

**Diplôme Inter-Universitaire des Services
de Santé et de Secours Médical des
Services Départementaux d'Incendie et de
Secours**

Santé Publique – Santé Travail

**Travail d'Application Tutoré – année 2018
EAD FIA PRO 2018**

**Suivi médical et soutien sanitaire des
formateurs incendie du centre de formation
d'incendie et de secours du Gers**

Mme Mercier Emilie

**Service Départemental d'Incendie et de Secours
Du Gers (32)**

Tuteur universitaire :

Médecin colonel Vincent Audfray (SDIS 17)

Référents sapeurs-pompiers :

Médecin colonel Gilles Paloque (SDIS 32)

Commandant Jean-Michel Bellocq (SDIS 32)

Sommaire

Remerciements	3
Résumé	4
Mots clés	5
Introduction	6
Matériels et méthodes	8
Résultats	11
Analyse et discussion	16
Conclusion	27
Bibliographie	28
Synthèses des préconisations	33
Annexes	37

Remerciements

Au colonel Eric Meunier, directeur départemental du SSIS 32, de m'avoir permis de réaliser ce travail au sein de son établissement.

Au médecin colonel Gilles Paloque, médecin chef du SDIS 32, pour la confiance qu'il m'a accordée et pour son aide précieuse.

Au médecin colonel Vincent Audfray, médecin chef SDIS 17, pour son accompagnement dans ce travail.

Au commandant Jean Michel Bellocq, chef de la compagnie Armagnac du SDIS 32, pour ses conseils d'expert incendie, pour sa motivation et pour son implication. Sans lui ce travail n'aurait jamais pu aboutir.

Au commandant Thierry Couffinal, responsable de la formation au sein du SDIS 32 et du caisson d'observation et d'entraînement aux phénomènes thermiques, pour avoir apporté les conditions techniques et logistiques favorables dans l'organisation et la réalisation de cette étude.

A l'adjudant-chef Loïc Chanavat, service formation SDIS 32, pour toute l'organisation durant la semaine de réalisation de l'étude, sans lui ce travail n'aurait pas eu lieu.

Aux infirmiers sapeurs-pompiers qui m'ont apportés leur aide pour ce travail : Zadro Florent, Cazes Marie-Bénédicte, Duclos Marielle, Sereng Sébastien, Maj Cécile, Carpenne Emmanuelle et Borgela Coralie.

Enfin un grand merci aux 22 formateurs qui se sont portés volontaires pour participer à l'étude et sans qui ce travail n'aurait pas pu exister.

Résumé

Introduction : En 2017, le SDIS du Gers a fait l'acquisition d'un caisson d'observation et d'entraînement aux phénomènes thermiques. Les contraintes physiologiques liées à cette activité et la toxicité des fumées ont un impact sur la santé des sapeurs-pompier. Il est aujourd'hui indispensable d'inscrire cette activité dans la politique globale de prévention à laquelle le service de santé du SDIS doit prendre part. L'objectif principal de notre étude était d'observer le dispositif de prévention existant au centre de formation du SDIS 32 et d'étudier les contraintes physiologiques auxquelles sont soumis les formateurs incendie lors des séances au caisson à feu afin de déterminer les actions de soutien sanitaire à mettre en place par le service de santé du SDIS 32 lors des formations. L'objectif secondaire était de déterminer le suivi médical spécifique nécessaire à mettre en œuvre pour les formateurs incendie.

Matériel et méthodes : Une étude observationnelle prospective mono-centrique a été menée sur le site de formation de Vic-Fezensac. Tous les formateurs du caisson étaient inclus dans l'étude. Le critère de jugement principal était la modification des paramètres physiologiques. Le scénario de l'étude comprenait deux brûlages sur une demi-journée. Trois formateurs étaient présents à chaque séance. Les données étaient recueillies par deux médecins et deux infirmiers. Le recueil comprenait trois temps : avant et après le 1^{er} brûlage et après le 2nd brûlage.

Résultats : Du 2 au 5 juillet 2018, 22 formateurs ont été inclus dans l'étude. Trois d'entre eux ont présenté des modifications électrocardiographiques (sous décalage, ESV et brugada). 73% des formateurs n'avaient jamais eu de consultation chez le cardiologue ni d'épreuve d'effort. Tous les formateurs qui étaient rentrés dans le caisson pour sa préparation avec un masque FFP2 sans ARI, conformément à la procédure, présentaient un taux d'HbCo supérieur à 4, fumeur ou non. 64% ont présenté des brûlures du 1^{er} degré dont la localisation semblait dépendre de la position dans le caisson.

Discussion/conclusion : Les contraintes physiologiques auxquels sont soumis les formateurs et les risques toxiques et cancérigènes liés aux fumées suggèrent un suivi médical spécifique par un médecin habilité. Cette visite médicale « formateur caisson » doit comprendre outre l'examen clinique habituel, une consultation chez le

cardiologue avec une épreuve d'effort et une VO₂ max, une spirométrie, un examen cutané approfondi, la recherche de signes neurologiques d'intoxication chronique, une biologie sanguine (TSH, bilan hépatique, numération sanguine, fonction rénale) et une recherche des toxiques dans les urines. Un carnet de surveillance de l'exposition aux fumées et du taux d'HbCo avant et après les séances de formation doit être présenté à chaque visite. Un soutien sanitaire doit être organisé lors des formations au caisson. Enfin, une chaîne d'hygiène des équipements de protection individuelle doit être mise en place.

