



Bourges, le mercredi 4 décembre 2019

-----  
**POLE DU SERVICE DE SANTE  
ET DE SECOURS MEDICAL  
CHEFFERIE SANTE**  
-----

Dossier suivi par le médecin-chef par intérim

☎ 02 48 66 76 61

✉ adresse mail : frcarrey@sdis18.fr

## **Formateur caisson : étude de poste, propositions pour le suivi médical**

**Résumé :** *l'observation de l'activité formateur caisson a permis de déterminer des phases exposantes aux fumées et/ou aux suies de combustion. Le dosage d'indices biologiques (IBE) a confirmé cette exposition. Les seuils de valeurs toxiques ne sont pas atteints. La prévention collective et la protection individuelle sont cependant à développer : des recommandations sont faites en ce sens. Des modalités de suivi médical et de soutien opérationnel sont proposées. Les formateurs caisson remplissent un questionnaire spécifique étudié en fin de texte, et dont les résultats mettent en avant les symptômes liés à la charge thermique dans l'activité.*

## **1-Introduction**

Les risques liés à l'exposition aux fumées d'incendie sont connus des médecins d'aptitude et de prévention des SDIS. De récentes études menées au Canada ont stimulé la perception par les sapeurs-pompiers des risques pour leur santé inhérents à cette exposition.

Cette sensibilisation a conduit la DDCSPP à publier le 22 mars 2018 un « Guide de doctrine opérationnelle relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie ».

La déclinaison départementale de ce Guide a amené le SDIS du Cher à mettre en place un « Plan d'action sur la stratégie de prise en compte des fumées d'incendie » et à éditer, le 22 mars 2019, une Directive opérationnelle intitulée « Prévention des risques de toxicité liés aux fumées d'incendie ».

L'activité de formateur caisson a retenu l'attention du fait d'une exposition occasionnelle mais à niveau potentiellement élevé aux fumées d'incendie et résidus de combustion. Ceci ne doit pas occulter les autres risques inhérents à cette activité, en premier lieu la charge thermique et le niveau important de sollicitation cardiovasculaire.

Dans le but d'adapter le suivi médical des agents concernés tout comme de développer la prévention collective et la protection individuelle dans l'activité, deux actions ont été menées :

- Une étude de l'activité sur une journée complète, auprès de quatre formateurs (deux fumeurs, deux non-fumeurs), sur caisson d'attaque, avec prélèvements urinaires pour dosages d'indicateurs biologiques d'exposition (IBE) ;
- Une enquête auprès de tous les formateurs caisson du département au moyen d'un questionnaire explorant leur ressenti du risque, la protection individuelle appliquée, les phénomènes liés à la charge thermique.

## **2-Etude de l'activité avec réalisation d'IBE**

### **2.1-Buts**

L'étude a été réalisée dans les buts suivants :

- Connaître et maîtriser l'activité de formateur caisson dans sa totalité, depuis l'arrivée sur les lieux jusqu'au départ en fin de journée, tenant compte de toutes les phases potentiellement exposantes au cours de la journée, y compris l'habillage si la tenue revêtue a déjà été utilisée, le déshabillage, la prise de boissons ou d'aliments.
- Confirmer ou non l'existence d'une exposition interne, en pratiquant en même temps que l'étude de poste des prélèvements sur les formateurs caisson pour dosages biologiques.

## 2.2-Observation de l'activité

Des phases potentiellement exposantes ont été identifiées. Plusieurs types d'exposition sont relevés :

- Exposition cutanée aux résidus de combustion lors de la manipulation d'équipements souillés sans gants ou avec des gants de soins, non résistants aux substances chimiques ;
- Inhalation de poussières de résidus de combustion lors de la pénétration dans le caisson froid pour le nettoyage et le chargement ainsi que pour les explications préalables à l'exercice ;
- Inhalation de fumée lors des démonstrations sur bec bunsen et sur boîte à feu.

## 2.3-Indicateurs biologiques d'exposition

Leur choix et leur séquençage ont été déterminés en liaison avec un laboratoire de référence : TOXILABO à Nantes. Les contenants appropriés ont été fournis par ce laboratoire, qui a réalisé les dosages. Ont été retenus comme marqueurs spécifiques des combustions le benzène (dosage du benzène urinaire) ainsi que deux hydrocarbures aromatiques polycycliques : le pyrène et le benzo[a]pyrène (dosage du 1-hydroxypyrene et du 3-hydroxybenzo[a]pyrène urinaires).

