositions des pompiers (lutte anti-incendie)

- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
  - Produits de combustion
- Emissions diesel – nitro-HAP
  - Véhicules
- Retardateurs de flamme
  - Combustion ameublement, équipements de protection, etc.
- Substances perfluorées
  - Equipements de protection, mousse anti-incendie AFFF
- Dioxines et furanes
  - Sous-produits de combustion



Photo: Terry Sylvester / The Chronicle  
Lieutenant Parly Lee  
<https://www.sfgate.com/health/article/0-Fire-Department-cancer-study-into-breast-3633937.php#photo=7015384>

Plupart des études chez les hommes



## Women Workers Biomonitoring Collaborative

### Projet de recherche participative impliquant:

- Chercheurs: UC Berkeley, Silent Spring Institute
- Collectif de femmes pompiers: San Francisco Firefighters Cancer Prevention Service, United Fire Service Women
- Associations de protection de l'environnement: Commonwealth Biomonitoring Resource Center, Breast Cancer Fund



Etude de l'expositions professionnelles des femmes pompiers à des substances chimiques et perturbateurs endocriniens

## Questions de recherche

- Les femmes pompiers de San Francisco sont-elles exposées à des substances chimiques liées au cancer du sein ?
- Leurs niveaux d'expositions sont-ils plus élevés que chez les employées de bureau ?
- Changements biologiques associés à ces expositions ?



# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



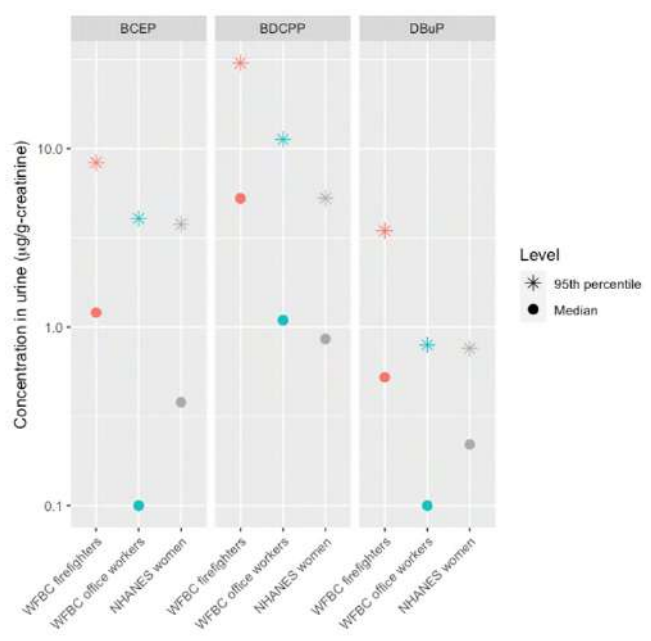
## Analyses réalisées

### Expositions chimiques

- ▶ Substances perfluorées (12 PFAS) par LC-MS/MS (sérum)
- ▶ Retardateurs de flamme organophosphorés (6 OPFRs) par LC-MS/MS (urine)
- ▶ Exposome chimique par LC-HRMS (sérum)

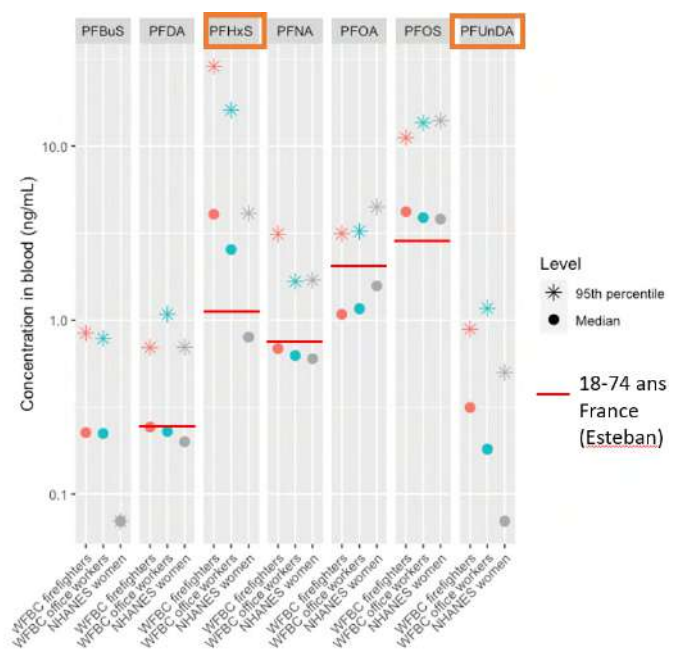
### Retardateurs de flamme

Niveaux urinaires métabolites OPFRs dans l'étude WFBC vs. population générale américaine (NHANES)



### PFAS

Niveaux sanguins PFAS dans l'étude WFBC vs. population générale américaine (NHANES)



# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Potentielles sources d'exposition aux PFAS chez les pompiers

### ❑ Mousses anti-incendie (AFFF)

- Inhalation d'aérosols
- Contact cutané



### ❑ Tenues et équipements de protection

- Traitements hydrofuges vêtements (pantalons, vestes, gants) aux PFAS -> possible transfert de la tenue à la peau via la transpiration ou l'usure
- Contamination secondaire via les véhicules, casiers, stations, etc.



Communication des résultats aux participantes

Représentation graphique et éléments d'informations co-construits avec les femmes pompiers pour renforcer la sensibilisation



This web site provides your study results from the Women Firefighters Biomonitoring Collaborative Study. It shows:

- + The levels of chemicals found in your samples.
- + How your levels compare with other people.
- + Where these chemicals come from.
- + How they can affect health.
- + How you can reduce levels of these chemicals in your body, your home, and at work.

[Start Here](#)

#### Context

Firefighters are exposed to chemicals every day — at the fire ground, at the fire station, and in some firefighting equipment. The Women Firefighters Biomonitoring Collaborative (WFBC) wants to know whether women firefighters are exposed to chemicals in order to protect cancer because of their job. To answer this question, the WFBC is comparing chemical exposures in women firefighters and women office workers in San Francisco.

#### Chemicals in the study

Your blood samples are being tested for chemicals used in non-stick or stain-resistant coatings, flame retardants, and other emerging compounds of concern in consumer products.

#### This website

This website includes the first results of the chemical measurements that we did with your samples. By clicking through the website, you can learn more about where these chemicals come from, their links to health, and how to reduce exposures in your home and community. We will report your results for additional chemicals once they are ready.

## Summary page

MyWFBCReport

Home

Your Results

PFAS

Overall Study Results

List of Chemicals

Methods

Print Report

Username and Password

Sign out

### Results Summary

We found chemicals in every person we tested. Some people may want to make changes to reduce their chemical levels. We hope these results will help you make informed decisions.

#### Chemicals We Found In You

Your sample had a higher level of a PFAS than most others in the study.



**WHAT YOU CAN DO**  
Use wet wipes to clean hands, neck, jaw and face immediately after being engaged in the suppression activities, overhaul, or other exposure to smoke.

#### Health Concerns

The Women Firefighters Biomonitoring Collaborative is studying exposures to chemicals in firefighters and office workers to learn more about how women are exposed to chemicals in the workplace. If your level of a chemical is higher than other people, you may be able to reduce your level.

Everyone in the U.S. has chemicals in their body that could affect health. Having a chemical in your blood or urine doesn't mean you will get sick. We don't yet know whether exposure levels found in people are above or below levels that affect health. Also, some people are more sensitive to effects than others, and some chemicals can act together to produce effects as a mixture that are not predicted from the levels of each chemical on its own. Exposures during development (for example, in the womb or during puberty) can have different effects than exposures in adults, and the effects of early-life exposures might not be seen until many years later.

Sometimes the best information about how a chemical might affect health is from laboratory studies. Since we don't do experiments on people, we often learn how chemicals may affect health by testing in animals or cells, similar to one way we test new drugs for safety.

You can learn more about the health concerns of each chemical on its results page.

#### Overall Study Results

WFBC tested for twelve PFAS compounds so far. This report is focused only on the results of the PFAS chemicals. Results for additional chemicals, like flame retardants, will be reported once they have been analyzed.

[Read more](#)

PFAS chemicals are used in grease- and stain-resistant coatings applied to fabric and food packaging and in certain firefighting foams. Four PFAS compounds were detected in all study participants, and four PFAS compounds were not detected in any study participants.

[Read more](#)

Study participants had lower levels of PFAS compared to most Americans. PFAS has been phased out of production in the United States.

[Read more](#)

Firefighters may be exposed to some chemicals on-the-job. Firefighters had higher levels of three PFAS compounds compared to office workers. One of these compounds, PFOA, was used in older formulations of firefighting foam.

[Read more](#)

A firefighter's duties can also affect exposure. Officers and firefighters had higher levels of several PFAS compounds compared to firefighters in a driver position.

[Read more](#)

# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

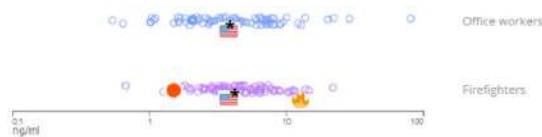
## Résultat graphique

### Your Results

#### Graph legend

- your chemical level
- office workers' chemical levels
- firefighters' chemical levels
- participants for whom the chemical was not detected
- ★ study median
- median chemical level for adult women in the U.S.
- median chemical level for men and women firefighters in Southern California (PFASs only)

#### PFOS (perfluorooctane sulfonic acid)



## Chemicals page

### Your Results: PFASs

#### Highly fluorinated chemicals

### Résultat personnalisé

Your sample had a higher level of PFDoA than most others in the study. [Scroll down to see all of your results.](#)

### Sources

#### Where do these chemicals come from?

PFASs help products resist grease and water. They are applied to stain-resistant textiles (like carpets, furniture, and clothing), waterproof outdoor gear, and grease-repellent food packaging (such as fast food wrappers and microwave popcorn bags). PFAS chemicals are used to produce polytetrafluoroethylene (PTFE or "Teflon"), used on nonstick pots and pans, and in some dental flosses and beauty products. PFASs are found in certain firefighting foams, called aqueous film forming foam (AFFF). Some drinking water supplies are contaminated by PFASs.

### Effets sanitaires possibles

#### Why might these chemicals be a health concern?

PFASs tend to persist in the body and the environment. Exposure to these chemicals can affect:

- **Lipid metabolism.** PFASs can alter how the body breaks down and stores fats, which can affect energy, metabolism, and body weight and composition. PFAS exposure is associated with high cholesterol in humans.

### Conseils pour réduire les expositions

#### How can I reduce my exposure?

##### At home

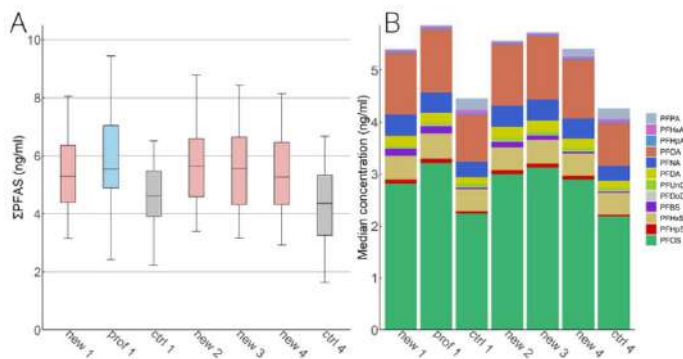
- **Wash hands frequently.**
- **Avoid spray treatments** that make rugs, furniture, or other textiles stain- or water-resistant.

##### During and after a fire incident

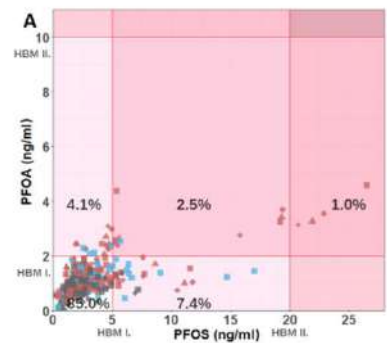
- **Use a self-contained breathing apparatus (SCBA)** from initial fire attack through the completion of overhaul at structure, car, and dumpster fires, and whenever AFFF is used.
- **Use wet wipes to clean hands, neck, jaw and face** immediately after being engaged in fire suppression activities, overhaul, or other exposure to smoke.

## PFAS

### Etude exposition des pompiers en Europe (République Tchèque)



New = nouvelle recrue  
Prof = professionnel en exercice  
Ctrl = population générale



HBM I: seuil d'absence de risque sanitaire  
HBM II: seuil risque sanitaire – niveau d'action

Řiháčková et al. *Sci. Tot. Environ.* 2023, 881:163298.  
[10.1016/j.scitotenv.2023.163298](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163298)

# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## Perspectives

- Très peu de données sur l'exposition professionnelle aux PFAS chez les pompiers en France et en Europe
- Très peu de données épidémiologiques sur les PFAS; seuils sanitaires seulement pour PFOA et PFOS (*Entre 4 000 et 15 000 substances différentes*)
- Mieux comprendre les sources d'expositions et leviers de réduction des expositions
- Présence en France et en Europe d'infrastructure de recherche de très haut niveau pour la mesure des expositions chimiques

## PFAS – Plan d'action interministériel

- Acquérir des connaissances sur les méthodes de mesures des émissions, sur la dissémination et les expositions
- Améliorer, renforcer la surveillance et mobiliser les données qui en sont issues pour agir
- Réduire les risques liés à l'exposition aux PFAS
- Innover en associant les acteurs économiques et soutenir la recherche
- Informer pour mieux agir



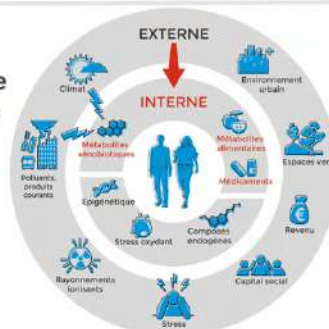
## FRANCE-EXPOSOME... une infra pour faire quoi?

Renforcer/structurer la capacité de **caractérisation de l'exposition humaine à des mélanges chimiques complexes**.

Contribuer à démontrer les associations entre les biomarqueurs d'exposition et les biomarqueurs d'effet pour **caractériser le lien environnement-santé**.

Apporter une expertise en **toxicologie & modélisation toxicocinétique** pour contextualiser les données produites et accompagner l'interprétation

Une **INFRA nationale de recherche** visant à structurer & dynamiser la communauté scientifique autour du **décryptage de l'exposome chimique humain**

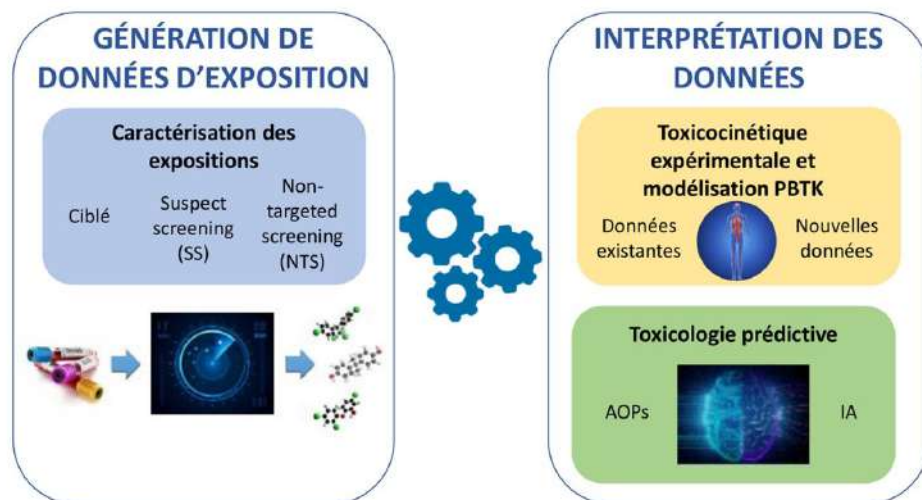


- pour des équipes REC en **expologie**, épidémiologie et santé publique,
- pour les agences nationales (e.g. SpE, Anses),
- pour des instituts nationaux (e.g. **INCa**),
- pour des structures privées

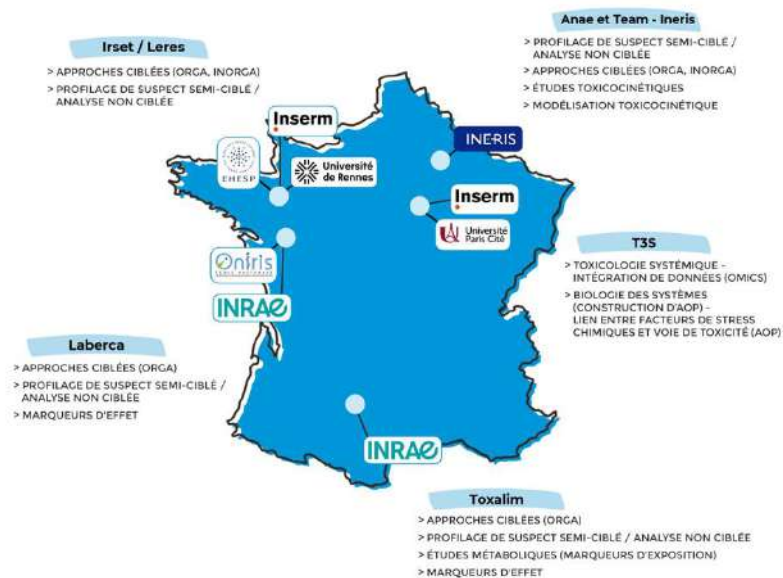
# 1. Exposition professionnelle des sapeurs-pompiers aux PFAS

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## FRANCE-EXPOSOME... une infrastructure nationale pour faire quoi?



## FRANCE-EXPOSOME... Les membres de l'INRA, leurs spécialités.



## Ressource complémentaire sur les notions d'exposome et santé humaine



## 2. Amiante et santé

*Pr. Alexis Descatha 1, 2,*

- 1. Univ Angers, CHU Angers, Univ Rennes, Inserm, EHESP, Irset, UMR\_S 1085, SFR ICAT, CAPTV FedP, Angers, France*
- 2. Clinical Professor of Occupational Medicine, Epidemiology and Prevention, Donald and Barbara Zucker School of Medicine, Hofstra/Northwell, USA*

L'amiante est un minéral naturel fibreux composé de silicate classées principalement en deux catégories : les serpentines et les amphiboles. Malgré son interdiction en France depuis 1997, l'amiante continue d'être produit dans certains pays du monde et de nombreux travailleurs y ont été exposés (1). En France, la définition des catégories d'expositions professionnelles à l'amiante renvoie à celle de la conférence de consensus de 1999 de l'agence qui deviendra la Haute Autorité de Santé reste d'actualité (2) qui classe en catégorie faible, intermédiaire et forte. Parmi les pathologies liées à l'amiante, on distingue les maladies non malignes, comme les plaques pleurales, l'absestose et les cancers (mésothéliome, cancer bronchique, cancer du larynx, cancer de l'ovaire, etc.). Les tableaux 30, 30 bis et 30 ter du régime général permettent la reconnaissance, complétée par d'autres systèmes, dont le Fonds d'indemnisation des victimes de l'amiante (3). Le suivi post-professionnel a été clarifié lors d'une audition publique en 2010, sous l'égide de la Haute Autorité de Santé, qui a mis en avant l'importance de l'information, de l'accompagnement au sevrage tabagique et de la réalisation d'un scanner thoracique, examen de référence recommandé pour le diagnostic des pathologies pleuro-pulmonaires non malignes associées à une exposition à l'amiante, tout en connaissant bien ses bénéfices et ses limites (2,4).