Mots clés

Contraintes physiologiques

Toxicités des fumées

Formateurs incendie

Caisson d'observation et d'entraînement aux phénomènes thermiques

Prévention

Carnet de suivi

Aptitude médicale

Introduction

Le « rapport Pourny » (1), paru en 2003, dont l'objectif était d'étudier l'ensemble des missions confiées aux sapeurs-pompiers et de faire des propositions pour améliorer la sécurité des différents intervenants, a conduit à la prise en compte de l'ensemble des risques auxquels les sapeurs-pompiers sont confrontés et au développement d'une réelle culture de la sécurité au sein des services départementaux d'incendie et de secours (SDIS). La protection et la santé des sapeurs-pompiers sont devenues aujourd'hui un enjeu majeur de ces établissements. Ce rapport conclue au danger des feux en espace clos et propose la mise en place de caissons d'observation et d'entraînement aux phénomènes thermiques (COEPT). Ceux sont des outils pédagogiques de formation et d'entraînement développés par les SDIS dans le cadre de la formation initiale ou continue des sapeurs-pompiers, afin d'observer, de reconnaître et de lutter contre les phénomènes thermiques auxquels peuvent être confrontés les sapeurs-pompiers en situation opérationnelle dans le but d'améliorer leur sécurité et leur efficacité. Comme beaucoup d'autres SDIS, le SDIS du Gers a ainsi fait l'acquisition d'un caisson de formation en 2017.

La lutte contre l'incendie expose les sapeurs-pompiers à de nombreux risques liés au feu reconnus par tous aujourd'hui. Dans son étude menée en 2006 sur les « effets du feu sur les personnes », Eric Guillaume relève que les risques sont principalement de trois natures : les perturbations sensorielles, les risques thermiques et les risques toxiques, auxquels viennent s'ajouter d'autres effets comme l'anoxie liés au manque d'oxygène et les risques d'étouffement liés à la présence de particules de suies, ainsi que les effets psychologiques et physiologiques (2). Les formateurs incendie sont exposés plus fréquemment à ces risques du fait de leur activité régulière au caisson. Mais aujourd'hui nous retrouvons peu d'études dans la littérature spécialisée analysant les risques liés à cette activité et il n'existe pas de recommandations pour un suivi médical renforcé et spécifique des formateurs.

Or la prise en compte de ces risques par les SDIS est une véritable préoccupation comme en témoignent la parution en mars 2018 d'un guide de

doctrine relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie par la DGSCGC (3) faisant suite à une première note du 9 novembre 2017 relative à la stratégie de prise en compte des risques des fumées d'incendie pour la sécurité et la santé des sapeurs-pompiers (4).

Il nous est donc apparu indispensable d'inscrire cette nouvelle activité dans une politique de prévention globale au sein de notre SDIS faisant intervenir à la fois le service formation, le service santé, le service technique, le service hygiène et sécurité et les sapeurs-pompiers eux-mêmes. Ainsi nous avons mis en place une étude dont l'objectif principal était d'observer le dispositif de prévention existant au centre de formation du SDIS du Gers et d'étudier les contraintes physiologiques auxquelles sont soumis les formateurs incendie lors des séances au caisson à feu afin de déterminer les actions de soutien sanitaire à mettre en place par le service de santé du SDIS 32 lors des formations. L'objectif secondaire était de déterminer quel suivi médical spécifique il est nécessaire de mettre en œuvre pour les formateurs incendie.

Afin de déterminer les paramètres physiologiques pertinents à rechercher, nous avons au préalable de l'étude réalisé une revue de la littérature et envoyé un questionnaire à l'ensemble des médecins chefs (Annexe 1) ainsi qu'un questionnaire à l'ensemble des formateurs incendie de notre département (Annexe 2).

Matériel et méthode

1. Objectifs

L'objectif principal de notre travail était d'étudier les contraintes physiologiques auxquelles sont soumis les formateurs incendie du SDIS 32 dans le caisson à feu de Vic-Fezensac dans le Gers afin de déterminer les actions de soutien sanitaire à mettre en place par le service de santé du SDIS 32 lors des séances de formation au caisson.

L'objectif secondaire était la mise en place d'un suivi médical spécifique et d'un carnet de surveillance pour les formateurs incendie du caisson à feu du Gers.

2. Type d'étude

Il s'agissait d'une étude observationnelle prospective mono centrique réalisée sur le site de formation de Vic-Fezensac dans le Gers du 2 au 5 juillet 2018.

3. Critère de jugement principal

Notre critère de jugement principal était la modification des paramètres physiologiques lors des séances au caisson.

La liste de ces paramètres a été choisie au préalable à partir des réponses aux deux questionnaires envoyés d'une part aux formateurs du caisson et d'autre part à l'ensemble des médecins chefs en les confrontant aux données de la littérature sur le sujet.

4. Sélection de la population et critères d'inclusion

Tous les formateurs caissons ont reçu une invitation par mail pour participer à l'étude. Tous ceux ayant répondu favorablement ont été inclus dans l'étude. Selon leur disponibilité, le responsable de la formation du SDIS a élaboré un planning sur la période choisie pour l'étude.

5. Déroulement de l'étude

Le scénario pédagogique habituel pour les séances de formation au caisson prévoit un 1^{er} brûlage le matin et un second l'après-midi de vingt minutes chacun. Pour cette étude, afin d'avoir le plus de participants possible et au vu des contraintes d'organisation (matériel, budget...), les formateurs ont été convoqués sur le site de formation de Vic-Fezensac par groupe de trois sur sept demi-journées. Chaque demi-journée a comporté deux brûlages, séparés par une période de repos de deux heures environ. Le déroulé pédagogique de chaque séance était le même que celui habituellement pratiqué afin de se rapprocher au plus près des contraintes physiologiques auxquelles sont soumis les sapeurs-pompiers de notre département. Pour chaque brûlage, 40 Kg de palettes ont été entreposés dans le caisson. Dans le caisson, trois emplois sont possibles :

- F2 : Le gestionnaire du feu, placé à la porte.
- F1 : Le responsable de la sécurité lors de la séance qui explique la lecture du feu aux participants, placé au milieu du caisson.
- F3 : Le formateur prenant en charge les stagiaires pour leur entrée et leur sortie du caisson, placé à l'arrière.