Le séquençage des prélèvements a pris en compte la nécessité d'avoir des valeurs préalables à l'exposition, puis des valeurs en fin d'exposition en tenant compte de la demi-vie et du pic d'excrétion des substances.

Les substances dosées devaient disposer de valeurs guides en population générale et de valeurs limites en population exposée, ceci afin de caractériser l'existence d'une exposition et le franchissement ou non de valeurs réglementaires ou connues comme pathogènes. Pour cela il a été nécessaire de faire appel à des référentiels utilisés dans d'autres pays (Allemagne, Finlande, USA) ce qui est de bonne pratique lorsqu'il n'existe pas de valeurs françaises ni européennes.

Les résultats ont été les suivants :

- Benzène : élévation au cours de la journée chez les deux fumeurs (qui passent au-dessus des valeurs en population générale) et chez un des deux non-fumeurs (qui reste en-dessous des valeurs en population générale). Les valeurs en population générale sont les valeurs allemandes BAR. Ces taux restent très inférieurs aux taux prévisibles en cas d'exposition à la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) contraignante française (1 ppm).
- 1-hydroxypyrene (1-OHP) : la valeur allemande BAR (0.3 µg/g) n'est pas atteinte le matin, mais atteinte au cours de la journée chez un formateur sur les quatre et dépassée chez deux autres formateurs, avec une amplitude maximale de 50%. En population professionnellement exposée, les valeurs sont exprimées en référence à la valeur finlandaise BAL (Biological Action Level, valeur la plus basse entraînant un effet toxique).

Les résultats de notre étude sont échelonnés entre 10 et 25% des BAL en fin de journée. A noter qu'au cours de la journée, les concentrations ont été multipliées

par un facteur de 3 à 8 selon l'agent et que la hausse la plus importante est relevée chez les non-fumeurs. La consommation de tabac n'est donc pas le seul facteur expliquant l'augmentation du taux de cette substance dans l'organisme, **ce qui permet de corrélérer cette hausse à l'exposition au cours de la journée d'activité.**

- 3-hydroxy-benzo[a]pyrène (3-OH-BaP) : cette substance n'a été dosée qu'au moment du coucher, soit en moyenne 6 à 7 heures après la fin de l'exposition. Les taux atteints sont généralement inférieurs à ceux qui sont observés en population générale non-fumeur, sauf dans un cas (non-fumeur atteignant le taux en population générale fumeuse, ce qui permet de supposer une exposition). Si on compare ces valeurs au 90<sup>ème</sup> percentile des valeurs en population générale non-fumeur, on note un léger dépassement, plus marqué chez l'un des deux formateurs non-fumeurs. L'INRS détermine une valeur-seuil (correspondant à une recommandation CNAM pour une exposition journalière) qui n'est approchée qu'à 35% pour le taux le plus élevé que nous ayons relevé. A noter que le taux d'excrétion maximal de la substance se situe autour de seize heures après la fin de l'exposition, ce qui laisse l'hypothèse de valeurs plus élevées à ce moment.

En conclusion de ces dosages, l'élévation au cours de la journée du 1-hydroxypyrene, constatée chez les quatre formateurs, donc de façon indépendante de la consommation de tabac, prouve qu'il y a exposition interne aux HAP, donc aux fumées et/ou aux suies de combustion.

Les HAP pénètrent dans l'organisme principalement par voie respiratoire, mais aussi par voie cutanée. Même si l'étude menée ici ne permet pas de déterminer précisément les faits à l'origine de cette contamination, nous avons observé que ces deux situations sont observées au cours de la journée (contact cutané lors des manipulations, inhalation de suies et/ou de fumées en cours d'activité).

### **3-Prévention collective et protection individuelle**

#### 3.1-Prévention collective

La prévention collective agit sur l'organisation des travaux et sur les dispositifs techniques de façon à réduire le niveau du risque :


- Installation d'un système de communication permettant le port de l'ARI lors des exercices sur boîte à feu ;
- Mise en place d'un cycle de nettoyage comportant le transport en sac fermé des tenues contaminées en vue de leur nettoyage après chaque séance ;
- Mise à disposition des EPI appropriés ;
- Information sur les risques, formation sur la prévention et la protection ;
- Organisation générale de l'activité pour homogénéiser le nombre de séances à effectuer par chaque formateur et leur répartition sur l'année.