En conclusion, l'amiante constitue un problème majeur de santé publique toujours d'actualité en raison de ses effets sur la santé. La prévention, avec une traçabilité et un dépistage raisonné global dans l'intérêt collectif et individuel, reste une priorité pour atténuer les impacts sanitaires persistants de l'amiante sur la population, y compris celle des sapeurs-pompier.

**Liens d'intérêts.** AD est payé par ses affiliations, a été expert pour le FIVA et est rédacteur en chef des Archives des maladies professionnelles et environnementales (Elsevier).

### Références

- <https://www.em-consulte.com/article/1076813/maladies-respiratoires-non-malignes-liees-a-l-inha>
- [https://www.has-sante.fr/jcms/p\\_3099768/fr/suivi-post-professionnel-des-personnes-exposees-a-l-amiante-mise-a-jour-du-protocole-et-de-la-grille-de-lecture-d-imagerie](https://www.has-sante.fr/jcms/p_3099768/fr/suivi-post-professionnel-des-personnes-exposees-a-l-amiante-mise-a-jour-du-protocole-et-de-la-grille-de-lecture-d-imagerie)
- <https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%2030>
- [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_935546/fr/suivi-post-professionnel-apres-exposition-a-l-amiante](https://www.has-sante.fr/jcms/c_935546/fr/suivi-post-professionnel-apres-exposition-a-l-amiante)

## 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

### Intérêts et Remerciements

#### Pas de conflit d'intérêts

Aucun, payé par mes affiliations  
Expert pour le FIVA avant 2020  
Rédacteurs en chef des Archives des maladies professionnelles et environnementales  
(Elsevier)

#### Remerciements

Jacques Ameille, Dominique Mompoin et l'ensemble des collègues de la SFST  
Didier Pourret, Guillaume Burlaton, Francis Magnolini, Jean-Marie Steve, Sébastien Beaume et  
la DGSCGS et l'ENSOSP



2

### Plan

- Amiante?
- Effets sur la santé
- Indemnisation
- Surveillance



## Amiante

### Appellation commerciale

#### Silicate fibreux naturel :

- Silicate : silice + cations métalliques
- Fibreux : rapport longueur/diamètre > 3
- Naturel : présent dans le sol de nombreuses contrées

**Toujours produit dans le monde (interdit en France)**

## 2. Amiante et santé

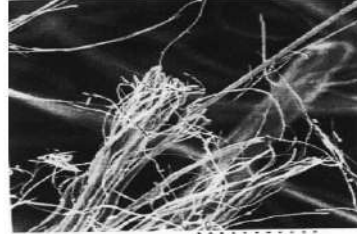
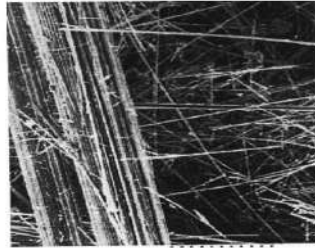
Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



### Amiante

Terme générique pour une variété de fibres

Chrysotile ou amiante blanc – *groupe des serpentines*



Groupe des amphiboles  
amosite ou amiante brun,  
crocidolite ou amiante bleu,  
anthophyllite, actinolite et  
tremolite contaminants fréquents  
du talc ou des gisements de  
chrysotile



### Propriétés de l'amiante

Grande résistance

- à la chaleur (incombustibilité)
- aux agressions chimiques
- aux micro-organismes
- aux forces de traction
- coefficient d'usure minime

Nature fibreuse permettant filage, tissage et tressage

Faible coût

### Amiante : expositions professionnelles



Fabrication d'articles contenant de l'amiante

Isolation

Construction et réparation navales

Réparation automobile

Centrales thermiques

Sidérurgie : haut-fourneaux - cokeries - aciéries

Chantiers du bâtiment

Travaux de maintenance avec interventions sur matériaux contenant de l'amiante (déblais...)

Industrie de retrait de l'amiante

*Interdit en France depuis 1997 (importation, utilisation)*

## 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

### Amiante : expositions environnementales

- Source naturelle (Haute Corse, Hautes Alpes, Haute Vienne, Côtes d'Armor...)
- Emissions industrielles (voisinage d'usines de fabrication de matériaux à base d'amiante)
- Expositions passives intra-muros (résidence ou travail dans des locaux contenant de l'amiante friable)
- Pollution atmosphérique générale

### Amiante : expositions para-professionnelles

Brossage et nettoyage des vêtements de travail par les épouses de travailleurs de l'amiante

## Amiante

### Caractéristiques des expositions professionnelles et environnementales

#### Expositions professionnelles

- 20 à 30 % des retraités ont été exposés  
Nombre en diminution
- Niveaux d'expositions souvent élevés dans le passé

#### Expositions environnementales

- Très nombreuses personnes concernées
- Niveaux d'expositions faibles++++

### Tous exposés mais à quelle dose?

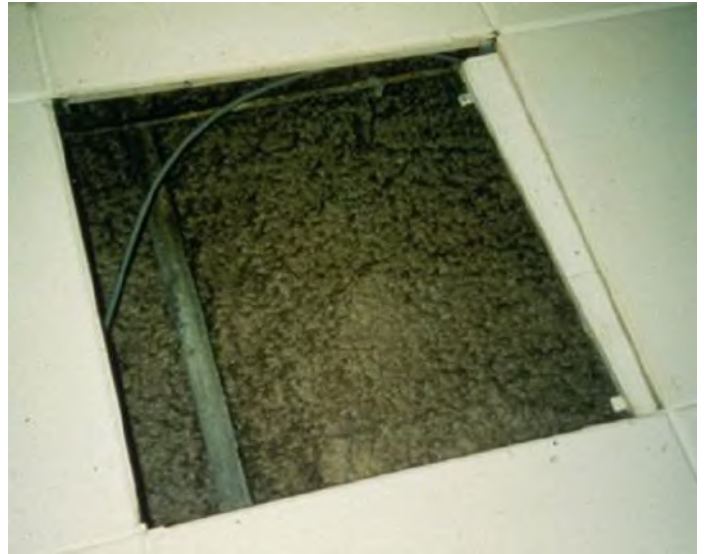
La définition des catégories d'expositions professionnelles à l'amiante renvoie à celle de la conférence de consensus de 1999 :

- **expositions fortes :**
  - expositions certaines, élevées, continues et d'une durée supérieure ou égale à 1 an (par exemples : industrie de production d'amiante, flocage, activités sur chantiers navals),
  - expositions certaines, élevées, discontinues et d'une durée supérieure ou égale à 10 ans (par exemple : mécaniciens rectifieurs de freins de poids lourds, tronçonnage de l'amiante-ciment) ;
- **expositions intermédiaires :** toutes les autres situations d'exposition professionnelle documentée ;
- **expositions faibles :** expositions passives (par exemple : résidence, travail dans un local contenant de l'amiante floqué non dégradé).

## 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

### Mines



### Fibrociment

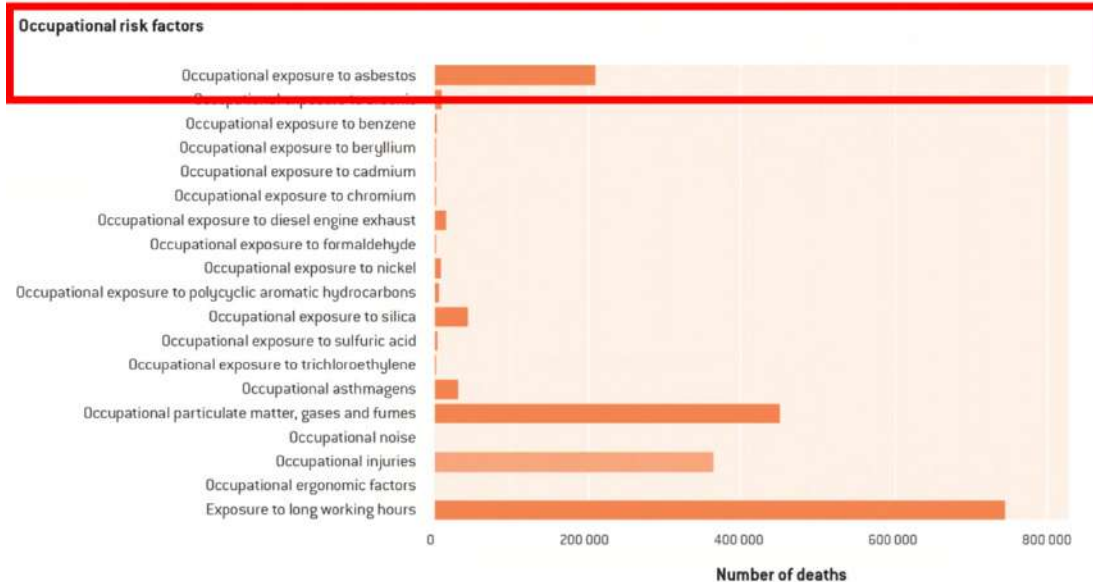


## 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034945>

TOTAL NUMBER OF ATTRIBUTABLE DEATHS, BY OCCUPATIONAL RISK FACTOR, 183 COUNTRIES, FOR THE YEAR 2016



### Affections respiratoires liées à l'amiante



#### Pathologie non-maligne (« bénigne »)

##### Plèvre

- plèvre pariétale : **plaques pleurales**
- plèvre viscérale : pleurésies bénignes  
fibroses/atelectasies...

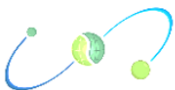
« Poumon » : **asbestose**

#### Pathologie maligne

Plèvre: **mésothéliome**

« Poumon »: **cancers « bronchopulmonaires »**

Autres localisations : ovaires, larynx, ...



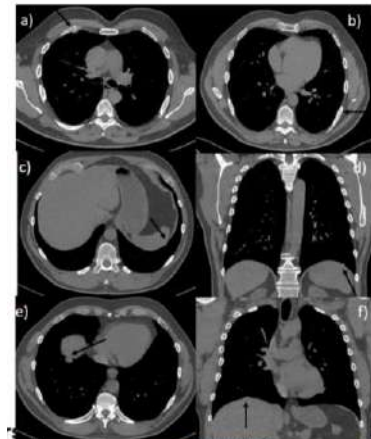
### Plaques pleurales

- Plages circonscrites de fibrose
- La plus fréquente des anomalies dues à l'amiante
- Pas ou peu de symptômes
- Pas de seuil démontré
- Relation temps-effet (latence  $\geq 15$  ans)
- Relation dose-effet
- Ne dégénèrent jamais en cancer, mais sujets à risque (surveillance/ témoin d'une exposition)

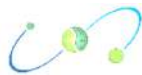
## 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

### Plaques pleurales



Plaques pleurales (flèches noires).  
Plaques pariétales en coupe axiale (a) et b).  
Plaques diaphragmatiques, gauche en coupe axiale (c) et reconstruction coronale (d), et droite gauche en coupe axiale (e) et reconstruction coronale (f).



### Atteintes de la plèvre viscérale

#### 1. Pleurésies bénignes

- Epanchements peu abondants  
uni ou bilatéraux  
spontanément régressifs  
parfois récidivants  
peu symptomatiques
- Diagnostic d'élimination
- Latence variable (parfois < 10 ans)



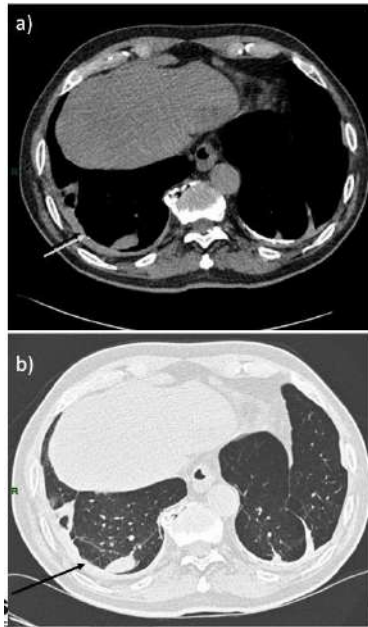
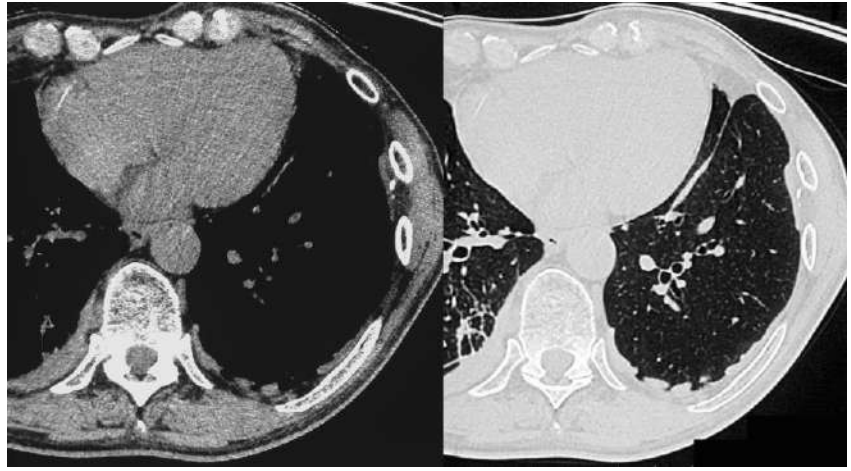
### Atteintes de la plèvre viscérale

#### 2. Fibrose de la plèvre viscérale (atelectasies rondes/bandes)

- Séquelle de pleurésie bénigne
- Toutes fibres d'amiante
- 10 à 20% des atteintes pleurales dues à l'amiante
- Expositions souvent plus importantes que pour les plaques
- Douleurs thoraciques fréquentes
- Retentissement fonctionnel possible
- Diagnostic radiologique

## 2. Amiante et santé

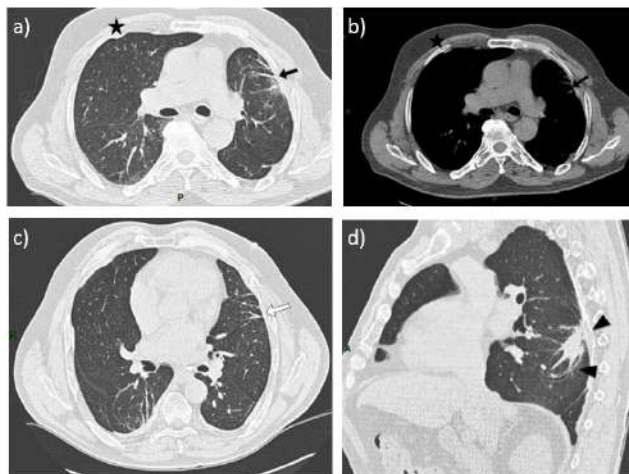
Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



### Epaississement pleural viscéral.

Coupe axiale basale en fenêtre parties molles (a) et parenchymateuse pulmonaire (b). Epaississement étendu non quadrangulaire de la plèvre en partie calcifié (flèches), d'où émanent d'épaisses bandes parenchymateuses et des atélectasies.

or Medical Research



### Epaississement pleural viscéral.

Coupes axiales en fenêtre parenchymateuse (a et c) et parties molles (b) montrant l'épaississement pleural viscéral antérogauche accompagné de bandes parenchymateuses à disposition radiaire (flèches noires). Petite plaque pleurale antérodroite (étoile). Images en pied de corneille (c), flèche blanche. Reconstruction parasagittale en minip montrant l'atélectasie ronde débutante, pseudo masse parenchymateuse reposant sur l'épaississement pleural avec l'aspect d'enroulement bronchique (tête de flèche noire).

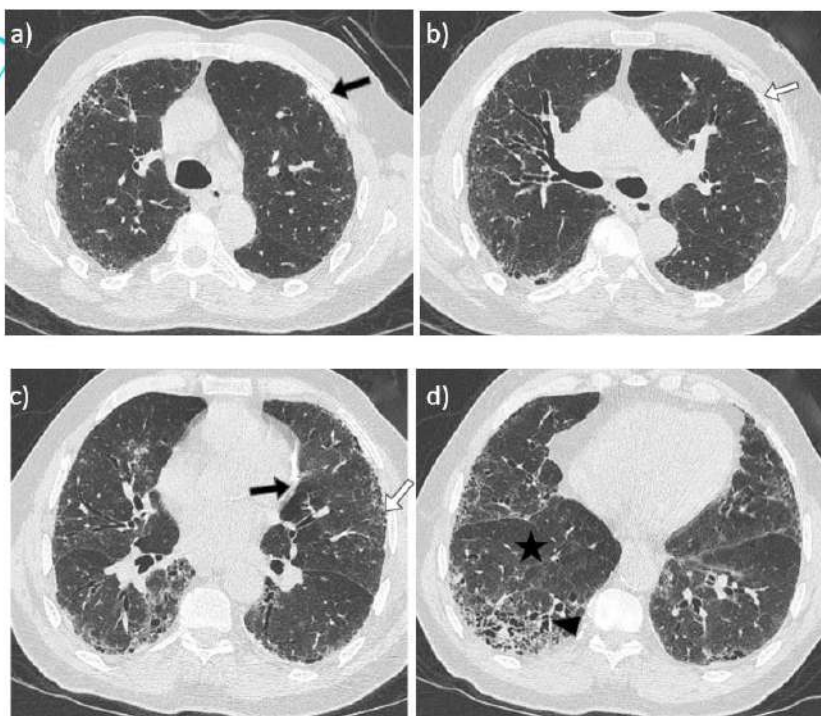
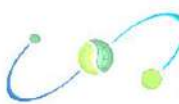
## 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



### Asbestose

- Fibrose pulmonaire induite par l'inhalation d'amiante
- Expositions importantes
- Peut conduire à l'insuffisance respiratoire
- Relation dose-effet
- Latence > 10 ans

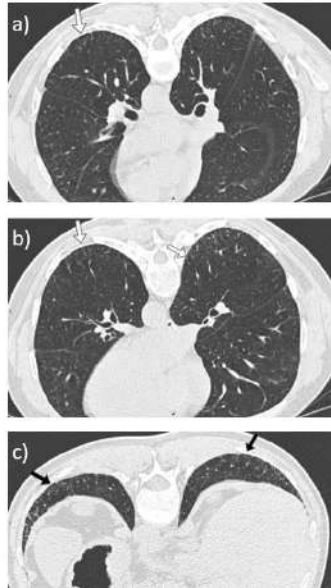


**Figure 2. Coupes axiales juste au dessus de la carène (a), puis au niveau de la carène (b), des veines (pulmonaires inférieures (c), des bases pulmonaires (d).**

Réticulation interlobulaire (lignes septales), verre dépoli, opacités intralobulaires sont présents (étoile noire) mais surtout les signes de fibrose sont patents avec images kystiques en rayon de miel (flèches blanches), et bronchiectasies par traction (tête de flèche noire). Plaque pleurale associée, ainsi qu'une exceptionnelle plaque péricardique (flèches noires)

## 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



### Asbestose débutante.

Coupes axiales en procubitus juste au dessous de la carène (a), puis au niveau des veines pulmonaires inférieures (b), des bases pulmonaires (c).