La première séance était une séance d'observation du développement du feu et de lecture du feu et la seconde une séance au cours de laquelle des phénomènes thermiques ont été réalisés.

Pour le recueil des paramètres physiologiques et l'observation des actions de prévention existantes deux médecins et deux infirmiers sapeurs-pompiers étaient présents par demi-journée. Quatre postes avaient ainsi été aménagés sur le site de formation de Vic-Fezensac. Ils étaient répartis dans trois salles différentes permettant de garantir le secret médical et de préserver l'intimité de chacun des participants.

Le premier poste était tenu par un médecin chargé de réaliser un examen clinique et de recueillir une partie des paramètres respiratoires (auscultation) et des paramètres neurologiques et psychologiques (confusion, désorientation, céphalées, vertiges, nausées, vomissements, syndrome cérébelleux, syndrome vestibulaire, stress, irritabilité, anxiété) et de réaliser un trail making test qui permet d'évaluer les fonctions exécutives. (Annexe 3)

Le second poste était tenu par un médecin qui était chargé de relever des paramètres généraux et d'observer l'application des actions de prévention déjà mise en œuvre : température corporelle, poids, sueurs, rougeurs, brûlures, fatigue, glycémie capillaire, pression dans la bouteille d'air, temps resté au caisson, consommation d'eau, port EPI, mesure d'hygiène (lavage des mains, douche...), déshabillage, décontamination, gestion des tenues... (Annexe 4)

Le troisième poste était occupé par un infirmier qui était chargé de réaliser un audiogramme et les tests de vision (vision de près, vision de loin et champs visuel).

Un infirmier participait au quatrième poste et devait relever des paramètres cardiovasculaires (douleur thoracique, palpitation, malaise, FC, TA, réalisation d'une ECG, score de Ruffié), et la seconde partie des paramètres respiratoires (dyspnée, toux, FR, SpO2, HbCo, présence de suies sur le visage et lors du mouchage, et réalisation de la spirométrie). (Annexe 5)

Chaque demi-journée, commençait par un accueil des participants autour d'un café et de viennoiseries. Puis un débriefing était réalisé lors duquel chaque participant tirait au hasard un numéro d'anonymat, une bouteille d'eau de 1.5 l lui était ensuite attribuée sur laquelle il inscrivait son numéro d'anonymat puis après avoir signé un formulaire de consentement de participation à l'étude, il remplissait un questionnaire comportant vingt-six questions. (Annexe 6)

Après s'être équipé de leur EPI, il allait préparer le caisson pour la formation.

Il y avait ensuite trois passages aux différents postes de recueils de données : un avant le 1^{er} brûlage (H0), un après le 1^{er} brûlage (H1) et un après le second brûlage (H2).

6. Recueil des données, analyse statistique et interprétation des résultats

Les données ont été recueillies dans un tableur Excel et analysées à partir de celui-ci.

Tous les électrocardiogrammes et les scores de Ruffié ont été relus et interprétés par une cardiologue sapeur-pompier volontaire en aveugle durant le mois d'août 2018.

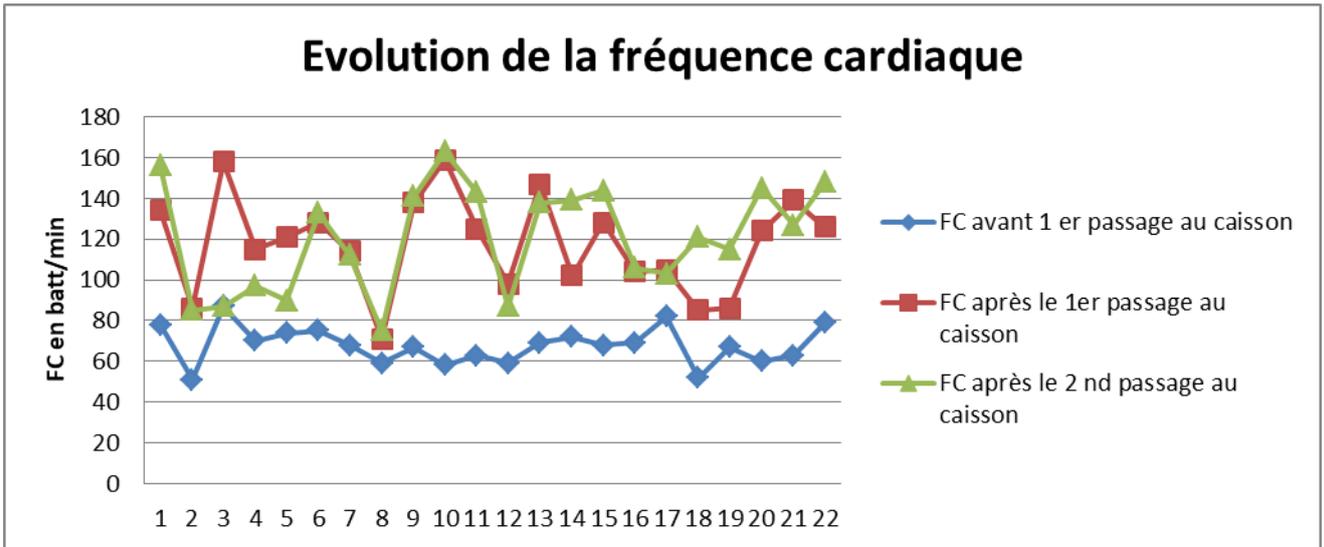
Concernant l'interprétation de la spirométrie, de l'audiogramme et du trail making test ils ont été interprétés par l'investigateur de l'étude qui est médecin sapeur-pompier formé et habilité à la visite médicale d'aptitude.