### 3.2-Protection individuelle

La protection individuelle a pour but de protéger l'individu de l'exposition au risque :

- Gants résistants aux substances chimiques présentes dans les suies ;
- Protection respiratoire appropriée (filtrage adéquat des poussières, apport d'air non contaminé par les fumées ;
- Tenue appropriée au risque et non sujette à réutilisation nuisant à son efficacité.

Ces données sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Nature du risque	Prévention collective	Protection individuelle
<p>-Préparation des harnais avec port de gants de soins : les gants sont noircis à la fin de la préparation, or ce type de gants n'apporte aucune étanchéité aux substances chimiques</p> <p>-lors de l'habillage, les casques imparfaitement nettoyés sont manipulés à mains nues</p>	<p>Formation / information</p>	<p>-Attribution et port de gants répondant à la norme EN 374, pictogramme «résistant aux produits chimiques ».</p>  <p>-Ces gants sont jetables ; tenir compte des temps de passage (aucun gant n'apporte une protection durable)</p>
<p>Chauffage et ignition de morceaux de bois dans la remise, sans protection respiratoire</p>	<p>Exercice à effectuer à l'extérieur, en tenant compte du vent</p> <p>OU</p> <p>Installation de captage des fumées avec évacuation à l'extérieur</p>	<p>Néant</p> <p>OU</p> <p>ARI + microphone</p>
<p>Nettoyage du caisson avec masque FFP2, gants de feu et tenue F1 ou vieille combinaison ; lavage de cette tenue au domicile de l'agent</p>	<p>Attribution de combinaisons spécifiques pour ce type d'activité</p> <p>Suggestion : combinaisons jetables type 5 (protection contre les particules)</p> <p>OU</p> <p>Collecte des tenues pour lavage en entreprise spécialisée</p>	<p>Pas de lavage de tenues à la maison</p> <p>Masque FFP2 ou FFP3 et gants norme EN 374 à porter pour le nettoyage du caisson (+ combinaison)</p>

Nature du risque	Prévention collective	Protection individuelle
Exercices sur boîte à feu à l'air libre mais sans protection respiratoire ; les fumées peuvent être rabattues par le vent sur le formateur et les stagiaires.	<p>Installation d'une manche à air sur la plateforme (mieux connaître la direction et la vitesse du vent)</p> <p>En cas de vent variable, travailler en espace cloisonné pour régulariser le flux</p> <p>A vérifier : existence de dispositifs de simulation</p>	<p>Ne pas rester à proximité immédiate de la boîte à feu</p> <p>OU</p> <p>ARI + microphone</p>
Ignition du caisson : délai avant la mise de l'ARI.	Formation / information	L'ARI est à capeler avant de commencer l'ignition du caisson
Déshabillage sans protection individuelle à l'intérieur de la remise. Les tenues de feu souillées sont retirées sans protection respiratoire ni gants.	<p>Formation / information</p> <p>Remplacement de la tenue après chaque formation</p>	Port d'un masque FFP2 ou FFP3 et de gants NF 374 obligatoire pour le retrait de la tenue
Rangement et réutilisation des tenues de feu : contamination par des poussières de suies de combustion lors de la manipulation et du port	Devenir des tenues de feu après utilisation (nettoyage systématique requis)	
Rangement et réutilisation des gants de feu : contamination par des poussières de suies de combustion lors de la manipulation et du port	Devenir des gants de feu après utilisation (nettoyage systématique requis)	
Contamination de la cagoule par les suies probable, contamination de la tenue F1 possible	<p>Nettoyage des pantalons F1, polos manches longues, cagoules après utilisation</p> <p>Théoriquement aucun lavage à domicile de tenues souillées par des polluants spécifiques</p>	

#### 4-Suivi médical

Ce chapitre est rédigé en prenant en compte les prescriptions qui découlent le plus logiquement des observations précédentes. Il n'a nullement une valeur d'expertise, et en ce sens il peut et même doit faire l'objet de discussions, en particulier sur le type et la fréquence des examens complémentaires réalisés.

Le suivi doit intégrer les risques inhérents à l'activité :

- Risques physiques : ambiance thermique, rayonnement infrarouge, conditions climatiques ;
- Risque physicochimique : fumées, suies de combustion ;
- Risques liés aux situations de travail : manutention, chute de plain-pied, blessure par outillage, brûlures.