Lésions de pneumopathie infiltrante prédominant dans les régions sous pleurales postérieures et inférieures. Lignes septales (flèches blanches), opacités intralobulaires (flèches noires).



## Mésothéliome

- **Plèvre > péritoine > autres séreuses (péricarde...)**
- **Amphiboles > chrysotile**
- **Pas d'interaction avec le tabac**
- **Pas de seuil démontré**



# 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Mésothéliome pleural



Tumeur quasi spécifique d'une exposition antérieure à l'amiante

Aucun rôle du tabac

Augmentation du risque en fonction  
 - de la dose cumulée  
 - du temps écoulé par rapport au début de l'exposition

## Cancers bronchopulmonaires et amiante



- Tous types histologiques
- Toutes localisations
- Tous types de fibres
- Effet multiplicatif du tabac
- Notion de seuil discutée



## Indemnisation

### Affections professionnelles consécutives à l'inhalation de poussières d'amiante

Date de création : Décret du 31 août 1950 | Dernière mise à jour : Décret du 14 avril 2000

DÉNOMINATION DES MALADES	DÉLAI DE PRISE EN CHARGE	LISTE INDICATIVE DES PRINCIPAUX TRAVAUX SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER CES MALADIES CETTE LISTE EST COMPLÈTE À L'ÉGARD DES AFFECTIONS DÉSIGNÉES AUX PARAGRAPHE A, B, C, D ET E
A. Asbestose : fibrose pulmonaire diagnostiquée sur des signes radiologiques spécifiques, qu'il y ait ou non des modifications des explorations fonctionnelles respiratoires. Complications : insuffisance respiratoire aiguë, insuffisance ventriculaire droite	35 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 2 ans)	Travaux exposant à l'inhalation de poussières d'amiante, notamment : - extraction, manipulation et traitement de minerais et roches amiantifères. Manipulation et utilisation de l'amiante brut dans les opérations de fabrication suivantes : - amiante-ciment, amiante-plâtre, amiante-toutite, amiante-caoutchouc ; carton, papier et feutre d'amiante enduit ; feuilles et joints en amiante ; garnitures de frein contenant de l'amiante ; produits moulés ou en matériaux à base d'amiante et isolants ;
B. Lésions pleurales bénignes avec ou sans modifications des explorations fonctionnelles respiratoires :  - plaques calcifiées ou non péricardiques ou pleurales, unilatérales ou bilatérales, lorsqu'elles sont confirmées par un examen tomodensitométrique ;	40 ans	Manipulation et utilisation de l'amiante brut dans les opérations de fabrication suivantes : - amiante-ciment, amiante-plâtre, amiante-toutite, amiante-caoutchouc ; carton, papier et feutre d'amiante enduit ; feuilles et joints en amiante ; garnitures de frein contenant de l'amiante ; produits moulés ou en matériaux à base d'amiante et isolants ;
- pleurésie exsudative ;	35 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Travaux de cordage, filage, tissage d'amiante et confection de produits contenant de l'amiante.
- épaississement de la plèvre viscérale, soit diffus soit localisé lorsqu'il est associé à des bandes parenchymateuses ou à une atelectase par encroûtement. Ces anomalies doivent être confirmées par un examen tomodensitométrique	35 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Application, destruction et élimination de produits à base d'amiante - amiante projeté ; calorifugeage au moyen de produits contenant de l'amiante ; démolition d'appareils et de matériaux contenant de l'amiante, défilage ; Travaux de pose et de dépose de calorifugeage contenant de l'amiante.
C. Dégénérescence maligne broncho-pulmonaire compliquant les lésions parenchymateuses et pleurales bénignes ci-dessus mentionnées.	35 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Travaux d'équipement, d'entretien ou de maintenance effectués sur des matériels ou dans des locaux et autres revêtus ou contenant des matériaux à base d'amiante.
D. Mésothéliome malin primitif de la plèvre, du péricarde,	40 ans	Conduite de four ; Travaux nécessitant le port habituel de vêtements contenant de l'amiante
E. Autres tumeurs pleurales primitives.	40 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	

\* L'indemnisation de certaines maladies consécutives à l'inhalation de poussières d'amiante remonte en réalité au 3 août 1945, avec la création du tableau intitulé "Maladies consécutives à l'inhalation de poussières siliceuses et amiantifères".

### Cancer broncho-pulmonaire provoqué par l'inhalation de poussières d'amiante

Date de création : Décret du 22 mai 1986 | Dernière mise à jour : Décret du 14 avril 2000

DÉNOMINATION DE LA MALADIE	DÉLAI DE PRISE EN CHARGE	LISTE INDICATIVE DES TRAVAUX SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER CETTE MALADIE
Cancer broncho-pulmonaire primitif	40 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 10 ans)	Travaux directement associés à la production des matériaux contenant de l'amiante. Travaux nécessitant l'utilisation d'amiante en vrac. Travaux d'entretien utilisant des matériaux contenant de l'amiante. Travaux de pose et de dépose de matériaux contenant de l'amiante. Travaux de construction et de réparation navale. Travaux d'entretien, de réparation et de nettoyage de matériels contenant de l'amiante. Fabrication de matériaux de friction contenant de l'amiante. Travaux d'entretien ou de maintenance effectués sur des équipements contenant des matériaux à base d'amiante.

### Cancer du larynx et de la vœoire provoqués par l'inhalation de poussières d'amiante

Date de création : Décret du 14 octobre 2003 | Dernière mise à jour : -

DÉNOMINATION DES MALADES	DÉLAI DE PRISE EN CHARGE	LISTE INDICATIVE DES TRAVAUX SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER CES MALADIES
Cancer primitif du larynx Dysplasie primitive de haut grade du larynx	35 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Travaux directement associés à la production des matériaux contenant de l'amiante. Travaux nécessitant l'utilisation d'amiante en vrac. Travaux d'entretien utilisant des matériaux contenant de l'amiante. Travaux de retrait d'amiante. Travaux de pose et de dépose de matériaux contenant de l'amiante. Travaux de construction et de réparation navale. Travaux de cordage, de défilage et de nettoyage de produits contenant de l'amiante. Fabrication de matériaux de friction contenant de l'amiante.
Cancer primitif de la vœoire - Dysplasie - Métaplasie - Métaplasie papillaire	35 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Travaux d'entretien ou de maintenance effectués sur des équipements contenant des matériaux à base d'amiante. Travaux de cordage, filage, tissage d'amiante et confection de produits contenant de l'amiante. Travaux nécessitant le port habituel de vêtements contenant de l'amiante. Travaux de manipulation, d'assemblage, de montage, de réglage ou de pose de matériaux contenant de l'amiante. Travaux habituellement réalisés dans des locaux équipés directement à de l'amiante à l'état libre.

# 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Indemnisation

Koezhoorn M, McLeod CB, Fan J, Arrandale VH, Davies HW, Dement JM, Fahwa M, Peters CE, Slayner L, Straif K, Demers PA. Occupational asbestos exposure and gastrointestinal cancers: systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med.* 2025 Feb; 12:01(12):636-646. doi: 10.1136/oemed-2024-109707. PMID: 38929711

**Occupational asbestos exposure and gastrointestinal cancers: systematic review and meta-analyses**

Meike Koezhoorn, Christopher B McLeod, Jonathan Fan, Victoria H Arrandale, Hugh W Davies, John M Dement, Manjula Pahwa, Cheryl E Peters, Leslie Slayner, Kurt Straif, Paul A Demers

**ABSTRACT**  
**Objective:** To conduct meta-analyses of occupational asbestos exposure and gastrointestinal stomach and colorectal cancer risk, including critical appraisal of the evidence.  
**Methods:** We searched Medline, Embase, Scopus and Web of Science databases (March 2022–March 2024). Peer-reviewed, English-language, observational cohort and case-control studies were included on stomach and colorectal cancer risk in relation to occupational asbestos exposure. Meta-analyses were conducted on stomach and colorectal cancer risk in relation to occupational asbestos exposure. Heterogeneity and publication bias were assessed using I<sup>2</sup> and Egger's regression test. Sensitivity analyses were conducted to assess the impact of study quality on the results.  
**Results:** A total of 25 (stomach) and 15 (colorectal) studies were included in the meta-analyses. The pooled relative risk (RR) for occupational asbestos exposure for stomach cancer was 1.13 (95% CI 1.02 to 1.25) and for colorectal cancer was 1.10 (95% CI 1.02 to 1.19). There was no heterogeneity in the meta-analyses. Sensitivity analyses showed that the results were robust to the inclusion of high-quality studies and to the exclusion of studies with a high risk of bias.  
**Conclusion:** The meta-analyses support a causal link between occupational asbestos exposure and the risk of gastrointestinal cancer. A causal link between occupational asbestos exposure and the risk of gastrointestinal cancer was also supported by the meta-analyses. The Working Group was divided as to whether there was increased evidence in the meta-analyses for occupational asbestos exposure and the risk of gastrointestinal cancer that can inform prevention practices and workers' compensation for exposed workers.

## Surveillance

**HAS** Toutes nos publications Sécurité du patient Organisation des soins Evaluation des actes professionnels

Professionnels > Toutes nos publications > Suivi post-professionnel après exposition à l'amiante

**Suivi post-professionnel après exposition à l'amiante**

RECOMMANDATION DE BONNE PRATIQUE - Mise en ligne le 30 mars 2012

À la demande de la ministre de la Santé, la HAS a organisé une audition publique sur le suivi post-professionnel après exposition à l'amiante. Il s'agissait d'actualiser et de compléter les conclusions de la conférence de consensus de janvier 2009 «*Elaboration d'une stratégie de surveillance médicale clinique des personnes exposées à l'amiante*» organisée par les Sociétés française de médecine du travail, Société de pneumologie de langue française et Société d'imagerie thoracique, en réalisant un nouveau débat public sur ce thème.

L'audition publique n'a porté que sur les seules maladies respiratoires induites par l'exposition à l'amiante. La réunion publique s'est déroulée le 19 janvier 2010.

Cette audition publique visait à préciser en 2010 le suivi respiratoire post-professionnel des anciens travailleurs exposés à l'amiante ne présentant aucun signe, en abordant les thèmes suivants :

- les différentes pathologies pleuro-pulmonaires liées à l'amiante
- les outils de repérage des expositions professionnelles et le dispositif de suivi post-professionnel
- les bénéfices médicaux et non médicaux du dépistage des maladies induites.

Les conclusions publiées ont fait de la responsabilité de la commission d'audition.

# 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## 3. Contenu du suivi post-professionnel « amiante »

**R12.** Il est recommandé de donner à chaque personne concernée une information compl lui permettant de choisir librement en toute connaissance de cause de réaliser ou non examens qui lui sont proposés. Le sujet devra être informé sur les risques liés à l'exposition à l'amiante, les pathologies qu'il est susceptible de développer, les examens sont proposés et spécifiquement l'examen tomodynamométrique (TDM) thoracique et la pr en charge des nodules pulmonaires isolés (cf. infra), et les bénéfices médicaux et soci qu'il peut en attendre.

**R13.** En cas de tabagisme actif, il est recommandé de proposer à chaque personne un sevr tabacique.

**R14.** L'examen de référence recommandé pour le diagnostic des pathologies pl pulmonaires non malignes associées à une exposition à l'amiante est l'examen thoracique.

**R15.** En l'état actuel des connaissances, il n'y a pas de bénéfice médical démon effectuer un dépistage par l'examen TDM thoracique des pathologies malignes (c broncho-pulmonaire [CBP] et mésothéliome) et non malignes (plaques pleurales, asbes fibrose de la plèvre viscérale) chez les sujets ayant été exposés à l'amiante.

Toutefois compte tenu du droit du sujet exposé à l'amiante de connaître son état de et de l'existence de dispositifs de réparation, un examen TDM thoracique est proposé le cadre du SPP selon les modalités fixées par les recommandations suivantes.

**R16.** La réalisation d'un examen TDM thoracique dans le cadre du SPP ne peut être proposée qu'après la délivrance au sujet d'une information spécifique sur l'examen TDM et portant sur les résultats et bénéfices attendus, et sur les conséquences en termes de morbi-mortalité des explorations diagnostiques invasives qui pourraient découler des résultats de l'examen TDM thoracique. Ces informations devront être délivrées de manière compréhensible et adaptée au sujet, et faire l'objet d'un consentement écrit et signé.

**R17.** En l'état actuel de nos connaissances, la pratique d'épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR) ou d'une radiographie pulmonaire et les autres examens d'imagerie ne sont pas recommandés pour le dépistage des affections malignes ou non malignes associées à une exposition à l'amiante.

**R18.** La réalisation d'un examen TDM thoracique, après délivrance de l'information décrite ci-dessus, est proposée aux personnes ayant été exposées à l'amiante de manière active pendant une durée minimale cumulée de 1 an avec une latence minimale de 30 ans pour les expositions intermédiaires et 20 ans pour les expositions fortes<sup>1</sup> (recommandation retenue au terme d'un vote au sein de la commission d'audition, avec 9 voix « pour » et 5 voix « contre » sur 14 votants).

**R19.** Si l'examen TDM thoracique initial est normal, il est recommandé, concernant la réalisation des examens TDM thoraciques suivants, une périodicité de 5 ans pour les expositions fortes à l'amiante et de 10 ans pour les autres expositions.

**R20.** Une visite médicale entre deux examens TDM thoraciques peut être demandée par le patient en cas d'apparition de signes cliniques respiratoires intercurrents, avec une prise en charge au titre du SPP.



### 2.1 Préparation, conditions techniques

- Sujet en décubitus, bras au-dessus de la tête
- Acquisition hélicoïdale en inspiration profonde au cours d'une apnée de la totalité des plages pulmonaires
- Pas d'injection de produit de contraste en première intention
- Lorsque des anomalies pulmonaires ou pleurales strictement postéro-basales sont mises en évidence en décubitus, une acquisition hélicoïdale focalisée en procubitus doit être réalisée selon les paramètres d'exposition équivalents à ceux d'une exposition réalisée en décubitus. Cela permet de s'affranchir des images pulmonaires ou pleurales dépendant de la déclivité. Une variante avec acquisition d'emblée en procubitus est possible.

### 2.2 Paramètres d'acquisition

- Utiliser une technique faible dose avec des paramètres ajustés en fonction de la corpulence du patient, dans le but d'obtenir une exposition inférieure ou égale à 3 mSv (dose à 100-120 kVp ; charge inférieure ou égale à 40 mAs) chez un patient dont l'indice de masse corporelle est inférieur ou égal à 30 kg/m<sup>2</sup>
- Les techniques d'ultrabasses doses sont insuffisamment validées à l'heure actuelle dans cette indication en première intention

### 2.3 Conditions de lecture

- La lecture doit se faire sur console, à partir des coupes axiales dont l'épaisseur doit être au maximum de 1,5 mm
- L'analyse des parties molles incluant médiastin, espace intercostal et paroi thoracique, doit être effectuée en fenêtre médiastinale avec un filtre favorisant la résolution en densité
- L'analyse du parenchyme pulmonaire doit être effectuée en fenêtre pulmonaire avec un filtre optimisant la résolution spatiale
- Une reconstruction multiplanaire dirigée sur les anomalies détectées est recommandée
- Pour la recherche de nodules pulmonaires, un post-traitement en reconstruction de type MIP (maximum intensity projection) d'une épaisseur d'environ 5 mm est impératif

<sup>1</sup> Wood DE, Kazerooni EA, Baum SL, Eapen GA, Ethier DS, Hou L, et al. Lung Cancer Screening. Version 3.2018. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Journal of the National Comprehensive Cancer Network. JNCCN 2018.16(4):412-41.

### 2.4 Lecture des examens

- Le recours à un système de détection des nodules assistée par ordinateur ou *computed assisted detector* (CAD) est possible. L'intérêt de la CAD est assés d'être couplée à une évaluation volumétrique des nodules détectés permettant de les classer immédiatement selon les recommandations européennes<sup>2</sup>. Toutefois dans cette indication, il n'y a pas actuellement de consensus sur l'utilisation d'un modèle spécifique de CAD (industriel dépendant).
- Les mesures bidimensionnelles et volumétriques des nodules doivent être faites selon les recommandations de la *Fleischer Society*<sup>2</sup> qui sont destinées à leur usage en dehors du cadre particulier du dépistage du cancer broncho-pulmonaire. Ces recommandations précisent toutes les conditions à respecter pour effectuer correctement les mesures, et concernent aussi bien les mesures bidimensionnelles que volumétriques.

### 2.5 Compte rendu

- Remplir systématiquement la grille d'interprétation ci-jointe en utilisant l'aide-mémoire en annexe et fournir un compte rendu
- Les diagnostics de plaques pleurales, de fibrose pleurale viscérale et d'anomalies interstitielles avancées doivent reposer sur des critères morphologiques et topographiques précis qui font l'objet d'une description sur le compte rendu permettant une conclusion non ambiguë.
- Une double lecture effectuée par des radiologues ayant satisfait aux exigences d'une formation appropriée est recommandée. En cas de discordance sur l'existence de plaques pleurales et/ou d'anomalies interstitielles, une 3<sup>e</sup> lecture devra être faite par un expert figurant sur la liste actualisée de la Société française de radiologie (SFR)<sup>3</sup> et se focalisera sur la (ou les) discordance(s) pleurale(s) et/ou interstitielle(s).