RESULTATS

Du 2 au 5 juillet 2018, 22 des 24 formateurs incendies du SDIS du Gers ont participé à l'étude au caisson de formation de Vic-Fezensac, soit un taux de participation de 92%. Sur les 22 participants, il y avait 21 hommes et 1 femme. La moyenne d'âge était de 41.2 ans avec une médiane à 40.5 ans, 13 avaient plus de 40 ans. Neuf (41%) avaient un indice de masse corporel normal, 11 (50%) étaient en surpoids et 2 (9%) étaient obèses. Sept (32%) étaient fumeurs. Neuf (41%) étaient porteurs de barbe. Vingt (91%) pratiquent le sport régulièrement avec une moyenne de 2.9 entraînements par semaine. Six (27%) étaient formateurs incendie depuis moins d'un an, 9 (41%) depuis 1 an et 7 (33%) depuis 2 ans. Dix-neuf (86%) avaient réalisé moins de 10 brûlages depuis le 1^{er} janvier 2018, un en avait réalisé une trentaine, un autre une quarantaine et un plus de 60 dont une dizaine la semaine précédant l'étude. Huit d'entre eux (36.5%) avaient une tenue lavée et décontaminée depuis leur précédent brûlage (veste textile et sur-pantalons). Tous étaient à jour de leur visite médicale de maintien en activité.

Concernant les paramètres cardiovasculaires, un seul présentait des antécédents cardiovasculaires (dyslipidémie). Seize d'entre eux (73%) dont 9 de plus de 40 ans n'avaient jamais eu de consultation chez un cardiologue ni d'épreuve d'effort ni échographie cardiaque. Cinq avaient un score de Ruffié qualifié de « moyen » (indice compris entre 10 et 15), 15 un score considéré comme « bon » (indice entre 5 et 10) et 2 un score estimé « très bon » (indice entre 0 et 5). Trois d'entre eux ont présenté des modifications de l'électrocardiogramme à l'effort : survenue d'extra systoles ventriculaires (ESV) pour le 1^{er}, trouble de la repolarisation significatif pour le 2nd (sous décalage dans le territoire latéral) et brugada pour le 3^{ème}. Seul le participant ayant eu les troubles de la repolarisation avait consulté un cardiologue.

Concernant la fréquence cardiaque, la moyenne la fréquence cardiaque avant le 1^{er} passage au caisson était de 68 battements par minute, de 118 battements par minutes après le premier passage et de 121 battements par minutes après le second passage.



Concernant les paramètres respiratoires, dix-neuf (86 %) n'avaient jamais eu de consultation chez le pneumologue, parmi lesquels la réalisation de la spirométrie lors de l'étude a mis en évidence 3 syndromes restrictifs et un syndrome mixte (obstructif + restrictif).

Age	Consultation cardio		Consultation pneumo	
	non n(%)	oui n(%)	non n(%)	oui n(%)
> 40 ans n=13	9 (69)	4 (31)	11 (85)	2 (15)
< 40 ans n= 9	7 (78)	2 (22)	8 (89)	1 (11)
Total n=22	16 (73)	6 (27)	19 (86)	3 (14)

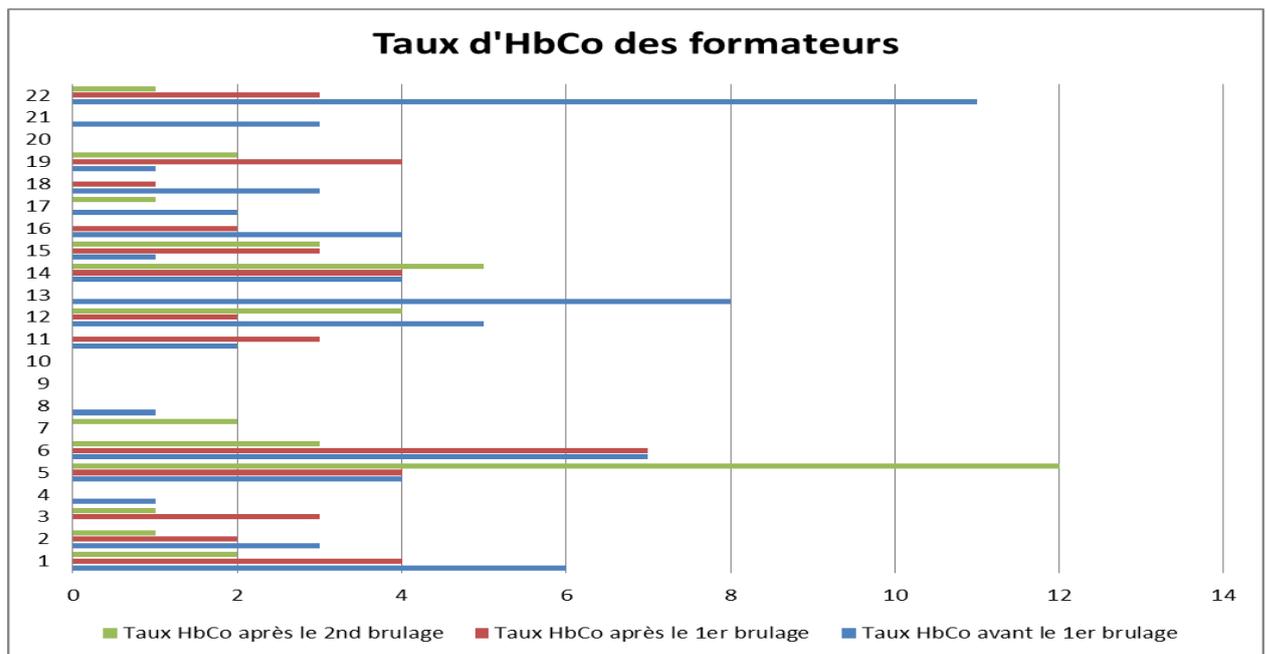
Tableau 1 : Nombre de formateurs ayant déjà eu une consultation chez le cardiologue ou le pneumologue