Suivi proposé :

Examen annuel quel que soit l'âge, comportant :

- Examen cardiovasculaire : absence d'événements cardiovasculaires récents à l'interrogatoire ; ECG au moins tous les trois ans, voire tous les ans à partir de 40 ans ; examen physique (Ruffier-Dickson ou équivalent : à convenance) ;

Question de l'épreuve d'effort : proposition tous les trois ans à partir de 40 ans ; utilité à discuter avant 40 ans en l'absence d'antécédents cardiovasculaires ;

*Contre-indications à l'activité d'ordre cardio-vasculaire : épreuve d'effort positive, HTA (au moins si elle n'est pas correctement équilibrée sous mono ou bithérapie), troubles du rythme, mauvaise tolérance à l'effort.*

- Examen pneumologique : absence d'antécédents, EFR correctes et non dégradées par rapport au précédent examen, absence de syndrome obstructif, auscultation normale ;

*Contre-indications à l'activité d'ordre respiratoire : antécédents asthmatiques, toux chronique, inadaptation au port de l'ARI...*

- Examen neurologique : absence de troubles, en particulier en intervention incendie ; examen physique (recherche de troubles de l'équilibre, d'une dysmétrie...)

*Contre-indications à l'activité d'ordre neurologique : pas de cas de figure simple (normalement pas en activité SP si antécédents neurologiques, mais...)*

- Examen ORL : recherche de déficience auditive (signaux de sécurité), obstruction nasale, sinusite chronique ;
- Examen ophtalmologique : acuités visuelles sans correction / avec correction s'il y a lieu, flux lacrymal, irritation conjonctivale ;
- Examen cutané : état du revêtement, lésions suspectes éventuelles, brûlures éventuelles (rayonnement infrarouge) ;
- Examen ostéo-articulaire : antécédents, recherche de douleurs, d'enraidissement, instabilité des genoux ;

*Contre-indications d'ordre rhumatologique : pathologies inflammatoires aiguës ou chroniques (rôle des changements de température) ; risque de chute par instabilité de genou.*

- Reste de l'examen physique à convenance (digestif, etc.)

### **La question des examens biologiques**

Multiplier les dosages est une facilité. Le problème est de savoir ce que l'on cherche, et si ce que l'on dose va apporter quelque chose.

- IBE : aucun intérêt en routine ; ne sont pas des examens simples à réaliser ; sont généralement coûteux ; ne caractérisent ni une pathologie liée à l'exposition, ni l'absence de contre-indication à l'exposition au risque.
- Bilan biologique proposé : NFS, glycémie, bilan hépatique, bilan lipidique, TSH, créatinine, DFG ; éventuellement micro-albuminurie ; on pourrait ajouter une VS ou une CRP pour dépister et prendre en charge les phénomènes inflammatoires, des CDT par sécurité, etc.
- Fréquence proposée : tous les trois ans sauf anomalies.
- Ne pas perdre de vue qu'il s'agit d'un bilan de base, montrant éventuellement des contre-indications absolues ou relatives à l'activité, et non d'un bilan de dépistage précoce des effets de l'exposition sur l'organisme.

Ceci à une réserve près : l'effet possible des HAP sur les fonctions hépatique et rénale. Sur ce point, les arguments en faveur de perturbations chroniques, à la suite d'expositions ponctuelles et faibles, restent cependant à discuter.

### **5-Soutien opérationnel**

Toutes les options sont envisageables :

- Sac prompt secours et DSA sur les lieux, VSAV disponible dans un CS proche ;
- Infirmier-SP sur les lieux ;
- VSAV sur les lieux, avec ou sans infirmier ;
- VSSO ou équivalent sur les lieux, avec ou sans infirmier et VSAV.

Dans ces conditions, il faut être réaliste et adapter la réponse aux conditions et aux critères de la formation : type de formation (caisson d'observation, caisson d'attaque, caisson d'entraînement à la progression), durée, effectifs, répétition dans la semaine, conditions climatiques.



Il est en effet peu probable que les effectifs et les moyens de nos SDIS permettent de déclencher un ISP, un VSAV et un VSSO lors de chaque journée de formation.

Par contre, il est de notre responsabilité d'analyser les risques et de solliciter le soutien opérationnel adapté. Ceci en supplément de notre rôle de conseil en matière de prévention collective, de protection individuelle et de notre obligation de mise en place du suivi médical approprié.

## **6-Les questionnaires médicaux**

Comme signalé dans l'introduction, il a semblé nécessaire de mettre en place un questionnaire spécifique formateur caisson, qui vient en supplément du questionnaire à remplir lors de toute visite. Ce questionnaire porte sur les EPI disponibles, leur entretien, et sur la recherche de symptômes en rapport avec l'exposition aux fumées, aux suies, ainsi qu'aux phénomènes thermiques.