## 2. Amiante et santé

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



### Nodules?

MacMahon H. Published Online: February 23, 2017  
<https://doi.org/10.1148/radiol.2017161659>

A. Solid Nodules*				
Nodule Type	Size			Comments
	<6 mm (<100 mm <sup>3</sup> )	6-8 mm (50-200 mm <sup>3</sup> )	>8 mm (>250 mm <sup>3</sup> )	
<b>Single</b>				
Low risk†	No routine follow-up	CT at 6-12 months, then consider CT at 18-24 months	Consider CT at 3 months, PET/CT, or biopsy sampling	Nodules <6 mm do not require routine follow-up in low-risk patients (recommendation 1A)
High risk†	Optional CT at 12 months	CT at 6-12 months, then CT at 18-24 months	Consider CT at 3 months, PET/CT, or biopsy sampling	Certain patients at high risk with suspicious nodule morphology, upper lobe location, or both may warrant 12-month follow-up (recommendation 3A)
<b>Multiple</b>				
Low risk†	No routine follow-up	CT at 3-6 months, then consider CT at 18-24 months	CT at 3-6 months, then consider CT at 18-24 months	Use most suspicious nodule as guide to management; follow-up intervals may vary according to size and risk (recommendation 2B)
High risk†	Optional CT at 12 months	CT at 3-6 months, then at 9-24 months	CT at 3-6 months, then at 18-24 months	Use most suspicious nodule as guide to management; follow-up intervals may vary according to size and risk (recommendation 2B)
<b>B. Subsolid Nodules*</b>				
Nodule Type	Size			Comments
	<6 mm (<100 mm <sup>3</sup> )	>6 mm (>100 mm <sup>3</sup> )		
<b>Single</b>				
Ground glass	No routine follow-up	CT at 6-12 months to confirm persistence, then CT every 2 years until 5 years		If contain suspicious nodules <6 mm, consider follow-up at 2 and 4 years. If solid component or growth develops, consider resection (recommendations 3a and 4a)
Part solid	No routine follow-up	CT at 3-6 months to confirm persistence. If unenhanced and solid component remains <6 mm, annual CT should be performed for 5 years		If nodules, part-solid nodules cannot be defined as such until 6 mm, and nodules <6 mm do not usually require follow-up. Persistent part-solid nodules with solid components >6 mm should be considered highly suspicious (recommendations 4a-4c)
<b>Multiple</b>				
	CT at 3-6 months if stable; consider CT at 2 and 4 years	CT at 3-6 months. Subsequent management based on the most suspicious nodules.		Multiple <6 mm pure ground-glass nodules are usually benign, but consider follow-up in selected patients at high risk at 2 and 4 years (recommendation 5A)

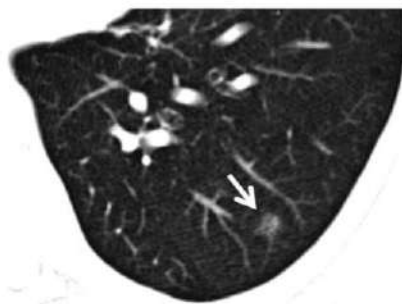


Figure 3a: (a) Transverse 5-mm CT section shows an apparently pure ground-glass nodule in the left lower lobe (arrow). (b) Transverse 1-mm CT section at the same level as a reveals that this is a suspicious part-solid nodule with cystic components (arrow).

MacMahon H. Published Online: February 23, 2017  
<https://doi.org/10.1148/radiol.2017161659>



Figure 4a: (a) Transverse 1-mm CT section shows a nodular opacity adjacent to the minor fissure (arrow). (b) Coronal reconstructed CT image shows that the opacity is a benign linear scar or lymphoid tissue (arrow).

MacMahon H. Published Online: February 23, 2017  
<https://doi.org/10.1148/radiol.2017161659>

## 2. Amiante et santé

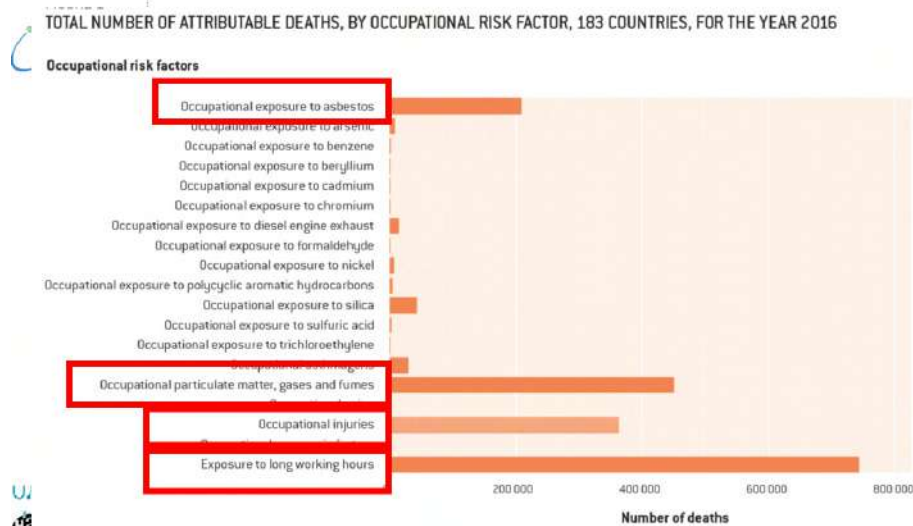
Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



### Surveillance par dépistage oui mais raisonné

- Savoir ce que l'on dépiste et pourquoi
- Suivre les recommandations et éviter les actions ponctuelles
- Agir d'abord dans l'intérêt individuel du patient/agent et dans l'intérêt collectif
- Traçabilité des expositions (déblais dans l'exemple)
- Information claire et loyale, écrite

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034945>



Donc



Les devises Shadok

- Amiante: risque de pathologie thoracique, cancers et autres
- Prévention/ traçabilité et droit
- Dépistage raisonné dans l'intérêt collectif/individuel et global



## 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

*Pr. Pascal Andujar (1,2,3)*

1. Centre Hospitalier Intercommunal Créteil, Service de Pathologies Professionnelles et de l'Environnement, Centre Régional de Pathologies Professionnelles et de l'Environnement - Ile de France, Créteil.
2. Université Paris-Est Créteil, Faculté de Santé, Créteil
3. Inserm U955 (Equipe de recherche GEIC2O) – Institut Mondor de Recherche biomédicale, Créteil

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont une famille de composés organiques formés lors de la combustion incomplète de matières organiques, notamment le bois, les végétaux, les dérivés pétroliers, les matières plastiques ou les textiles. Les fumées d'incendie représentent une source importante d'exposition à ces composés, notamment pour les intervenants en situation d'urgence et les populations riveraines. Les populations les plus à risque sont les sapeurs-pompiers, qu'ils soient professionnels ou volontaires, les travailleurs impliqués dans le déblaiement post-incendie, ainsi que les riverains de sinistres industriels ou résidentiels mal contrôlés [1]. Chez les pompiers, plusieurs études ont montré des niveaux significatifs de HAP dans les urines après intervention, malgré le port d'équipements de protection. Les voies d'exposition principales sont l'inhalation, le contact cutané et, de façon plus indirecte, l'ingestion de particules contaminées. L'exposition aiguë à des fumées riches en HAP peut entraîner des effets respiratoires immédiats, tels qu'une irritation des voies aériennes, une toux, une dyspnée, et parfois une bronchite aiguë ou un œdème pulmonaire. Ces manifestations sont souvent aggravées par la co-exposition à d'autres toxiques présents dans les fumées d'incendie, comme le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote ou les particules fines [1,2]. Au niveau cutané et oculaire, les HAP peuvent induire des irritations, des dermatites de contact, voire des réactions phototoxiques, notamment chez les intervenants insuffisamment protégés. Les effets les plus préoccupants des HAP sont liés à leur pouvoir cancérogène. Plusieurs composés, dont le benzo[a]pyrène, sont classés comme cancérogènes certains pour l'Homme (groupe 1 du CIRC) [3]. L'exposition chronique est associée à une augmentation du risque de cancer bronchopulmonaire, cutané et possiblement vésical. Ces effets s'expliquent par la bioactivation des HAP en métabolites réactifs capables d'induire des adduits à l'ADN, des mutations géniques et des altérations épigénétiques. Par ailleurs, des données expérimentales et épidémiologiques indiquent un effet toxique sur la reproduction et le développement. Les HAP peuvent perturber la synthèse hormonale avec des effets de perturbateurs endocriniens, avec des troubles de la fertilité, et sont associés à un risque accru d'anomalies congénitales et de retard de croissance intra-utérin, en particulier en cas d'exposition durant la grossesse. Sur le plan cardiovasculaire, une exposition chronique aux HAP est associée à une élévation du stress oxydatif, une inflammation endothéliale et un risque accru d'athérosclérose, d'accidents ischémiques et de mortalité cardiovasculaire [4].

En conclusion, les HAP issus des fumées d'incendie constituent un danger majeur pour la santé en raison de leurs effets multiples sur la santé, comme la survenue de certains cancers [10]. Leur prévention repose sur la réduction de l'exposition (équipements de protection, ventilation, procédures de décontamination) et la surveillance des travailleurs exposés.

1. Rapport ANSES liés aux expositions professionnelles des sapeurs-pompiers, 2019
2. Gullett BK, et al. Characterization of emissions from thermally degraded household waste with added food and plastics. Environ Sci Technol. 2010;44:5970–5975.
3. International Agency for Research on Cancer (IARC). Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 2010;92:1–853.
4. Miller MR, et al. From particles to patients: oxidative stress and the cardiovascular effects of air pollution. Future Cardiol. 2012;8:577–602.
5. Fent KW, et al. Systemic exposure to PAHs and benzene in firefighters suppressing controlled structure fires. Ann Occup Hyg. 2014;58:830–45.

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## Risques pour la santé des hydrocarbures aromatiques polycycliques, issus de fumées d'incendie

Pr Pascal Andujar

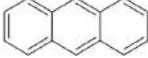
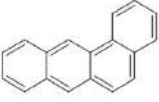

Service de Pathologies Professionnelles et de l'Environnement – Centre Hospitalier Intercommunal Créteil  
Centre Régional de Pathologies Professionnelles et de l'Environnement - Ile de France  
Faculté de Santé Créteil - Université Paris-Est Créteil  
Institut Santé Travail Paris - Est  
Inserm U955 (Equipe de recherche GEIC<sub>2</sub>O) – Institut Mondor de Recherche biomédicale

[pascal.andujar@chicreteil.fr](mailto:pascal.andujar@chicreteil.fr)

## Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

- Grande famille de composés chimiques organiques > 100 composés
  - Formés lors de la combustion de toute matière organique (C et H) incomplète ou complète (pyrolyse) à haute température (> 500°C) dans une atmosphère pauvre en O<sub>2</sub>
  - Composés d'au moins 2 cycles et 1 noyau benzénique plus ou moins substitués : **Nitroarènes** (50 à 90% de la mutagénicité des fumées Diesel), comme le **1-nitropyrène** fruit d'une réaction du pyrène en présence d'NOx et de S (huiles usagées, fumées Diesel...)
  - Adsorbées sur les particules, peu solubles dans l'eau et très lipophiles
  - Dégradées par photodégradation ± biodégradation par des microorganismes
- Teneur en HAP lors d'une combustion : dépend du rapport C / H dans le substrat initial
- Souvent sous forme de mélanges complexes, ce qui rend difficile l'évaluation de leurs effets sur la santé individuellement

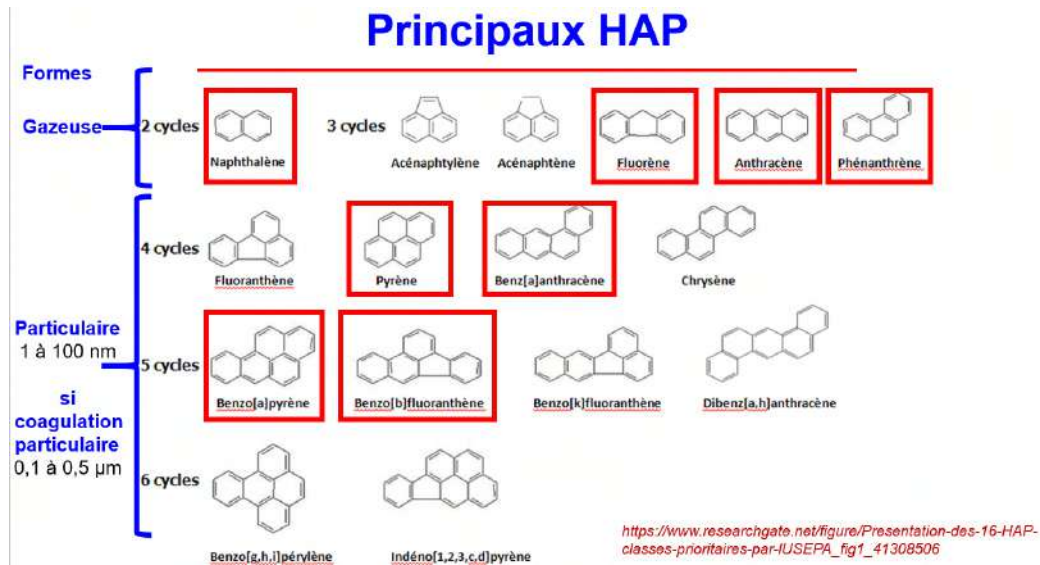
## Principaux HAP

Linéaire	Ex: Anthracène 
Angulaire	Ex: Benz[a]anthracène 
Grappe	Ex: Benzo[a]pyrène = B[a]P ou BaP 

[https://www.researchgate.net/figure/Disposition-moleculaire-des-hydrocarbures-aromatiques-polycycliques-Adapte-de-Edwards\\_fig1\\_34417995](https://www.researchgate.net/figure/Disposition-moleculaire-des-hydrocarbures-aromatiques-polycycliques-Adapte-de-Edwards_fig1_34417995)

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : définition

- 16 HAP considérés comme toxiques par l'Environmental Protection Agency (EPA-US) :

1. naphthalène (NAP)
2. acénaphthylène (ACY)
3. acénaphthène (ACE)
4. fluorène (FLU)
5. phénanthrène (PHEN)
6. anthracène (ANT)
7. fluoranthène (FLTH)
8. **pyrène (PYR)**
9. benzo[a]anthracène (BaA)
10. chrysène (CHR)
11. benzo[b]fluoranthène (BbF)
12. benzo[k]fluoranthène (BkF)
13. **benzo[a]pyrène (BaP)**
14. benzo[g,h,i]pérylène (DbahP)
15. indéno[1,2,3-c,d]pyrène (IP)
16. dibenz[a,h]anthracène (DahA)

## Principales sources d'exposition aux HAP

### 2 grandes catégories de sources d'émissions :

- **Naturelles ou accidentelles**
  - Eruptions volcaniques
  - Feux de forêt naturels
  - Fumée d'incendie...



*Famiyeh, 2021 ; Patel, 2020; Gupte, 2016*

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Principales sources d'exposition aux HAP

### 2 grandes catégories de sources d'émissions :

- **Naturelles ou accidentelles**
- **Anthropogéniques non intentionnels**
  - **Source industrielle** : incinération de déchets, production de fer, d'acier, d'aluminium et de ciment, la production de brai de goudron de houille (charbon), production d'électricité (charbon) et gazéification du charbon, fabrication de colorants, de pneumatiques en caoutchouc, production de phytosanitaires ...
  - **Fumées de gaz d'échappement de moteurs de véhicules thermiques** : Diesel (voitures, bateaux, trains ou véhicules lourds) ; kérosène (avions)
  - **Pollution domestique** : fumées de cuisson (barbecue, brûleurs à huile/gaz et poêles à kérosène/bois) et chauffage résidentiel avec combustion fossile (bois, charbon...)
  - **Pollution agricole** : brûlage à ciel ouvert de la biomasse ou déchets agricoles
  - **Fumées de tabac +++**



*Famiyeh, 2021 ; Patel, 2020; Gupte, 2016*

## HAP émis lors des incendies

- **Incendies** ≈ 7% des interventions des sapeurs-pompiers (SP) (*Anses 2019*)
- **Fumées d'incendie** = cocktail de substances chimiques particulières et gazeuses comprenant des HAP, des solvants organiques comme le benzène
- **Types de feux en fonction du type de matériaux** :
  - Classe A : **Feux** de matériaux solides combustibles (bois, papier) => **HAP**
  - Classe B : **Feux** de liquides inflammables (essence, huile) => **HAP**
  - Classe C : **Feux** de gaz inflammables (propane, butane) => **HAP selon pureté**
  - Classe D : **Feux** de métaux combustibles (magnésium, titane) = 0
- **Exemples de types de structures** :
  - Bâtiments
  - Végétation (forêts...)
  - Voitures - cas particulier des véhicules électriques : batteries (extinction complexe)

## Voies d'exposition aux HAP chez les pompiers

- **Exposition intermittente à des mélanges complexes de polluants, incluant les HAP**
  1. **Respiratoire (+++)**
    - ↑ **inhalation** si : ↑ effort => ↑ fréquence respiratoire et ↑ volume courant inspiré
  2. **Cutanée (+++)** : absorption par contact direct avec des produits ou contenant des HAP, ou au contact de matériaux en contenant
    - ↑ **absorption cutanée** si :
      - ↑ température corporelle (vasodilatation veineuse)
      - ↑ humidité cutanée
      - ↑ transpiration
      - ↑ surface cutanée
      - ↓ épaisseur de la peau (cou, visage...)
  3. **Ingestion** : par voie manuportée et par carrefour aérodigestif lors de la clairance pulmonaire

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Situations d'exposition aux HAP lors d'un incendie

### • 3 phases successives :

#### 1. Extinction (ou lutte active)

- **Port d'une tenue de feu complète** : casque, ensemble de protection textile (pantalon de feu, veste de feu), cagoule, effets chaussants et gants d'incendie  
=> **importance d'avoir des équipements de protection individuels (EPI) bien couvrants**
- **Appareil respiratoire isolant (ARI)** = bonne protection contre les fumées principalement lors de la phase active (poids +++ ) et son encombrement limitent les déplacements et les perceptions sensorielles, olfactives et le champ de vision (autonomie limitée à ≈ 20 à 30 minutes)  
=> **peu ou pas porté lors des feux de végétation**

#### 2. Nettoyage (ou déblai) surplace : initiée lorsque le feu est éteint

- **Inhalation** : **ARI peu ou pas porté lors de cette phase, mais risque de contamination +++**
- **Contact cutané et digestif** : **contaminations indirectes/directes avec matériel souillé + suies**

#### 3. Exposition aux matériels contaminés lors du retour au SDIS : contact cutané et digestif (nettoyage des véhicules, matériels, gestion des EPI et des déchets...)