Concernant le risque toxique, avant le 1^{er} brûlage, parmi les non-fumeurs, un présentait un taux d'HbCo supérieur à 10 (7%), pour 2 (13%) d'entre eux le taux était supérieur à 4 et 10 (67%) avait un taux d'HbCo entre 0 et 4, seul 2 (13%) avaient un taux négatif. Un formateur dont le taux d'HbCo initial était inférieur à 4 a présenté un

taux d'HbCo supérieur à 10 après le 2nd brulage. Huit formateurs déclaraient être rentrés dans le caisson pour installer les palettes sans ports d'appareil respiratoire isolant (ARI) parmi lesquels tous les non-fumeurs dont le taux d'HbCo était supérieur à 4 (soit 3 formateurs) et les 2 fumeurs ayant un taux d'HbCo supérieur à 4. Donc 100% des formateurs ayant un taux d'HbCo supérieur à 4 étaient rentrés dans le caisson sans ARI. Parmi les 12 formateurs ayant un taux d'HbCo inférieur à 4, 3 (25%) étaient rentrés sans ARI et 6 (50%) avaient participé à l'extinction d'un feu de chaume la veille de l'étude.

Taux HbCo en %	Fumeur n=7				Non-fumeur n=15			
	0	≤ 4	4 à 10	≥10	0	≤4	4 à 10	≥10
H0 n (%)	3 (43)	2 (28,5)	2 (28,5)	0 (0)	2 (13)	10 (67)	2 (13)	1 (7)
H1 n (%)	4 (57)	2 (28,5)	1 (14,5)	0 (0)	5 (33)	10 (67)	0 (0)	0 (0)
H2 n (%)	3 (43)	4 (57)	0 (0)	0 (0)	7 (46)	6 (40)	1 (7)	1 (7)

Tableau 2 : Taux d'HbCo des formateurs (H0 : avant la 1^{ère} séance au caisson, H1 : après la 1^{ère} séance au caisson, H3 : après la 2nd séance au caisson)



Concernant les risques thermiques, 14 participants (64%) ont présenté des brûlures du 1^{er} degré. Sept soit 50% des formateurs en position F2 ont présenté des brûlures du 1^{er} degré du membre supérieur droit. Cinq (36%) en position F1 et 4 (28%) en position F3 ont présenté des brûlures du 1^{er} degré au niveau des cuisses et des genoux.

position dans le caisson	1er brûlage n (%)		2ème brûlage n (%)		Total n (%)	
F1 n=14	membre supérieur	1 (7)	membre supérieur	0 (0)	1 (7)	6 (43)
	membre inférieur	1 (7)	membre inférieur	4 (28)	5 (36)	
F2 n=14	membre supérieur	3 (21)	membre supérieur	4 (28)	7 (50)	9 (64)
	membre inférieur	1 (7)	membre inférieur	1 (7)	2 (14)	
F3 n=14	membre supérieur	0 (0)	membre supérieur	1 (7)	1 (7)	5 (36)
	membre inférieur	0 (0)	membre inférieur	4 (28)	4 (28)	
Total n=42		6 (14)		14 (33)	20 (48)	

Tableau 3 : Localisation des brûlures du premier degré selon la position dans le caisson

La perte moyenne de poids entre l'arrivée et la fin de la période de repos après le 1^{er} brûlage était de 327 g, la perte moyenne entre l'arrivée et la fin de la période de repos après le 2nd brûlage était de 536 g. La consommation d'eau moyenne avant le 1^{er} brûlage était de 327 ml, de 882 ml à la fin de la période de repos après le 1^{er} brûlage et de 1366 ml à la fin de la période de repos après le 2nd brûlage. La variation de température entre l'arrivée et après le 1^{er} brûlage était en moyenne de - 0.06 °C, la variation de température entre l'arrivée et le 2nd brûlage était de + 0.06 °C en moyenne. Nous n'avons pas trouvé de corrélation statistiquement significative entre la variation de la température corporelle, la variation de poids et la consommation d'eau.

	consommation moyenne d'eau en ml	variation moyenne de poids en g	variation moyenne de température en °C
avant le 1 ^{er} brûlage	327		
entre l'arrivée et la fin de la période de repos après le 1 ^{er} brûlage	882	- 327	- 0,06
entre l'arrivée et la fin de la période de repos après le second brûlage	1366	- 536	+ 0,06

Tableau 4: Consommation d'eau, perte de poids et variation de température des formateurs au cours de l'étude

Concernant les paramètres neurologiques et psychologiques, après le 1^{er} brûlage, un des participants a présenté un syndrome vestibulaire. Il n'y a eu aucune autre manifestation neuropsychologique constatée lors de l'étude. Il n'y a pas eu de modification significative du trail making test.

Concernant les perturbations sensorielles, il n'y a pas eu de modifications significatives de l'acuité visuelle, du champ visuel et de l'audiogramme.

Concernant les mesures de protection individuelle et collective vis-à-vis de la toxicité des fumées, nous avons pu constater que pour la préparation du caisson pour la séance, tous les formateurs portaient un masque FFP2 ainsi qu'un sur-pantalon, une veste textile et des rangers. Pour chaque brûlage tous les formateurs avaient des équipements de protection individuelle complets (ARI, masque ARI, sur-pantalon, veste textile, cagoule, rangers, gants, tenue F1 et poncho).

Analyse et discussion

Effets physiologiques

Au sein du caisson, les personnels sont soumis à de fortes contraintes thermiques (environ 50°C sous la veste, environ 70°C sous le casque) et les flux radiatifs reçus par les personnels engagés peuvent varier de 4 à 15 kW/m² (5). Ces contraintes thermiques sont responsables d'une thermogénèse contre laquelle l'organisme doit s'adapter. De plus pendant les séances de formation, les participants portent des équipements de protection individuelle complets (tenue textile, gants, ARI, poncho, tenue F1), qui représentent un poids supplémentaire d'environ 20 kg limitant les mouvements créant ainsi des contraintes musculo-squelettiques et générant des perturbations sensorielles (vision, audition..). Par ailleurs la présence de fumées irritantes et opaques (perte de visibilité), la chaleur et le port de charge sont source de stress responsable d'une sécrétion de catécholamines qui entraîne une modification des paramètres cardiovasculaire et respiratoire.