Là encore, le modèle qui figure en annexe est une base modifiable selon vos souhaits.

L'étude des résultats qui figure ci-dessous est une première approche ; il reste évidemment possible d'aller plus loin dans l'analyse et la catégorisation des réponses.

A titre indicatif, pour le SDIS du Cher, 18 questionnaires ont été retournés. Le nombre moyen de formations caisson par an et par agent se situe entre 8 et 9, avec 4 agents qui effectuent plus de 20 formations par an.

Dans les réponses à la partie du questionnaire qui porte sur les symptômes, aucun symptôme uniquement lié à une exposition aux fumées ou aux suies de combustion n'est observé.

On note exclusivement des symptômes liés à la charge thermique : dans 11 cas ces symptômes surviennent pendant puis au décours de l'exposition ; dans 4 cas seulement au décours. Les symptômes les plus fréquents sont l'hypersudation (se poursuivant parfois après l'exercice), la sensation de chaleur ou d'état fébrile, la fatigue physique, les céphalées. Les troubles de concentration ne sont pas exceptionnels, et sont parfois ressentis au décours de l'exercice.

Trois agents seulement ne signalent aucun symptôme.

*Page suivante : questionnaire formateurs caisson.*

## **Questionnaire à remplir par les formateurs caisson**

Vous êtes formateur caisson ; ce questionnaire médical vous est destiné. Vos réponses vont permettre au médecin sapeur-pompier de mieux connaître les situations de travail que vous rencontrez et les symptômes ou manifestations physiques qui peuvent en résulter ; et à vous-même, de mieux comprendre la signification de ces signes et les moyens de mieux vous protéger.

Les données collectées auprès de l'ensemble des formateurs caisson du département contribueront utilement à l'étude des risques inhérents à cette activité et au développement de la prévention.

<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>CIS / CSP d'affectation</b>	<b>Ancienneté SP / Ancienneté dans la spécialité</b>

1-Combien de caissons effectuez-vous dans l'année ? *Cocher la case exacte.*

- Moins de 5
- 5 à 10
- 10 à 15
- 15 à 20
- >20

2-La tenue de feu que vous utilisez est-elle

- Individuelle
- Partagée

3- Après combien de séances de formation la tenue de feu part-elle au lavage?

- A chaque fois
- 2 séances
- 3 séances
- >3 séances
- Une à deux fois par an

4-Procédez-vous par vous-même à une décontamination de la tenue (brossage, rinçage) ?

- Oui
- Non

5-Comment vous protégez-vous lors de l'habillage, du retrait et de la maintenance de la tenue ? (cochez plusieurs réponses s'il y a lieu)

- Pas de protection
- Masque FFP2
- Gants
- Lunettes de protection
- Autres moyens

6-Au bout de combien de séances de formation l'ARI est-il nettoyé ?

- 1 séance
- 2 séances
- 3 séances
- > 3 séances

7-Portez-vous une protection lors du chargement du caisson ? (cochez plusieurs réponses s'il y a lieu)

- Pas de protection
- Masque FFP2
- Gants
- Lunettes de protection
- Autres moyens

8-Quelle quantité d'eau buvez-vous au cours d'une formation caisson ?

- 0.5 à 1 litre
- 1 à 1.5 litres
- 2 litres
- Plus de 2 litres

9-Avant de boire ou manger au cours d'une formation, vous lavez-vous les mains et le visage ?

- Oui
- Non

10-Pendant ou après une formation, ressentez-vous systématiquement ou occasionnellement les signes ou symptômes suivants ?

(Cocher les cases exactes dans le questionnaire qui figure page suivante).

<b>Signe ou symptôme</b>	<b>Oui</b>	<b>Non</b>	<b>Pendant</b>	<b>Après</b>
Essoufflement, sensation de manque de souffle				
Toux, éternuements, irritation des voies respiratoires				
Palpitations				
Tachycardie				
Maux de tête				
Fatigue physique importante				
Sensation de chaleur, de fièvre				
Sensation de soif intense				
Nausées				
Douleurs abdominales				
Difficultés de concentration				
Trous de mémoire				
Vision floue				
Vertiges				
Crampes musculaires				
Sudation très abondante				
Tarissement de la sudation				

*En vous remerciant pour votre coopération,*

*Le SSSM du SDIS 18.*