## Métabolisme et élimination des HAP

### • Métabolisme complexe... cinétique rapide...

- **Métabolisme inactivateur** : Liaison avec **glutathion** ou **glucuro-sulfoconjugaison** => **élimination**

### ▪ Métabolisme activateur

- **CYP450 (oxydation)** => **époxydes**



- **Epoxyde hydrolase (epoxydation)** => **dihydrodiols**

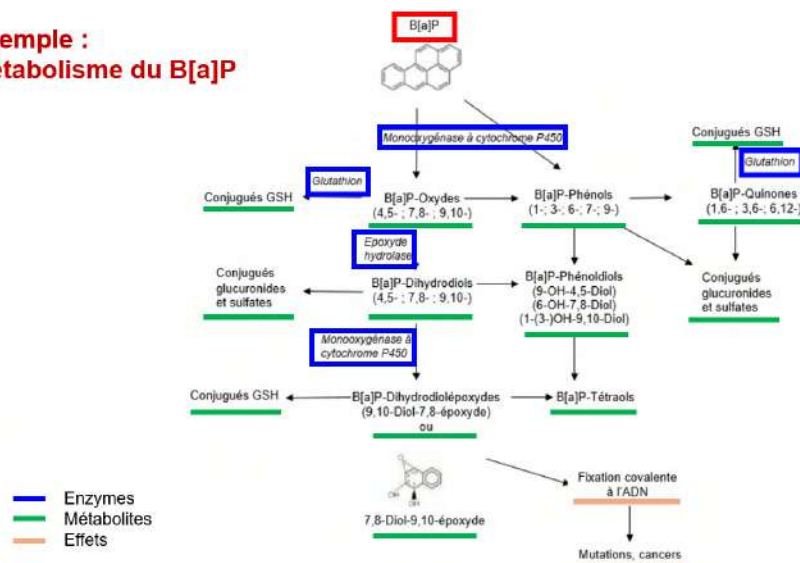


- **Oxydation (CYP450)** => **dihydrodiol-époxydes = métabolites électrophiles +++**



- **Fixation covalente aux protéines et à l'ADN génomique**

### Exemple : Métabolisme du B[a]P



# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Stockage et élimination des HAP

- **Stockage** : forte liposolubilité => accumulation **tissus adipeux, lait maternel, placenta et cordon ombilical**
- **Élimination** : variable en fonction des voies d'absorption, dans les **féces après ingestion** (80-90%) et dans les **urines après absorptions cutanée, respiratoire ou digestive** (15-20%)
  - **Excrétion urinaire du 1-hydroxypyrene (1-OHP) métabolite du PYR**
    - **½ vie d'élimination** : triphasique 5 h, 22 h et 17 jours
    - **Accumulation au cours de la semaine de travail, plateau atteint vers la 4<sup>ème</sup> semaine**
    - **Pic d'excrétion** : 2 à 10 h après ingestion, 1 à 2 h (inhalation) et 10 à 15 h (pénétration cutanée)
  - **Excrétion urinaire du 3-OHB[a]P**
    - **½ vie d'élimination ≈ 9 heures**
    - **Pic d'excrétion ≈ 16 h** quelle que soit la voie d'exposition (décalage par rapport au 1-OHP)
    - **Retour au niveau basal environnemental 48 heures après** le pic d'excrétion, sauf pour des expositions extrêmement importantes ou réexposition
- **Réabsorption intestinale** : possible par hydrolyse bactérienne

## Effets sur la santé des HAP

- **Effet sur la santé humaine des HAP dépend de nombreux facteurs** :
  - **Facteurs liés à l'organisme exposé**
    - Susceptibilité individuelle : organisme sain vs malade
    - Interface exposée : respiratoire +++ (effort physique), cutanée +++ (surface) et digestive
  - **Facteurs liés à l'exposition**
    - Source : aérosol particulaire, gazeux et/ou liquide
    - Intensité, durée et fréquence de l'exposition
    - Quantité d'HAP, type de mélange d'HAP...
    - Co-expositions éventuelles
  - **Facteurs externes** : température, hygrométrie...

## Pathologies non tumorales et HAP

**HAP = Polluants organiques persistants (POP)**, composés persistants, toxiques et omniprésents, considérés comme des **perturbateurs endocriniens** pouvant interférer avec les systèmes hormonaux du corps et causer des déséquilibres hormonaux

1. **Troubles de la fertilité féminine, et du développement fœtal** (Bolden, 2017; Li, 2017; Yilmaz, 2020)
2. **Troubles respiratoires** : Irritation bronchique, aggravation de l'asthme et de pathologies respiratoires chroniques (Vardoulakis, 2020; Wen, 2023)
3. **↑ risque de survenue de maladies cardiovasculaires et accidents vasculaires cérébraux** (Mallah, 2022; Mirzababaei, 2022)
4. **Effet délétère sur le système immunitaire** (Yu, 2022)
5. **Polyarthrite rhumatoïde** de manière indépendante du tabagisme (Robinson, 2023)

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Pathologies tumorales et HAP

- **Classification européenne CMR** (cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction) :
    - **Groupes 1 (certain) ou 2 (probable) : 6 HAP particuliers** (B[a]A, Chr, B[b]F, B[k]F, B[a]P, diB[ah]A) + dérivés de goudrons, braies de goudrons de houille et huiles minérales
  - **Centre international de Recherche sur le Cancer** a classé en groupe :
    - **Gr. 1** **cancérogène certain pour l'Homme** : B[a]P, **activité de pompiers** (pas seulement HAP)
    - **Gr. 2A** **cancérogène probable pour l'Homme** : cyclopenta[cd]pyrene, dibenz[a,h]anthracene, and dibenzo[a,i]pyrene
    - **Gr. 2B** **cancérogène possible pour l'Homme** : benz[j]aceanthrylene, benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[c]phenanthrene, chrysene, dibenzo[a,h]pyrene, dibenzo[a,i]pyrene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, and 5-methylchrysene
- IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 92, 2010 & IARC Scientific Publications, No. 165. Baan RA, Stewart BW, Straif K, editors. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer; 2019
- **Mécanistique** = altérations génotoxiques, mutagènes, épigénétiques et immunotoxiques

## Cancers liés aux HAP et/ou activité de pompiers

**Activité de pompiers** : groupe 1 (CIRC) certain : cancers de vessie et cutanés (et mésothéliome = amiante)

- **Cancer du larynx** (preuves limitées : bitume)
- **Cancer bronchique**
  - **preuves suffisantes** : dérivés du charbon, du goudron de houille, Fumées Diesel, **suie de ramonage...**
  - **preuves limitées** : bitume, créosotes
- **Cancers cutanés** :
  - **Mélanome** (preuves limitées : **activité de pompiers** et raffinage de pétrole)
  - **Epithéliomas** (hors mélanome) :
    - **preuves suffisantes** : **activité de pompiers**, goudron de houille, huiles minérales peu ou non raffinées, huiles de schiste, **suie de ramonage...**
    - **preuves limitées** : Créosotes et raffinage de pétrole
- **Cancers de vessie** :
  - **preuves suffisantes** : **activité de pompiers**
  - **preuves limitées** : braies de goudron de houille, fumées Diesel, **suie de ramonage**

## Métrologie des HAP

- **Mesure dans l'air en général** :
  - **Phase particulière par une analyse globale avec granulométrie** : adsorption des HAP sur la surface des particules <0,5 µm => identification des sources d'émission de particules + évaluer l'efficacité des moyens de protection collectifs
  - **Fraction organique de la phase particulière** = fraction soluble dans le solvant organique d'extraction comme le benzène (FSB) ou dans le cyclohexane (FSCH)
  - **Carbone organique** (composés organiques dont les HAP adsorbés sur le carbone élémentaire) **et du carbone élémentaire**
  - **HAP particuliers** (HAP adsorbés à la surface des particules)
  - **B[a]P** : **Marqueur le plus représentatif des HAP pentacycliques cancérogènes** (OMS 2021)
    - Toxicité la mieux connue
    - ≈ 58 % de la toxicité des HAP dans un mélange
    - Largement utilisé comme HAP indicateur de l'exposition dans les études épidémiologiques

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Métrologie de B[a]P

### Population générale

- **Air** : valeur cible de 31/12/2012 = valeur moyenne annuelle du B[a]P < 1 ng/m<sup>3</sup> (Directive 2004/107/CE,
- **Eau** : benzo(b)fluoranthène + benzo(k)fluoranthène + benzo(ghi)pérylène + indéno(1,2,3-cd)pyrène < 0,10 µg/l et B[a]P < 0,01 µg/l (Directive 2020/2184/CE)

### Travailleurs

- **Air** : **VLEP = 150 ng/m<sup>3</sup>** Objectif provisoire de maintien de cette valeur en l'absence de valeur limite réglementaire (recommandation CNAM).

Quelques exemples de mesures :

- < 50 à 30000 ng/m<sup>3</sup> en cokerie
- 40000 ng/m<sup>3</sup> en ramonage des cheminées
- 1400 ng/m<sup>3</sup> en goudronnage de toitures et 10 à 50 ng/m<sup>3</sup> en asphaltage de toitures
- < 15 ng/m<sup>3</sup> en usines d'incinération d'ordures ménagères

## Biométrie des HAP

### Voies multiples d'exposition

- ⇒ Evaluation de l'exposition globale réelle avec prise en compte du port d'EPI
- ⇒ **Biométrie**

- **Biométrie** : Outil aussi de sensibilisation des SP aux risques pour la santé et point de départ de discussion pour le choix adéquat des équipements de protection individuelle.

### 10 Dosages possibles de métabolites urinaires hydroxylés des HAP :

1. 3-Hydroxybenzo(a)pyrène urinaire
2. 1-Hydroxypyrene urinaire
3. 1-, 2- ou 3-Hydroxyfluorène urinaire (n=3)
4. 1-, 2-, 3-, 4-, ou 9- Hydroxyphénanthrène urinaire (n=5)

## Biométrie : 1-Hydroxypyrene urinaire

### Reflète uniquement l'absorption du pyrène (HAP tétracyclique)

- Pas représentatif de l'exposition aux HAP pentacycliques (comme le B[a]P)

### Cependant, suivi [1-OHP] urinaire intéressant

⇒ Informations sur les voies de pénétration car pic d'excrétion retardé si voie cutanée prépondérante

⇒ Etude de la variation [1-OHP] urinaire fin de poste et 3 à 6 heures après la fin du poste

### Valeurs biologiques d'interprétation (VBI)

- françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES) : -
- américaines de l'ACGIH (BEI) : 2,5 µg/L en fin de poste et fin de semaine, ajusté sur le ratio pyrène/B[a]P du mélange de HAP auquel le salarié est exposé (dernière modification 2017)
- Facteur de conversion : 1 µmol/L = 218 µg/L
- Coût moyen du dosage : HPLC-Fluo : 50 € ; LC-MS/MS : 25 € ; GC-MS/MS : 15 €

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Biométrie : 3-Hydroxybenzo[a]pyrène urinaire

**3-OHB[a]P** : Meilleur marqueur le plus représentatif des HAP pentacycliques cancérigènes

**Mais** 3-OHB[a]P métabolite urinaire représentant seulement 1% de la fraction de B[a]P absorbée

- **3 moments de prélèvements recommandés du fait du décalage de 16h du pic d'excrétion :**
  - en début de poste après 48h sans exposition => **évaluer la concentration résiduelle et le bruit de fond**
  - en début de poste du 2<sup>ème</sup> jour d'exposition => **évaluer l'exposition de la journée précédente**
  - en fin de poste du 5<sup>ème</sup> jour => **évaluer l'exposition cumulée sur la semaine**

## Biométrie : 3-Hydroxybenzo[a]pyrène urinaire

- **VBI en population générale, adultes non-fumeurs :** (Lafontaine M, 2006)
  - Valeur maximale : 0,05 nmol/mol de créatinine
  - 90<sup>ème</sup> percentile : 0,02 nmol/mol de créatinine
- **VBI en population générale, adultes fumeurs :** (Lafontaine M, 2006)
  - Valeur maximale : 0,1 nmol/mol de créatinine
  - 90<sup>ème</sup> percentile : 0,06 nmol/mol de créatinine
- **Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) chez les travailleurs**
  - françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES) : -
  - américaines de l'ACGIH (BEI) : sans valeur chiffrée en fin de poste et fin de semaine
- **Facteur de conversion :** 1  $\mu\text{mol/L}$  = 218  $\mu\text{g/L}$
- **Coût moyen du dosage :** HPLC-Fluo : de 64 € à 68,6 €, prix moyen 66,3 €

## Biométrie : 3-Hydroxybenzo[a]pyrène urinaire

**Pour une exposition journalière en B[a]P atmosphérique de 150  $\text{ng/m}^3$**  (Recommandation maximale de la CNAM)

**Proposition INRS** de valeurs seuil de 3-OHB[a]P urinaire :

- ⇒ en début de poste au 2<sup>ème</sup> jour : 0,35 nmol/mol de créatinine
- ⇒ en début de poste au 5<sup>ème</sup> jour : 0,41 nmol/mol de créatinine

Valeur seuil 3-OHB[a]P urinaire = 0,40 nmol/mol de créatinine

=

Valeur seuil 1-OHP urinaire en fin de poste et fin de semaine = 0,7 à 2,4  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine  
variant en fonction du secteur d'activité et de l'activité au sein du secteur

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Biométrie : Interférences – Interprétation

- **Tenir compte de :**
  - exposition cutanée,
  - hygiène au poste de travail,
  - charge de travail,
  - Environnement,
  - certains médicaments (crème, shampoing au goudron),
  - alimentation (viandes grillées, céréales...) dans les 24 heures précédant le prélèvement,
  - tabagisme...
- **Influence du tabagisme :**
  - ↑ [métabolites] urinaires, principalement des naphthols et des pyrénols (1-OHP) mais aussi des hydroxyfluorènes et du 3-OHB[a]P
  - ↑ [1-OHP] urinaires 500 ng/L voire 1 µg/L pour 30 cigarettes
- **Prise en compte du ratio pyrène/B[a]P +++**, si ratio ≠ 2,5 => ajustement nécessaire (ratio variable selon le type d'activité)

## Biométrie chez les pompiers 1/4

- **Méta-analyse chez les pompiers (Hwang, 2022)**  
après les activités d'incendie :  
↑ [OH-HAP] urinaires = 1,35 fois avant/après (P < 0,0001)

Table 2. Prepost comparison of hydroxylated PAH (OHPAH) collected from urine samples (unit: ng/g-creatinine) by grouped analytes. Bold p-value indicates a statistically significant difference in urinary OHPAH levels after the fire activity.

Grouped Analyte *	No. Records	Post-Pre Fire Activity		Fold Change (Post/Pre)	p-Value
		Mean	SE		
OHFLU	122	6.3	1.17	1.71	<0.0001
OHNAP	106	35.6	2.37	1.57	<0.0001
OHPhE	103	2.3	0.18	1.56	<0.0001
OHpPYR	77	0.3	0.02	0.40	<0.0001
<b>OHPAH</b>	<b>451</b>	<b>1.0</b>	<b>0.04</b>	<b>1.55</b>	<b>&lt;0.0001</b>

\* OHFLU (hydroxyfluorènes) = 1FLU (1-hydroxyfluorene) + 2FLU (2-hydroxyfluorene) + 3FLU (3-hydroxyfluorene) + 9FLU (9-hydroxyfluorene), OHNAP (hydroxynaphthalènes) = 1NAP (1-hydroxynaphthalène) + 2NAP (2-hydroxynaphthalène), OHPhE (hydroxyphenanthrènes) = 1PhE (1-hydroxyphenanthrene) + 2PhE (2-hydroxyphenanthrene) + 3PhE (3-hydroxyphenanthrene) + 4PhE (4-hydroxyphenanthrene) + 6PhE (6-hydroxyphenanthrene), OHpPYR (hydroxypyrenes) = 1pPYR (1-hydroxypyrene), OHPAH = sum of all metabolites, plus direct report of OHPAH from studies.

- **Intérêt du dosage de l'1-hydroxypyrene urinaire chez les pompiers (Pierrard, 2016)**
  - **Phase de travail très brève sans port de protection respiratoire**  
1-OHP urinaire = 2,1 à 2,3 µmol/mol de créatinine ≈ 10 fois plus élevés que chez les autres SP protégés présents sur le lieu de l'incendie avec ARI ou plus éloigné (≈0,2 µmol/mol de créatinine)

## Biométrie chez les pompiers 2/4

Etude chez 10 SP masculins en Corée du sud exposés aux HAP lors d'un incendie dans une entreprise de fabrication de pneumatiques (Lee et al, 2024)

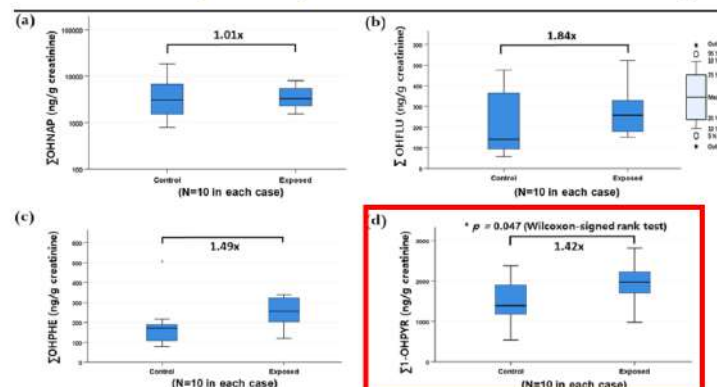


Fig. 1. Boxplot indicating the urinary levels of OH-PAH in South Korean firefighters.