Cette étude a mis en évidence, une augmentation de la fréquence cardiaque moyenne après la sortie du caisson passant de 68 à 120 battements par minute. Pour cinq des formateurs le score de Ruffié (score reflétant l'adaptation à l'effort) était considéré comme moyen. Ces formateurs dont l'adaptation à l'effort était moyenne semblaient être ceux dont l'entraînement physique n'est pas régulier ou insuffisant. Pour les autres la récupération à l'effort est bonne. Ces résultats sont concordants avec l'étude menée par le Dr Le Biavant du SDIS 85 sur les contraintes thermiques et la performance des EPI des sapeurs-pompiers en caisson d'observation et d'entraînement aux phénomènes thermiques (6). En effet il retrouvait une fréquence cardiaque de sortie inférieure à la fréquence cardiaque maximale calculée ($210 - (0.65 * \text{âge})$) mais sans récupération dix minutes après la fin du brûlage. Dans la thèse de Francis Jacques, sur la détermination des limites d'emploi des EPI (7), les exercices pratiqués sur tapis avec port des EPI entraînent une variation des paramètres physiologiques avec une augmentation de la fréquence

cardiaque mais qui reste en dessous de la fréquence de la fréquence d'alerte et de danger. Pendant le repos en position debout pendant 10 minutes après 30 minutes d'effort la fréquence cardiaque diminue de seulement 15 battements par minutes. Après 80 minutes d'effort, une période de repos de 15 minutes en position assise permet un abaissement de 50 battements par minutes. Cette étude confirme que l'entraînement physique effectué quotidiennement par les sapeurs-pompiers est un gage de sécurité.

Par ailleurs, cette étude a révélé des modifications électro-graphiques chez trois sapeurs-pompiers à l'effort : un « brugada », un trouble de la repolarisation (sous décalage) et des extra systoles ventriculaires (ESV). Parmi ces trois sapeurs-pompiers, seul un avait déjà consulté un cardiologue. L'apparition de ces troubles à l'effort constitue un risque de mort subite et contre-indique l'activité de formateurs au caisson. Notre étude révèle un faible taux de consultation chez le cardiologue (27% seulement).

Nous savons que les personnes souffrant de troubles cardiovasculaires sont très sensibles aux asphyxiants tel que le CO et les HNC, qui provoquent un ralentissement puis un arrêt du cœur (2). Nous devons ainsi être extrêmement rigoureux sur le dépistage des maladies cardiovasculaires des formateurs caissons.

Dans notre étude, nous avons constaté que quatre des formateurs étaient atteints de syndromes restrictifs. Il est établi que l'exposition à la suie au-delà d'une certaine valeur est associée à une élévation significative de la prévalence de symptômes respiratoires, ainsi qu'à des troubles obstructifs et restrictifs irréversibles de la fonction pulmonaire (9). Les études les plus récentes n'ont pas retrouvé l'accélération du déclin de la fonction respiratoire observée chez les pompiers dans les études plus anciennes, probablement en rapport avec une plus grande assiduité du port des appareils de protection respiratoire (10). Les asthmatiques et les personnes souffrant d'affections respiratoires (bronchites chroniques par exemple) sont particulièrement sensibles aux effets bronchoconstricteurs engendrés par les expositions aux irritants et ceux même à des concentrations basses (2).

Préconisation 1 :

Les contraintes auxquelles sont soumis les formateurs au caisson entraînent une sollicitation cardiovasculaire importante qui suggère qu'une bonne condition physique avec des entraînements réguliers est nécessaire pour être formateur au caisson.

Préconisation 2 :

Une visite spécifique « formateur caisson » apparaît nécessaire incluant une consultation initiale chez le cardiologue avec une épreuve d'effort et une VO₂ max, ainsi qu'une consultation chez le pneumologue orienté selon la clinique et la spirométrie. Un suivi tous les ans chez le cardiologue semble indispensable. Le médecin d'aptitude doit donner un avis pour une aptitude à être formateur au caisson.

Préconisation 3 :

Un soutien sanitaire doit être mis en place pendant les formations au caisson et doit apporter une attention particulière à la surveillance des paramètres cardiovasculaires et respiratoires : surveillance de la fréquence cardiaque, de la tension artérielle et de la fréquence respiratoire.

Préconisation 4 :

Compte tenu de la sollicitation cardio-vasculaire et du délai de récupération, nous préconisons une limitation du nombre de passage par formateur à 2 par jour avec un intervalle de repos de 1 h minimum entre les 2 brûlages.

Préconisation 5 :

Assurer des séquences d'informations régulières de sensibilisation aux contraintes physiologiques pour les formateurs

Les risques thermiques

Les effets thermiques du feu sur les personnes ont trois principales origines (2) :

- Un débordement de la thermorégulation qui engendre une élévation de la température corporelle pouvant être à l'origine de coup de chaleur. La thermorégulation permet l'évacuation de cette chaleur.
- Une atteinte des voies respiratoire, caractérisée par un dessèchement ou des brûlures à différents niveaux (gorge, trachée, bronches, alvéoles pulmonaires)
- Un effet direct sur la peau qui peut être d'origine radiative (flux radiatif incident) sans contact de la peau avec les fumées ou lié à la convection et au contact des tissus avec les fumées.

Dans notre étude nous n'avons pas mis en évidence de corrélation entre le poids, la température corporelle et la consommation d'eau probablement du fait d'un échantillon trop petit et du fait que la température était prise par un appareil tympanique. Une mesure de la température centrale aurait sans doute été plus fiable. Toutefois, nous avons observé une perte de poids moyenne de 536 g. Pour tous les formateurs, la perte de poids était inférieure à 5% du poids du corps. Aucun n'a présenté de signes de déshydratation (fatigue, sensation de soif...). Aucun n'a présenté de coup de chaleur d'exercice. La quantité d'eau bue sur la demi-journée était de 1366 ml. Il semble que la quantité d'eau absorbée par les formateurs était donc suffisante. Dans un travail d'application tutoré pour l'ENSOSP réalisé au caisson du SDIS 17 en 2015, Pierre Ludovic concluait qu'une quantité d'eau de 500 ml absorbée avant une séance au caisson semblait suffisante pour garantir la santé des sapeurs-pompiers (11). Dans l'étude réalisée par le SDIS 49 sur les risques liés à l'exposition au feu (12), les auteurs préconisent une hydratation de 600 ml toutes les 30 minutes.

Cette étude a mis en évidence la survenue de brûlures superficielles chez 64% des formateurs (atteinte épidermique d'évolution rapidement et spontanément favorable). La localisation semble liée à la position dans le caisson. En effet, 50 % des formateurs positionnés à la porte (F2) ont présenté des brûlures de l'avant-bras droit et 36 % des formateurs positionnés au milieu du caisson (F1) et 28 % de ceux placés à l'arrière (F3) ont présentés des brûlures au niveau de la face supérieure des

cuisses et des genoux. Dans le questionnaire préalable à l'étude adressé à l'ensemble des formateurs de notre département, 46% d'entre eux déclaraient avoir déjà eu une brûlure au caisson (annexe 1). Ce nombre élevé de brûlures superficielles nous a amené à nous interroger sur les différents paramètres en cause. Premièrement, dans son étude sur les "effets du feu sur les personnes", Eric Guillaume (2) montre que le flux thermique radiatif présente des risques pour les personnes engendrant des brûlures directes de la peau en fonction de l'exposition. En effet il dépend strictement de la direction de propagation car il est de nature électromagnétique. Il chauffe donc en priorité les zones corporelles en regard direct avec la source. Ainsi une partie du corps peut être exposé intensément, les autres parties restant dans de l'air frais. La température de la peau dépend du bilan thermique se produisant à sa surface, donc du flux incident, mais aussi du flux de chaleur évacué par le corps plus particulièrement par le sang. Ceci explique la présence d'un seuil net de 2.5 KW/m², au-delà duquel le sang ne peut plus assurer l'évacuation du flux de chaleur incident. Trois sources de flux thermique radiatif sont donc à considérer au sein des caissons : le flux thermique émis par le foyer (expliquant les brûlures de l'avant-bras et du visage en position F2 dans notre étude), le flux thermique issu de la fumée, lié à son émissivité et sa température (expliquant les brûlures superficielles des cuisses, des épaules et du sommet du crâne des formateurs en position assise) et le flux thermique issu des parois car les murs rendent la chaleur accumulé par rayonnement. La limite de tenabilité de la peau au flux thermique radiatif est estimée à 2.5 kW/m² pour une exposition voisine de 30 minutes. Au-delà de cette valeur, le délai de brûlure de la peau a été décrit par Stoll et Al (13). Ainsi le fait que dans notre étude la position dans le caisson et la localisation des brûlures soient liées semble plausible. Il apparaît alors indispensable que chaque formateur adapte sans cesse sa position dans le caisson pour limiter les effets du flux thermique. Par ailleurs, nous avons constaté que les formateurs avaient été dotés d'un nouveau sur-pantalon de modèle différent du sur-pantalon de la tenue d'intervention. La coupe de ce nouveau sur-pantalon apparaissait plus serrée, la couche d'air entre le pantalon de la tenue F1 et le sur-pantalon ne semblait pas assez épaisse. Nous avons donc procédé au changement de tous les sur-pantalons. Une étude réalisée par l'institut de recherche de médecine environnementale de l'armée américaine a abouti au constat que le risque de brûlures était lié à la faible épaisseur des couches d'air dans un système de vêtement (Kim, 2002). Il semble

indispensable que chaque formateur soit vigilant à l'épaisseur d'air entre son pantalon F1 et son sur-pantalon. De plus, nous avons constaté que le nombre de brûlure était plus de deux fois plus important lors du second brûlage. Entre les deux brûlages, les tenues F1 des formateurs n'avaient pas été changées. Elles étaient humides. En plus du rayonnement thermique, il se pourrait que la sueur ait joué un rôle dans la survenue de brûlure superficielle chez les formateurs par un transfert de chaleur par convection. Il est donc important que tous les formateurs aient une tenue sèche avant toute activité au caisson. Enfin, la survenue de ces brûlures superficielles apparait comme un élément fondamental à prendre en compte dans le suivi des formateurs caisson. En effet même si ces brûlures superficielles sont d'évolution rapidement et spontanément favorables, la répétition des brûlures pourraient fragiliser la peau et favoriser les cancers cutanés.

Préconisation 6 :

En confrontant les données de notre étude à celles des autres SDIS, nous préconisons une hydratation d'environ 500 ml avant une séance au caisson et 500 ml après afin de compenser les pertes liés à cette activité.

Préconisation 7 :

Il ressort de cette étude qu'afin de limiter les brûlures, la taille des vêtements de protection doit être adaptée. Il convient d'être vigilant à l'épaisseur de la couche d'air entre les vêtements. Les tenues F1 portées sous la tenue de feu doivent être sèches.

Préconisation 8 :

Le formateur doit adapter sans cesse sa position dans le caisson pour limiter les effets du flux thermique.

Préconisation 9 :

La surveillance cutanée doit faire partie de la visite médicale de façon systématique, vigilante et rigoureuse.

Préconisation 10 :

La température à l'intérieure du caisson doit être contrôlée par les formateurs. Il convient de limiter la charge calorifique du foyer.