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Biométrie chez les pompiers 3/4

Étude de l'exposition aux fumées d'incendie de SP affectés en structure de feu contrôlé (Allonneau et al, 2019)

- **Évaluer la contamination au benzène et aux HAP** (1-OHP, 3-OHB[a]P, et 1 et 2 naphthols) chez des SP
  - **Groupe exposé** : 8 SP formateurs affectés en structure de feu contrôlé
  - **Groupe non exposé** : 8 SP affectés au service médical
- **4 prélèvements urinaires sur 1 semaine** :
  - lundi en début de poste (mesure de la concentration résiduelle après 2 jours sans exposition)
  - lundi soir (étude de l'exposition de la journée)
  - mardi à la mi-journée (pic d'excrétion)
  - vendredi en fin de poste (exposition cumulée de la semaine)
- **Métries d'ambiance** :
  - COV (benzène, HAP, aldéhydes),
  - fraction inhalable des particules et CO (périodes sans port d'ARI)
- **Résultats** :
  - **Métabolites urinaires** : souvent < aux VBI, mais **tendance au cours de la semaine** ↑ 3-OHB[a]P et ↑ 1-OHP chez les SP exposés versus les SP non exposés.
  - **Métries d'ambiance** :
    - VLEP benzène et naphthalène non dépassées
    - « VLEP recommandée » B[a]P dépassée
    - Contamination cutanée suspectée du fait ↑ 2 naphthols

## Evaluation de l'exposition cutanée aux HAP (NIOSH, 2013)

- **Contexte** : Population US de SP équipés d'ARI et de tenues anti-feux plus rigides et moins respirantes par rapport aux EPI en France
- **Types de prélèvements avant et après l'intervention dans le caisson de feu** :
  - **HAP** :
    - **Métrie** : air, air exhalé, tenue antifeu extérieur et intérieur, peau (cou/scrotum)
    - **Biométrie** : métabolites urinaires
  - ARI testés sur mannequin pour vérifier leur efficacité
- **Résultats** :
  - Certains HAP dans l'air > VLEP US pendant la phase de déblai (retrait des ARI fréquent)
  - [HAP] intérieur de la tenue antifeu avant/après intervention similaires (bonne protection par EPI)
  - ↑ [HAP] peau du cou après l'intervention particulièrement chez SP portant un modèle de cagoule remontant dans le cou (attention aux espaces de peau découverts) +++
  - métabolites du benzène et métabolites des HAP urinaires après > avant intervention +++
  - [benzène] & [HAP] chez SP = chez travailleurs non-SP exposés à de faibles doses (efficacité des EPI)
- **Conclusion** : Contamination par les HAP et le benzène essentiellement via voie cutané, le NIOSH considérant que les ARI ont été bien portés chez la plupart des SP

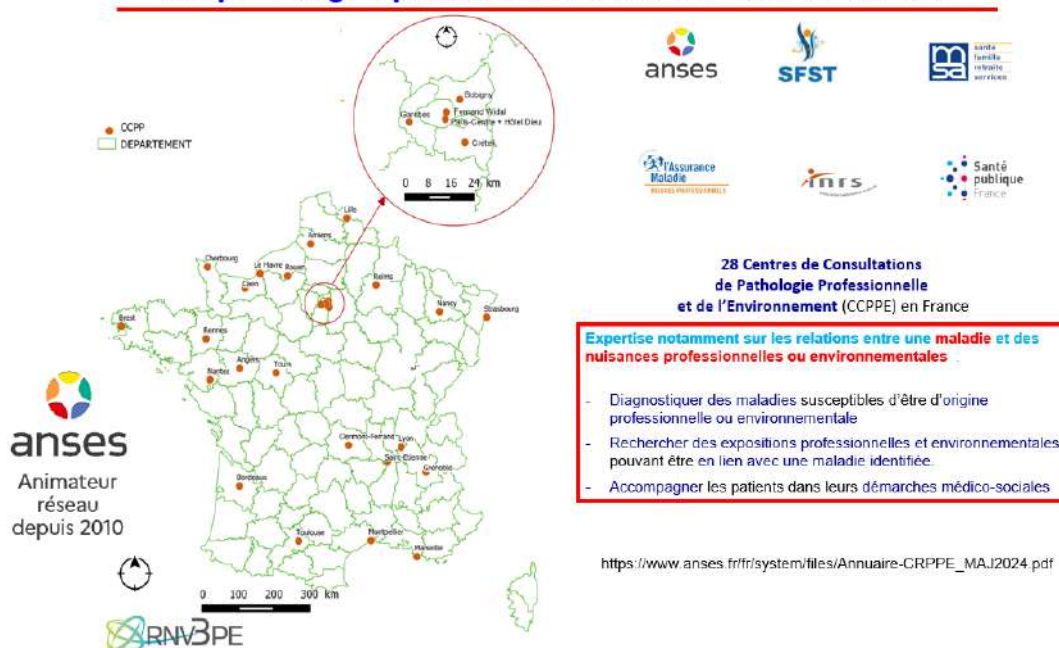
## Conclusions

- Grande famille de composés chimiques organiques très lipophiles dont certains sont **cancérogènes** formés lors de la combustion de toute matière organique incomplète ou complète
- Exposition aux HAP lors des 3 phases d'intervention au cours d'un incendie
- Absorption par voie :
  - Respiratoire (↑ effort) => **port d'ARI +++ quid des feux de forêts ?**
  - Cutanée (↑ chaleur) => **importance du port d'EPI couvrant bien la peau**
  - Ingestion : voie manuportée et clairance pulmonaire
- **Qq pathologies non tumorales**
- **Pathologies tumorales** : activité de pompiers classée dans le **groupe 1 du CIRC**, plusieurs cancers associés avec des preuves suffisantes ou limitées (mais pas seulement les HAP)
- **Importance de la biométrie** : 2 métabolites urinaires 1-OHP et 3-OHB[a]P pour la surveillance des expositions, **mais attention aux moments de prélèvements et à l'interprétation**

# 3. Risques pour la santé des HAP issus de fumées d'incendies

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles et environnementales



## Bibliographie

- Painting, Firefighting, and Shiftwork : IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 2010, Volume 98. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol98/index.php>
- Pukkala E, Martinsen JI, Weiderpass E, Kjaerheim K, Lynge E, Tryggvadottir L, Sparen P, Demers PA Cancer incidence among firefighters: 45 years of follow-up in five Nordic countries. Occup Environ Med. 2014;71:398-404.
- Daniels RD, Kubale TL, Yiin JH, Dahm MM, Hales TR, Baris D, Zahm SH, Beaumont JJ, Waters KM, Pinkerton LE. Mortality and cancer incidence in a pooled cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950-2009). Occup Environ Med. 2014;71:388-97.
- Caux C, O'Brien C, Viau C. Determination of firefighter exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and benzene during fire fighting using measurement of biological indicators. Applied Occupational & Environmental Hygiene 2002;17:379-86.
- Pierrard. Intérêt du dosage de l'1-hydroxypyrrène urinaire chez les pompiers. Arch Mal Prof Environ. 2016;77: 636-9.
- Allonneau et al. Étude de l'exposition aux fumées d'incendie des sapeurs-pompiers affectés en structure de feu contrôlé. Arch Mal Prof Environ. 2019;80:257-72.
- Hwang J, Xu C, Grunsted P, Agnew RJ, Malone TR, Clifton S, Thompson K, Xu X. Urinary Metabolites of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Firefighters: A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health. 2022;19:8475.
- Lee NM, Tadesse AW, Ekpe OD, Lee SY, Kwon JW, Kim W, Cho YH, Oh JE. Assessment of PAH exposure and health risks among South Korean firefighters based on urinary PAH metabolites. Chemosphere. 2024 Apr;353:141429.
- Site INRS, Base biotox
- Rapport ANSES, « Risques sanitaires liés aux expositions professionnelles des sapeurs-pompiers », 2019

## 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

**Pr. Laurent GERAUT**

*Direction centrale du service de santé des armées. Paris, France.*

Comme pour tout travailleur, la santé du pompier dépend notamment de l'exposome externe, c'est-à-dire de la totalité des expositions à des facteurs environnementaux non génétiques extérieurs affectant la personne depuis sa conception jusqu'à la fin de sa vie. L'employeur porte une responsabilité sur la dimension professionnelle de cet exposome externe, aussi bien au quartier, dans les éventuels ateliers qu'en exercice ou en opération. À cet effet, l'employeur déploie une évaluation des risques professionnels reposant sur le principe de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS), avec une approche qualitative majoritairement bibliographique combinée à une approche quantitative reposant sur des mesures métrologiques au poste de travail. La biométrie menée par le médecin du travail complète cette évaluation.

Certains effets sanitaires, notamment les cancers associés à l'activité de pompier par le Centre international de recherche contre le cancer, surviennent de façon différée par rapport à l'exposition, parfois de plusieurs dizaines d'années. Cela justifie le déploiement d'outils visant à tracer les expositions. L'évaluation des risques s'exprime alors selon différentes modalités :

- Via un report exhaustif des expositions, comme c'est le cas avec SISERI, qui collige l'ensemble des doses mesurées en radioprotection.
- Via une approche semi-quantitative, comme c'est le cas avec les groupes d'expositions aux poussières d'amiante d'intensité forte / intermédiaire / faible.
- Via une approche qualitative (exposé/son exposé) comme c'est le cas avec le travail de nuit.

L'objectif est d'associer ces mesures à des règles de gestion faciles à comprendre et à déployer (majoration observée du risque de cancers radio-induits au-delà de 100 mSv –dose efficace cumulée vie entière- ; fréquence des scanners thoraciques « amiante » déterminée selon le niveau d'exposition, recommandation pour limiter le temps total d'exposition au travail de nuit).

Les données recueillies font ensuite l'objet d'une traçabilité dont les objectifs sont les suivants : améliorer la prévention, guider les démarches de réparation (déclaration en maladie professionnelle...), améliorer la connaissance entre les expositions et la survenue pathologie, et enfin le cas échéant adapter les conditions d'aptitude médicale au poste de travail ainsi que la surveillance médicale.

L'archivage au long cours des données individuelles s'appuie sur le dossier médical de santé au travail de chaque agent, ainsi que sur les dossiers administratifs individuels. D'autres sources sont particulièrement intéressantes notamment les journaux de marche des établissements ; elles sont en revanche moins accessibles au niveau individuel. La numérisation des données devrait permettre à terme le croisement de ces données collectives et individuelles.

Enfin, la création de cohortes suivies au long cours permet de mieux corréler les expositions passées avec l'état de santé au long cours, y compris après le départ de l'agent en retraite.

1. National Research Council. Committee on the institutional means for assessment of risks to public health. Risk assessment in the Federal government : managing the process. Washington, D.C. : National Academy Press, 1983.
2. International Agency for Research on Cancer. Volume 132: Occupational exposure as a firefighter. Lyon, France; June 7-14, 2022. Available on <https://publications.iarc.fr/615>.
3. Elaboration d'une stratégie de surveillance médicale clinique des personnes exposées à l'amiante 15 janvier 1999 - Paris La Villette. <https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/conam2.pdf>
4. Suivi post-professionnel après exposition à l'amiante. Recommandation de bonne pratique du 14/04/2010. [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_935546/fr/suivi-post-professionnel-apres-exposition-a-l-amiante](https://www.has-sante.fr/jcms/c_935546/fr/suivi-post-professionnel-apres-exposition-a-l-amiante)

# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## Tracer les expositions professionnelles, Pourquoi, comment ?

15 mai 2025

MC Laurent GERAUT

Coordonnateur national de la médecine de prévention  
Direction centrale du service de santé des armées  
Division santé de défense



### Plan

1. Gérer l'exposome pour le militaire
  1. Exposome
  2. Périmètres de responsabilité employeur / médecin de prévention
2. Tracer
  1. Pour quoi faire?
  2. Comment? Avec quels outils?



### 1. L'exposome

Niveau 2 sous-titre

- ▶ L'**exposome** : totalité des expositions à des facteurs environnementaux, c'est-à-dire non génétiques, que subit un organisme humain depuis sa conception jusqu'à sa fin de vie, en passant par le développement *in utero*, complétant l'effet du génome.
- ▶ « France Exposome » porté par INSERM...



## 1. L'exposome






Figure 1 : Représentation en 4 modules de l'étude de l'exposome illustrés par quelques exemples : de l'écosystème, origine des expositions, aux réponses biologiques et effets sur la santé, en passant par les niveaux d'exposition externes et internes. La frise temporelle indique que l'exposome intègre les expositions sur la vie entière.

ANSES. Avis relatif au rapport « Intégration de l'exposome dans les activités de l'Anses ». Maisons-Alfort, le 02 mars 2023. www.anses.fr




# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant




## Exposome externe : réglementations

Vie personnelle	En atelier	En exercice & en opération
		
Code de l'environnement, code de la santé publique	Code du travail (le MIN ARM s'engage à suivre les livres 1 à 5 de la 4 <sup>e</sup> partie du CT = partie technique).	Publication interarmée PIA-4.21 (PMROPS – 2018) Les armées s'engagent à respecter les livres 1 à 5 de la 4 <sup>e</sup> partie du CT = partie technique, en les subordonnant aux particularités locales et à l'environnement opérationnel (contraintes de la menace, contexte, rythme des opérations...)
Surveillance médicale post professionnelle (décret et arrêté du 18 juin 2013 pour les militaires/ CDT)		
⇒ Impact sur la disponibilité opérationnelle ⇒ Atteinte à l'image de l'institution ⇒ Risque juridique (commandement) ⇒ Demandes de réparation (PMI...)		

## Exposome externe : de multiples nuisances

Vie personnelle	Au quartier, en atelier	En exercice & en opération
		
Produits ménagers Produits de bricolage au domicile...	<b>Produits chimiques manipulés</b> Produits consommés en atelier	Produits consommés en opération (mousses anti incendie...)
Ex : mode vie (tabac...), polluants générés lors d'activités de bricolage au domicile, plomb en stand de tir sportif...	<b>Pollution locale liée à l'activité in situ</b> Ex : polluants en atelier (fumées diesel, poussières de bois...)	Ex : fumées d'incendie de forêt, d'habitation, industrielle, fumées de tir, plomb en stand de tir militaire...
<b>Pollution touchant l'environnement de travail et/ou de vie</b>		
Ex : qualité de l'air urbain ou en intérieur...	Ex : localisation d'un atelier sous le vent de la boîte à feu. Locaux tertiaires donnant sur une zone d'attente de bus... Caserne sous le vent d'un gros incendie (Notre Dame...)	Ex : pollution au plomb sur la ville de Mitroca (Kosovo, 2000) Fumées des incendies des puits de pétrole en 1991...

## Exposome externe : de multiples nuisances

Vie personnelle	En atelier	En exercice & en opération
		
Des nuisances à effet immédiat = accident Ex : syndrome de Brooks (RADS)		Pas de besoin en traçabilité!
Des nuisances à effets différés Ex : cancérogénicité		Traçabilité importante (survenue de l'effet souvent après le départ de l'institution)

# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

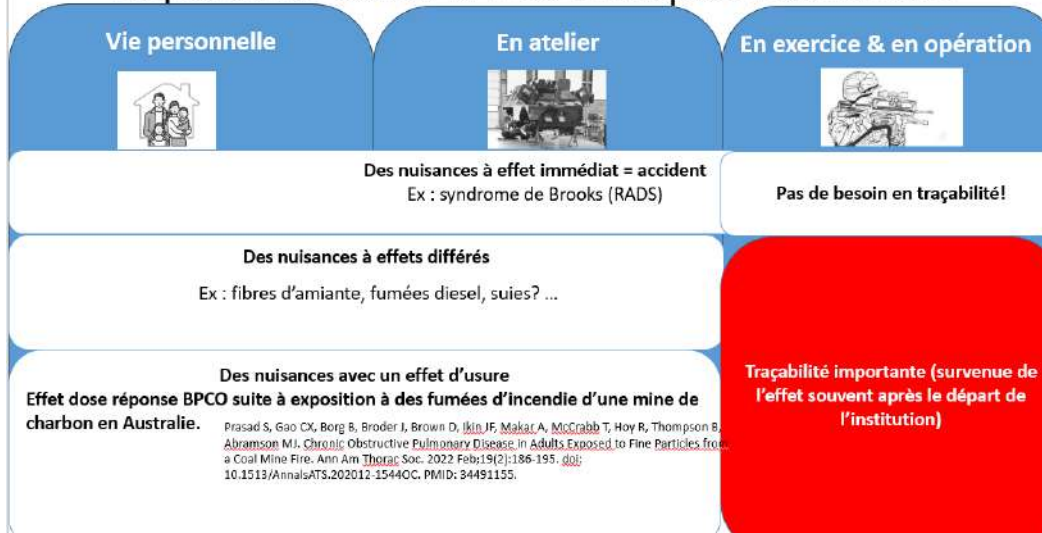
Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Exemple sur la cancérogénicité : classification du métier de pompier

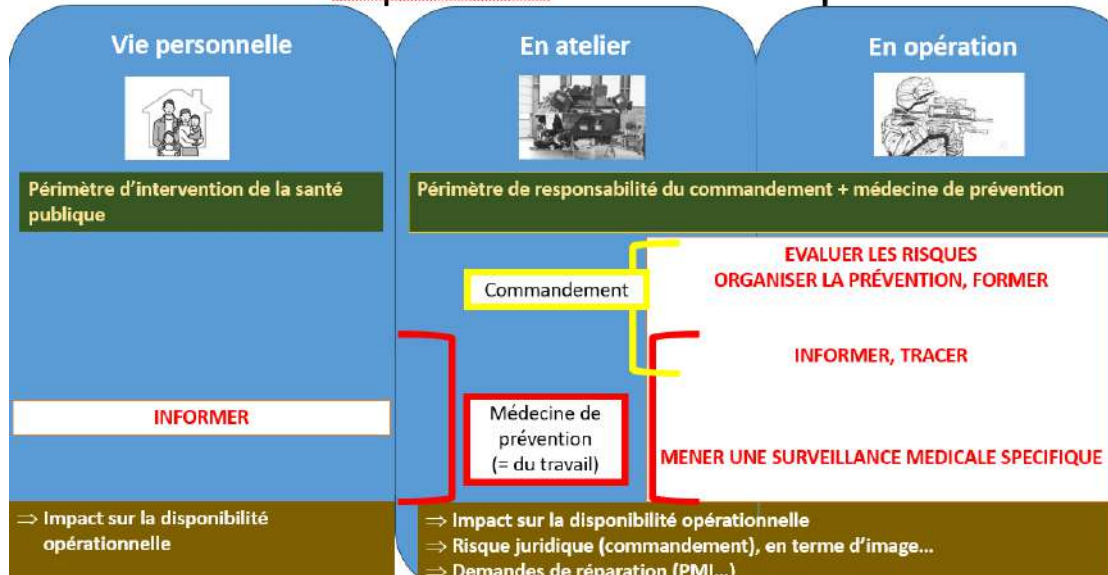
(CIRC 2022)

- ▶ **Cancérogène pour l'homme (groupe 1)**
  - ✦ **Mésothéliome** (amiante?) (+58% ; CI 14-120%)
  - ✦ **Kc vessie** (HAP?) (+16% ; CI 8-26%)
  - ✦ (pas d'excès de cancers bronchopulmonaires : effet travailleur sain?)
- ▶ **Tumeurs solides = délais de survenue de plusieurs dizaines d'années**
- ▶ **Cancérogénicité limitée chez l'homme**
  - ✦ Colon, prostate, testicules, mélanome, lymphome non-hodgkinien.
  - ✦ Biais : mode de vie, meilleure surveillance médicale (biais de détection)
- ▶ **Mécanistique raisonnable**
- ▶ **Chez l'animal : pas d'études**
- ▶ **Au total : groupe 1 (pompiers de métiers + volontaires)**

### Exposome externe : de multiples nuisances

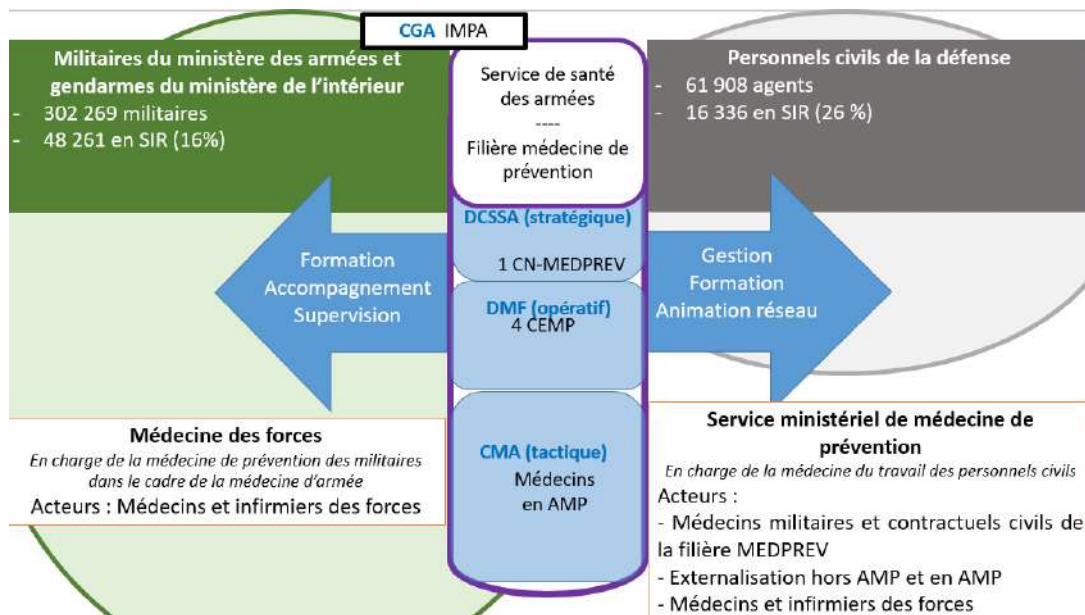


### Gestion de l'exposome externe : responsabilités



# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## Perspectives et objectifs pour 2025

### ► Sujets pour 2025

- ✚ Le chrome et le cadmium dans les ateliers aéronautiques
- ✚ Les produits cytotoxiques (chimiothérapies anticancéreuses)
- ✚ Risque chimique en milieu hospitalier (thèse) + rencontre des chargés de prévention

### ► Moyens

- ✚ Rédaction de fiches techniques pour les médecins des forces
- ✚ Réalisation de campagnes de biométrie auprès des agents (civils et militaires)
- ✚ Relevé des biométries dans le rapport annuel



## Responsabilité du commandement

### ► Evaluer les risques professionnels

- ✚ En atelier (maintenance), en exercice, en opération (ex : installer une base sur une déchetterie amiantée?).
- ✚ Y compris en cas d'incident : **capacité de mesure et analytique sur des fumées d'incendie...**  
=> Ecrits collectifs (document unique d'évaluation des risques professionnels – DUERP-) ou individuels (fiches emploi nuisances – FEN-)  
*Conseil : des mesures simples, ciblées.*

### ► Prévenir

- ✚ En organisation (entre deux produits, choisir le moins dangereux).
  - Cofacteurs : travail de nuit ⇔ pb avec les organisations spécifiques
  - Conseiller une durée max d'exposition ?
  - Modes opératoires en opération : gestion des tenues...
- ✚ Prévention collective (autour des boîtes à feu par exemple...).
- ✚ Prévention individuelle (protections respiratoires dans les phases de déblai ; tests d'étanchéité? Nettoyage des tenues...).

# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## Responsabilité de la médecine de prévention

- ▶ Actions en milieu de travail
  - ✚ Visiter les ateliers => Ecrits pour conseiller le commandement sur les nuisances
  - ✚ Participe à la traçabilité
- ▶ Activité clinique
  - ✚ En amont de l'exposition : SIR / aptitude. Ex : écarter un asthmatique du contact avec des irritants forts)
  - ✚ Pendant l'exposition : clinique + biométrie, ex : dosage des HAP ?
  - ✚ Après :
    - Réparer (PMI + MP)
    - Tracer : Attestations d'expositions
    - Surveillance médicale post professionnelle => actions de dépistage ciblées sur les nuisances différées, en application de recommandations.
      - Pompiers : reco amiante, mais c'est tout...



## Responsabilité mixte commandement / MEDPREV

- ▶ Informer (cela rejoint la promotion de la santé)
  - ✚ Commandement : sur les nuisances professionnelles, les mesures de prévention.
    - Ex : formation nécessaire à la manipulation de tenues de feu en sortie d'intervention
    - Ex : formation à la gestion des suies dans les voies aériennes (lavages des fosses nasales)
    - Culture d'intervention à la fois « virile », mais raisonnablement « propre » (introduire des éléments de décision prenant en compte la protection à long terme).
  - ✚ Service médical :
    - Sur les nuisances non professionnelles (addictions, IST...) ou professionnelles (port des EPI avec la barbe...),
    - Sur les conséquences sur la santé
    - Sur les mesures de prévention.
- ▶ Tracer!!!



## 2.1 Tracer les expositions : pourquoi?

Rappel : des nuisances à effets différés / d'usure...

- ▶ Améliorer la prévention.
- ▶ Guider la réparation (affections en service, maladies professionnelles)
- ▶ Améliorer la connaissance sur les expositions et sur le lien avec la survenue de pathologies
  - ✚ Expositions mal connues, en cocktail (multiexpositions), chimiques, physiques organisationnelles (privation de sommeil, travail de nuit...)
- ▶ Adapter l'aptitude au poste de travail (excès de cancers familiaux...) et la surveillance médicale

# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## 2.2 Tracer les expositions : Comment? Avec quels outils?

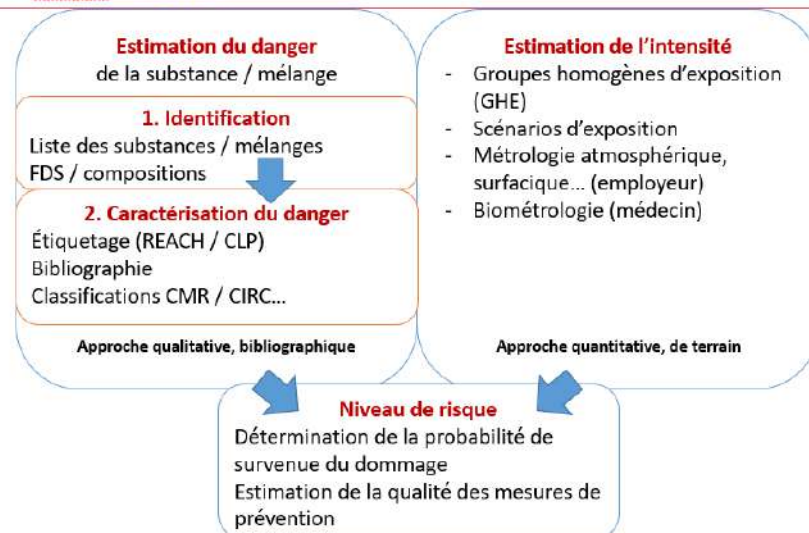
1. Mener une évaluation des risques : EQRS = avoir la matière!
2. Organiser l'expression de l'évaluation des risques (EQRS)
3. Organiser l'archivage individuel et collectif, cohérent / opérationnel

**Une nécessité en gestion : se concentrer sur les nuisances les plus fréquentes / problématiques**



### Évaluation quantitative du risque sanitaire (EQRS)

US National Research Council, 1983



### Environmental sampling before – during – after deployment

Air quality analysis at Kabul International Airport  
Biological and chemical parameters  
(PM, Vocs, CFU, H<sub>2</sub>S)



Soil sampling analysis before/after deployment  
(metals, pesticides, HC)



### Chemical Risk assessment during use of weapons

MdCN



LRU



Chemical hazards and exposure assessment during development or qualification of weapon systems

(joint action medical service and procurement agency)



# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## Expression de l'évaluation des risques

Niveau 2 sous titre

- Approche quantitative dans le détail
  - Report exhaustif des expositions (choix de la DGSCGC)
  - ✚ SISERI en radioprotection => report carrière entière des doses mesurées
    - > 100 mSv dose corps entier => excès démontré des effets stochastiques
- Approche semi-quantitative (fort / intermédiaire / faible)
  - ✚ Conférence de consensus amiante 1999
- Approche qualitative (exposé / non exposé)
  - ✚ Recommandations de la SFRMS 2018 sur le travail de nuit : Favoriser un retour vers le travail de jour pour les travailleurs de nuit > 5 à 10 ans.



## Critères de classification des expositions pour l'amiante (conférence de consensus 1999)

Niveau 2 sous titre

<b>Expositions importantes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Expositions certaines, élevées, continues et d'une durée supérieure ou égale à 1 an (exemples : activités professionnelles entrant dans le cadre du secteur 1 et de leurs équivalents dans le secteur 3 (exemples : flocage, chantiers navals) ;</li><li>- Expositions certaines, élevées, discontinues et d'une durée supérieure ou égale à 10 ans (exemples : mécaniciens rectifieurs de freins de poids lourds, tronçonnage de l'amiante-ciment).</li><li>Ex au MinArm : manipulation ou découpage fréquent de plaques d'amiante (chauffagistes, arsenaux).</li></ul>
<b>Expositions intermédiaires</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Toutes les autres situations d'exposition professionnelle documentée. La majorité entre dans le cadre du secteur 3.</li><li>Ex au MinArm : mécanicien affecté au changement des plaquettes de freins avant 1997 (hors rectification à la meule).</li></ul>
<b>Expositions faibles</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Expositions passives (exemples : résidence, travail dans un local contenant de l'amiante floquée non dégradée).</li></ul>

**Conditionne la réalisation et la fréquence d'exams complémentaires (SMPP)**  
**-Scanners thoraciques amiante-**



## Expression de l'évaluation des risques

Remarques

- Cela implique de disposer de listes d'agents exposés par le commandement
- Mettre en place des outils
  - ✚ Simples = efficaces à défaut d'être ambitieux
  - ✚ Directement tournés vers la gestion du risque
    - > 1 an en exposition forte amiante => surveillance par scanner thoracique à + 20 ans, tous les 5 ans.

# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## ► Un archivage individuel et collectif, cohérent / opérationnel

### Dans les armées : commandement

			Expositions	
			Habituelles	Exceptionnelles
DUERP		Idem CT, mise à jour au moins annuelle.	X	
PAPRI Pact		Idem CT, mise à jour au moins annuelle.	X	
Fiches	FEN	Spécifique au MIN ARM, reliquat des fiches d'expositions partiellement supprimées en 2015. Prévu comme un outil d'information à destination de l'agent, mais de facto un outil de traçabilité, avec une mise à jour => 5 ans. Ne trace pas les événements particuliers.	X	
	Fiches exposition	CT : amiante (art. R. 4412-120 du CT) ; fiche de sécurité pour les activités exercées en milieu hyperbare (art. R. 4461-13 du CT)	X	
	FEAPER I	Spécifique au MIN ARM ; document commun au CRP, au médecin du travail sur les rayonnements ionisants.	X	X
SISERI		Dispositif de l'ASNR (ex-IRSN). Trace les résultats dosimétriques pour les personnels exposés aux rayonnements ionisants.	X	X
Inscription au registre des constatations du corps		Pour les événements à forte composante traumatique		X
Journaux de marche, d'intervention...		Non centré sur les expositions, pas de convergence vers les dossiers individuels	X	X
Attestation d'exposition		Principalement sur les expositions cancérigènes (CMR++). Essentiellement déclaratif, gros biais de mémorisation. Volet employeur.	X	partiel

### Dans les armées : commandement Références réglementaires

DUERP		Arrêté du 21 décembre 2015 modifié relatif au recueil des dispositions de prévention du ministère de la défense (RDP)
PAPRI Pact		
Fiches	FEN	Arrêté du 9 octobre 2020 relatif aux fiches emploi-nuisances mises en œuvre dans les organismes du ministère de la défense et au suivi des expositions professionnelles + note d'accompagnement (note n° 0001D20020448ARM/SGA/SRRH/SRH-MD/SRP/SRP5 du 23 octobre 2020)
	Fiches exposition	
	FEAPER I	Spécifique au MIN ARM ; document commun au CRP, au médecin du travail sur les rayonnements ionisants.
SISERI		Dispositif de l'ASNR (ex-IRSN). Trace les résultats dosimétriques pour les personnels exposés aux rayonnements ionisants.
Inscription au registre des constatations du corps		Instruction n° 162/DEF/EMA/ORH/OR du 09 mars 2009 modifiant l'instruction n° 1702/DEF/EMA/OL/2 du 09 octobre 1992 relative à la constatation des blessures ou maladies survenues aux militaires pendant le service.
Journaux de marche, d'intervention...		
Attestation d'exposition		Décret n° 2013-513 du 18 juin 2013 relatif à la surveillance médicale postprofessionnelle des militaires exposés à des agents cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction + arrêté + IM

### Traçabilité dans les armées : service médical

			Expositions	
			Habituelles	Exceptionnelles
Fiches	FEN	Communiquées par l'employeur & archivées dans le DMST par le médecin du travail	X	
	Fiches exposition		X	
	FEAPER I	Spécifique au MIN ARM ; document commun au CRP, au médecin du travail sur les rayonnements ionisants.	X	X
SISERI		Résultats accessibles pour le médecin du travail désigné.	X	X
Attestation d'exposition		Principalement sur les expositions cancérigènes (CMR++). Essentiellement déclaratif, gros biais de mémorisation. Volet médecin du travail.	X	partiel
Mentions dans le dossier médical de santé au travail (DMST)		Difficile à mettre en place au sein du MIN ARM (SI encore peu adapté, chronophage, pas de passerelle entre un SI prévention et le SI dossiers médicaux.)	X	partiel

#### Au total :

- Connaissance épidémiologique des expositions partielle
- Traçabilité lissée « par forfait » => **matrices emploi exposition dans le SI**

# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## Projet Cohorte militaire et son exposome (CoMitEx)

- MC A. MAYET et al.

### ✚ Issue de l'expérience de la cohorte Constances

- ▶ Cohorte professionnelle prospective militaire
- ▶ Volontaires issus des différentes armées, directions et services

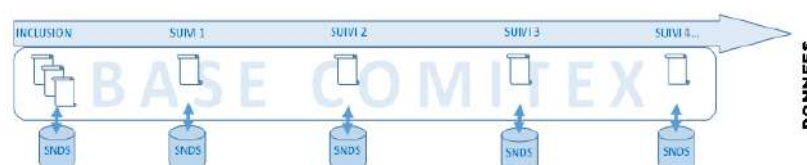
### ✚ Population cible : militaires en activité et anciens militaires

### ✚ Objectifs

- ▶ Décrire l'état de santé et l'exposome et leurs associations dans la durée
- ▶ Caractériser des situations homogènes d'exposition (matrices emploi-exposition)
- ▶ Mesurer les associations entre expositions, parcours de soins et mortalité (SNDS)



## Schéma d'étude



- ✚ **Connection à un portail Internet sécurisé**
- ✚ **Questionnaires d'inclusion et de suivi**
- ✚ **Appariement des données « questionnaires » au Système national des données de santé (SNDS)**



## Ce que CoMitEx...

### ✚ Pourra faire

- ▶ Cartographie globale des expositions en milieu militaire
- ▶ Tableaux de bord récurrents sur l'état de santé
- ▶ Identifier des sous-populations à risque
- ▶ Suivi des militaires (volontaires) après leur départ de l'institution
- ▶ ...

### ✚ Ne pourra pas faire

- ▶ Identifier des facteurs de risque de maladies rares dans des populations rares (mélanome et pilotes de chasse)
- ▶ Fournir des réponses « rapides »

# 4. Tracer les expositions professionnelles. Pourquoi, comment ?

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant



## Au total : Améliorer la traçabilité, voies de recherche

1. Mieux caractériser les expositions
  - Métrologies atmosphériques / surfaciques en opération (exercice / réel / en atelier).
  - Biométries adaptées (médecins, en application de guidelines)
2. Tracer : évaluer les expositions lors de la visite de notation annuelle ?
  - Quantification exhaustive ou approche par forfait via des **matrice emploi exposition** ?
  - Avec une approche semi-quantitative fort / intermédiaire / faible ?
  - Et des mesures de gestion ?
  - Prenant en compte les expositions plus intenses / rares
3. Mettre en place une convergence des archives vers les dossiers individuels
  - Exploitation de FEN en pdf activés à défaut d'un SI national prévention ?
  - SI intégré prévention / MEDPREV; montre podomètre amélioré...
4. Mettre en place un suivi longitudinal des professionnels
  - COMITEX dans les armées



## Case report form (CRF)

### Questionnaires en plusieurs phases

- ▶ Données sociodémographiques
- ▶ Expositions présentes et passées
  - ▶ Professionnelles (emplois, missions, stress, agents physiques, biologiques et chimiques...)
  - ▶ Personnelles (résidence, habits, sport, alimentation, usages de substances...)
- ▶ Événements de santé datés (traumatismes, maladies)
- ▶ Echelles de mesure (santé mentale, qualité de vie, addictions...)

### Portail Internet flexible et interactif

- ▶ Remplissage « à son rythme »
- ▶ Rétro-information aux participants
- ▶ Brèves / actualités de la cohorte



## Chemical Risk assessment during use of weapons



Chemical hazards and exposure assessment during development or qualification of weapon systems  
(joint action medical service and procurement agency)

## 5. Exposition psychosociale des sapeurs-pompiers

**Dr. Clément Duret (1,2) médecin du travail**

1. Chef d'unité au centre régionale des pathologies professionnelles et de l'environnement, unité Garches, Hôpital Raymond Poincaré, APHP.

2. Directeur médicale Holicare

**Comprendre, détecter et prévenir pour préserver sa santé et sa capacité d'action.**

La santé mentale nous concerne tous. Elle est la résultante de déterminant personnels et environnementaux selon un modèle bio-psycho-social, et s'inscrit dans une approche globale de santé physique, mentale et sociale. Chaque personne possède donc une santé mentale, qui peut évoluer selon les périodes et les environnements. Il existe un continuum entre santé et pathologies mentales, avec de nombreux états intermédiaires, mais aussi une importante variabilité de personnalité, comportements et perceptions différentes dans la population générale.

Les sapeurs-pompiers et PATS sont exposé à un environnement psychosocial spécifique dans leur travail quotidien, notamment lors des interventions. Aux expositions chimiques, biologiques et physiques s'additionnent des facteurs psychologiques spécifiques comme une intensité de travail, la pression morale et cognitive lors des actions, l'exposition à des situations marquantes, des relations variables avec les usagers et une exposition régulière à des risques pour leur santé. Symétriquement, le métier expose également à des facteurs psychologiques comme le sens du métier, la stimulation, l'absence de routine.

Ces expositions, en interaction avec l'individu et son fonctionnement, peuvent influencer l'état de santé de l'individu. Les pathologies fréquemment observées sont la dépression caractérisée, les troubles addictifs, l'épuisement professionnels et l'état de stress post traumatique.

La prise en compte du risque psychologique doit faire partie intégrante des politiques de prévention et d'accompagnement de la santé des agents. Une détection précoce assure une prise en charge adaptée et permet de réduire le risque d'arrêt et les conséquences médicale et sociales. Pour autant il est difficile pour les agents d'aller vers les relais nécessaires. Un changement progressif de culture et des démarches de détection précoce, de prévention et d'accompagnement sont à structurer sur l'ensemble des territoires, d'autant plus que ces interventions fonctionnent.

# 5. Exposition psychosociale des sapeurs-pompiers

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Exposition psychosociale des pompiers

Comprendre, détecter et prévenir pour préserver sa santé et sa capacité d'action

Journée d'information – DGSCGC

Dr Duret Clément

Centre Régional de Pathologies Professionnelles  
et de l'Environnement Unité Garches  
Directeur médical HOLICARE



Hôpital  
Raymond-Poincaré  
AP-HP

Dr Clément DURET – Centre Régional des Pathologies  
Professionnelles et de l'Environnement – Unité de  
Garches

Holicare™

## Plan

- Enjeux de la santé mentale individuelle
- Quelles expositions psychosociales pour les Sapeurs pompiers et les PATS
- Quelles maladies psychiques potentielles?
- Une détection précoce et un accompagnement adapté ça marche !

## C'est quoi la santé mentale ?

- OMS : la **santé** est « *un état de complet de bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité* »

- Absence de maladie mentale
- Absence de souffrance psychique
- Santé et épanouissement ?

- OMS suite :  
« état de bien-être qui permet à chacun de réaliser son potentiel, de faire face aux difficultés normales de la vie, de travailler avec succès et de manière productive »



# 5. Exposition psychosociale des sapeurs-pompiers

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Santé mentale au travail

- Continuum entre santé et pathologies
- Grandes variations de personnalité, de comportements et de perceptions
- Du signal au symptôme
  - Epanouissement
  - Satisfaction
  - Equilibre
  - Insatisfaction
  - Désengagement, départ,
  - Souffrance, symptômes
  - Pathologies



## Interaction travail et santé psychique



## De l'exposition à la pathologie

- Modèle transactionnel de gestion du stress : *Lazarus, Lazarus et Folkman*
- Modèle de conservation des ressources (*Hobfoll; McKay et Cooper*)
- Balance des contraintes et ressources (*Servant*)



• Conservation of Resources: A General Stress Theory Applied To Burnout By Stevan E. Hobfoll, John Freedy

# 5. Exposition psychosociale des sapeurs-pompiers

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Facteurs d'exposition professionnelle

### • Rapport Gollac

- **Intensité de travail** : charge, temps de travail, exigences de travail, responsabilité, interruption, multiplicité des interlocuteurs, pression et enjeux des tâches
- **Exigences émotionnelles** : contrôle émotionnel dans la réalisation des tâches quotidiennes
- **Conflit de valeur** : qualité du travail, action allant contre ses valeurs personnelles
- **Relations sociales au travail** : conflit, violence relationnelle, usagers...
- **Autonomie de travail**
- **Insécurité du travail** : insécurité socio-économique, risque de changement non maîtrisé de la tâche et des conditions de travail



### • Paramètres supplémentaires :

- Reconnaissance
- Justice
- Sens



## L'exposition psychosociale des pompiers



### • Facteurs de risque potentiels

- **Intensité de travail et fatigue** : temps de travail, alternance jour/nuit, enchaînement des jours de travail, intensité physique et psychologique des interventions (prise de décision rapide, responsabilité)
- **Exigences émotionnelles** : exposition à la mort potentielle ou réelle, pour soi – ses collègues – les usagers ; exposition à des images brutales (AVP, défenestrés, brûlure)...
- **Conflit de valeur / frustration** : sensation de travail de mauvaise qualité, transport SAV
- **Relations sociales au travail** : violence des usagers, relations dégradées dans la vie en caserne
- Exposition à des **risques pour la santé** : produits chimiques, feu, hauteurs, AVP

### • Facteurs ressources

- **Reconnaissance** et image sociale (+/-)
- **Sens** de la mission, **stimulations** par l'action, variabilité du quotidien
- Travail assez **unique**
- Place de **l'activité physique** dans le travail



## Les pathologies psychiques au travail

- Multiples
- Maladies bien définies
  - Episodes dépressifs caractérisés
  - Troubles anxieux
  - Etats de stress post traumatique
  - Bipolarité, schizophrénie, délire, ...
  - Addictions
- Syndromes
  - Souffrance psychique au travail (peu spécifique)
  - Epuisement professionnel (ou burnout)

# 5. Exposition psychosociale des sapeurs-pompiers

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Les pathologies psychiques des pompiers

- Maladies bien définies
  - 🔥 **Episodes dépressifs caractérisés**
    - Troubles anxieux
  - 🔥 **Etats de stress post traumatique**
    - Bipolarité, schizophrénie, délire, ...
  - 🔥 **Addictions** (Alcool, drogue, sexe, conduites à risque...)
- Syndromes
  - Souffrance psychique au travail (peu spécifique)
  - 🔥 **Epuisement professionnel** (ou burnout)



## Etats de stress post traumatiques

### Syndromes psychotraumatiques

- 5 à 8 % de la population adulte
- Thématique d'investigation en extension, du « petit » trauma au TSPT



### Trouble du stress post traumatique (TSPT)

- 2% de la population (données anciennes)
- Exposition à la mort, à des blessures graves, ou à la violence sexuelle, effectives ou potentielles
- La durée de la perturbation après l'exposition au traumatisme (< 1 mois (ESA) / > 1 mois (TSPT))
- Souffrance cliniquement significative
- Origine professionnelle possible :
  - Premiers secours / sécurité / armée
  - Accident grave de travail ou d'utilisateur
  - Milieu de la santé



## Etats de stress post traumatiques

### Les autres syndromes

- Expériences d'agressions physiques, morales ou sexuelles
- Dépendant
  - **type d'agression**, son **intensité**
  - **circonstances de survenue** : surprise, anticipation, isolement, origine...
  - de **l'individu** victime
  - de la gestion par le **collectif de travail**

### Les symptômes psychotromatiques

- Symptômes d'intrusion : Souvenirs pénibles récurrents / Rêves répétitifs pénibles / Réactions dissociatives (ex. flashbacks) / Détresse psychologique intense marquée en réponse à des rappels de l'évènement
- Humeur négative : Incapacité persistante à ressentir des émotions positives
- Symptômes dissociatifs : incapacité à se rappeler certains événements
- Symptômes d'évitement : évitement du souvenir, évitements des personnes ou lieux
- Symptômes d'activation : Perturbation du sommeil / irritabilité et crises de colère / Hypervigilance / Problèmes de concentration.

# 5. Exposition psychosociale des sapeurs-pompiers

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

## Episode dépressif caractérisé

- 20% de risque sur une vie / 12,5% des 18-85 ans en 2021 en France\*
- Symptômes ayant un impact sur la capacité de travail
  - Fatigue et fatigabilité – tristesse
  - Aboulie – indécision – atteinte de l'estime
  - Atteintes cognitives +++ (troubles de la concentration ...)
- Lien avec les collègues
  - Soutien des collègues variable
  - Réduction de la participation, retrait, isolement
- Générateurs d'absences, ponctuelles puis prolongées
- Réduction importante de la capacité opérationnelle
- Risque sur l'emploi important

<https://www.inserm.fr/dossier/depression/>

\*Léon C, du Roscoat E, Beck F. Prévalence des épisodes dépressifs en France chez les 18-85 ans : résultats du Baromètre santé 2021. Bull Épidémiol Hebd. 2023;(2):28-40. [http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2023/2/2023\\_2\\_1.html](http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2023/2/2023_2_1.html)

## Epuisement professionnel

### Epuisement professionnel – Signes cliniques

#### • Premiers signes



- Irritabilité / perte des réserves émotionnelles
- Fatigue intense et **troubles du sommeil**
- Difficultés à couper et **ruminations centrées sur le travail**
- **Réduction des activités** vie perso / repli social
- Non reconnaissance initiale des symptômes



#### • Progression

- Troubles de la concentration
- Réduction de l'investissement, cynisme
- Sentiment de dépassement
- Atteinte de l'estime de soi
- Culpabilité – sentiment d'échec
- Désillusion



## Conséquences d'une santé mentale altérée

### Focus sur le travail dans les métiers du secours

- Irritabilité, repli, pessimisme, méfiance
- Difficultés de concentration, de prise de décision
- Perte de volonté, retrait de participation
- Absence de l'agent, arrêt maladie, retards



- **Conflits relationnels / dégradation de la communication**
- Réduction des capacités **physiques** et **cognitives** de travail

= Collectif fragilisé

= Risques majorés en opération

=> Réduction des capacités opérationnelles de toute l'équipe

# 5. Exposition psychosociale des sapeurs-pompiers

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

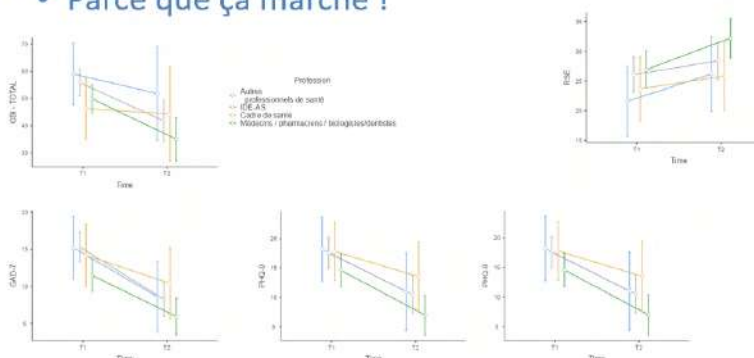
## Enjeux de la détection et l'intervention précoces

- **Détecter pour soi : Difficile**
  - non reconnaissance des signes / déni
  - Volonté d'être fort / de dépasser seul la circonstance
- **En parler : Encore plus difficile !**
  - Peur de l'image
  - Peur des conséquences sur l'emploi
  - Ne pas savoir où aller
  - Peur d'être « fou » ou « fragile »
- **Se faire aider ?**
  - Indispensable
  - La volonté ne guérit pas les symptômes
  - Les conséquences sont multiples et nous enferment
    - Conflit, isolement, addiction, financiers ...



## Pourquoi intervenir?

- **Parce que ça marche !**



## Conclusion

- **La santé mentale nous concerne tous**
- C'est un **équilibre** en mouvement permanent
- Notre santé mentale **détermine** nos **capacités d'action et de relation**
- Les **conséquences** individuelles et collectives peuvent être très **sévères**
- La volonté seule ne suffit pas
- Les pompiers ont des expositions spécifiques
- La **détection précoce** et l'**intervention** sont indispensables

[Clement.duret@aphp.fr](mailto:Clement.duret@aphp.fr)



[Clement.duret@holicare.fr](mailto:Clement.duret@holicare.fr) **Holicare™**

# 6. Étanchéité de l'appareil isolant et influence du port de la barbe

**Ewa MESSAOUDI**

*Présidente de la commission française de normalisation AFNOR S76A « Appareils de protection respiratoire »*

## 1. Contexte

Le port de la barbe chez les utilisateurs d'appareils de protection respiratoire soulève des préoccupations importantes quant à son impact sur le facteur de protection (FP) de ces équipements.

Ce dernier détermine l'étanchéité de l'équipement et caractérise le niveau de pénétration des particules à l'intérieur du masque et, par conséquent, dans les voies respiratoires de l'utilisateur.

Lors de l'évaluation des équipements de protection respiratoire par les organismes notifiés, le facteur de protection est déterminé à l'issue d'essais pratiques de performance réalisés sur des sujets aux morphologies variées, mais toujours rasés de près. L'ajustement du masque au visage du porteur est un paramètre déterminant, influençant directement les résultats de ces essais.

L'objectif de ce document est de démontrer l'impact de la barbe sur le facteur de protection des équipements de protection respiratoire.

## 2. Évaluation du facteur de protection d'un appareil respiratoire isolant chez des utilisateurs barbés

L'appareil respiratoire isolant utilisé par les sapeurs-pompiers en France a pour fonction de fournir à l'utilisateur un air respirable tout en maintenant une surpression dans le masque, empêchant ainsi toute pénétration d'air extérieur potentiellement toxique.

En cas de fuite entre le visage et le masque, l'appareil ne parvient plus à maintenir cette surpression, et peut, dans certains cas, être incapable de compenser la fuite. Cela peut entraîner une dépression dans le masque lors d'inspirations fortes, un phénomène que les utilisateurs peuvent rencontrer lors des interventions de lutte contre les incendies.

Des tests comparatifs, réalisés par un laboratoire européen certifié ISO 17025 selon les exigences 7.16 de la norme EN 136: 1988, confirment une différence significative du facteur de protection entre des utilisateurs rasés et barbés.

Lors d'un essai réalisé sur un utilisateur rasé de près, l'appareil testé présente une fuite inférieure à 0,003 %, ce qui correspond à un facteur de protection (FP) supérieur à 32 000, pour un minimum requis de 2 000 selon la norme EN 136:1998.

## 3. Conclusions

Le facteur de protection de l'appareil testé est considérablement réduit chez tous les utilisateurs portant la barbe, le rendant non conforme aux exigences essentielles de santé et de sécurité du règlement EPI (UE) 2016/425.

La pénétration des particules à l'intérieur du masque est multipliée par 250 dans le cas le plus favorable, et jusqu'à 1 455 dans le cas le plus défavorable.

Le risque d'intoxication pour un porteur barbu reste donc majeur.

# 6. Etanchéité de l'appareil isolant et influence du port de la barbe

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

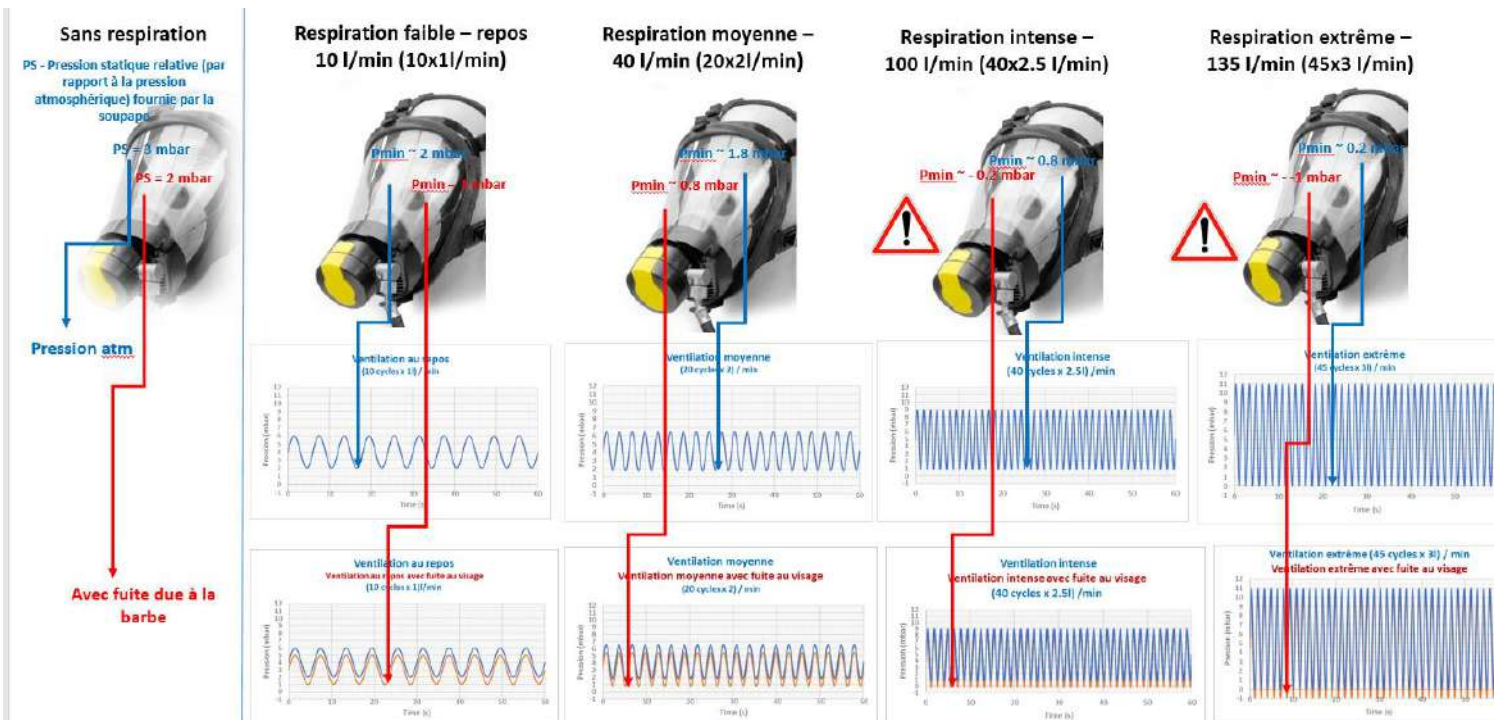


## INFLUENCE DU PORT DE LA BARBE SUR LE FACTEUR DE PROTECTION D'UN ÉQUIPEMENT DE PROTECTION RESPIRATOIRE

M. Ewa MESSAOUDI

Ingénieur Responsable EMEA Conformité à la réglementation en vigueur  
Équipements de Protection Respiratoire et Vêtements de Protection

Présidente de la Commission Française de Normalisation  
AFNOR S76A Appareil de Protection Respiratoire  
15 mai 2025



# 6. Etanchéité de l'appareil isolant et influence du port de la barbe

Support de présentation conçu et présenté par l'intervenant

Norme - **Fuite autorisée 0.05%** (concentration de l'agent de test à l'intérieur du masque)  
Facteur de protection calculé  $1/0.05\% = 2000$  (une particule sur 2000 pénètre à l'intérieur du masque respiratoire)



**MOYENNE POUR 10 SUJETS D'ESSAIS**  
**FUITE – 0.00305%**  
**FP 32787**

TEST SUBJECT	PRE-CONDIT	MARCHE	TETE GAUCHE/DROITE	TETE HAUT BAS	PAROLE	MARCHE	MOYENNE
TEST SUBJECT N°1	YES	0.86%	1.07%	1.04%	0.46%	0.72%	0.83%
<b>FP =120</b>							
TEST SUBJECT N°2	YES	4.36%	4.66%	6.94%	2.09%	4.78%	4.67%
<b>FP =22</b>							
TEST SUBJECT N°3	YES	3.57%	4.18%	4.42%	1.75%	3.85%	3.55%
<b>FP =28</b>							
TEST SUBJECT N°4	YES	1.15%	1.74%	1.84%	0.62%	1.38%	1.35%
<b>FP =74</b>							
TEST SUBJECT N°5	YES	0.75%	1.10%	1.23%	0.21%	0.81%	0.78%
<b>FP =128</b>							
TEST SUBJECT N°6	NON	3.60%	5.18%	6.42%	2.05%	3.20%	4.09%
<b>FP =24</b>							
TEST SUBJECT N°7	NON	2.14%	3.51%	3.12%	1.05%	2.44%	2.45%
<b>FP =41</b>							
TEST SUBJECT N°8	NON	1.14%	2.08%	2.43%	1.20%	1.44%	1.66%
<b>FP =60</b>							
TEST SUBJECT N°9	NON	2.00%	2.78%	3.07%	1.81%	2.14%	2.36%
<b>FP =42</b>							
TEST SUBJECT N°10	NON	0.74%	1.10%	1.70%	0.64%	1.00%	1.04%
<b>FP =96</b>							

## ÉTANCHÉITÉ DE L'APPAREIL ISOLANT - CONCLUSIONS

1. L'étanchéité du masque est considérablement affectée par une barbe qui entraîne une réduction du facteur de protection.
2. Le port d'une cagoule sous le masque entraîne également une perte d'étanchéité et une réduction du facteur de protection.