Préconisation 11 :

Enfin, lors du soutien sanitaire pendant les formations, les membres du SSSM doivent être attentifs aux brûlures cutanées et être doté d'un « kit brûlures ».

Les risques toxiques

Plus de 200 composants cancérigènes et toxiques sont présents dans les fumées d'incendie. (2) Dans une étude réalisée sur la prise en compte des fumées et gaz de combustion émis lors des brûlage en simulateurs de feu réalisée dans le cadre d'un mémoire à l'ENSOSP en 2016 (8), les auteurs identifient de nombreux composés chimiques émis au-delà des seuils toxicologiques de références parmi lesquels : l'acide cyanhydrique, l'acide chlorhydrique, le monoxyde de carbone, les hydrocarbures, les HAP, l'oxyde d'azote, des produits soufrés et des suies. Leurs effets peuvent être immédiats ou retardés. La toxicité d'une substance dépend de la notion de dose (concentration et temps d'exposition).

Tout d'abord concernant le monoxyde de carbone, notre étude a révélé que tous les formateurs, fumeurs ou non, ne portant pas d'ARI mais un masque FFP2 et étant rentré dans le caisson pour préparer le caisson avant la séance, présentaient un taux d'HbCo supérieur à 4. L'étude de Yann Le Biavant sur les contraintes thermiques et performance des EPI des sapeurs-pompiers en caisson d'observation et d'entraînement aux phénomènes thermiques (6), retrouvait également un taux d'HbCo de sortie du caisson inférieur au taux d'entrée. Dans une étude réalisée au SDIS 76, les auteurs retrouvent également une exposition au Co des formateurs lors du 2^{ème} chargement du caisson avec une hausse de 3% de l'HbCo des formateurs et une concentration de 30 ppm à l'intérieur du caisson attribué à une mauvaise ventilation du caisson depuis le précédent brûlage (8). Au SDIS 79, les auteurs

constatent également une hausse de 1 à 3% du taux sanguin d'HbCo lors du 2nd brûlage bien que l'ensemble des protocoles de sécurité défini dans le cahier des charges d'utilisation du simulateur aient été respectés. Le masque FFP2 ne protège pas de CO.

Les séquelles liées à l'intoxication au CO, notamment neurologique, sont bien connues et les effets peuvent être retardés et ne se manifester que plusieurs années après l'exposition (14). Nous savons que la production de CO est d'autant plus importante que la réaction de combustion est incomplète ou sous ventilée. Nous avons alors établi différentes propositions, tout d'abord munir les formateurs qui installent le caisson de détecteurs CO en leur recommandant de porter l'ARI au lieu du masque FFP2 lors de l'installation du caisson si le CO est positif dans le caisson (l'alarme se déclenche à 30 PPM) ; deuxièmement, étudier la possibilité de la mise en place du foyer par l'extérieur (à discuter avec les concepteurs du caisson) ; troisièmement améliorer le système de ventilation entre les brûlages comme le suggère les auteurs d'un mémoire mené à l'ENSOSP (8) qui préconisent le port d'une protection respiratoire adaptée pour charger un simulateur ayant été utilisé précédemment et de laisser se consumer le foyer et attendre la ventilation totale du simulateur avant d'y pénétrer. Enfin, nous proposons de mettre en place un carnet de suivi d'exposition au CO comme l'ont préconisés les auteurs d'une étude menée au SDIS 13 (15) et conformément aux recommandations du guide de doctrine relatif à la prévention des risques de toxicité liés aux fumées d'incendie (3).

Préconisation 12 :

Nous recommandons le port d'un détecteur CO par les formateurs avant l'installation du caisson, si celui-ci alarme, les participants doivent porter leur ARI pour préparer le caisson.

Préconisation 13 :

Mise en place d'une surveillance du taux d'HbCO avec le RAD 57 lors des formations au caisson (avant séance et après séance), qui doit être noté dans un carnet de suivi qui sera présenté lors des visites médicales. Le médecin doit être sensibilisé et vigilant aux symptômes évocateurs d'une intoxication chronique au CO.

Préconisation 14 :

Ventilation du caisson pendant 1 h environ avant toutes les séances au caisson.
Etudier le système de ventilation du caisson et le mode de chargement.

Notre étude n'a pas étudié les autres substances toxiques et cancérigènes présentes dans les fumées. Mais afin de répondre à nos objectifs, il nous a paru nécessaire de faire une synthèse de la littérature sur cette question. Les cancers dont l'association avec l'activité de pompier est la plus étayée sont le mélanome et le cancer de la prostate (16), (17), (18). Il existe de nombreuses pathologies néoplasiques pour lesquelles un risque relatif est suspecté, dont des cancers hématologiques (leucémies lymphoïdes et myéloïdes chroniques, lymphome non-hodgkinien, myélome multiple), mais aussi l'adénocarcinome du poumon, le mésothéliome, les cancers du rein et du cerveau (19). L'exposition professionnelle du pompier est classée depuis 2010 par le centre de recherche international sur le cancer dans le groupe 2A, soit possiblement cancérigène pour l'homme (20) et depuis avril 2016, la commission de la santé et de la sécurité au travail du Canada reconnaît sous certaines conditions sept cancers comme maladies professionnelles (21). L'impact sanitaire spécifique de cette activité a été étudié sous plusieurs aspects. L'exposition aux hydrocarbures polycycliques est aujourd'hui documentée, principalement par la voie cutanée (22) mais aussi toutes voies confondues, avec des données de plus en plus nombreuses en termes de suivi biologique (23). Le Dr David dans sa thèse sur le risque chimique par inhalation lors des entraînements en caisson de brûlage menée au SDIS de l'Aveyron en 2018 (24), propose une surveillance du 1-hydroxypyrrène et du 3-hydroxybenzo[a]pyrrène urinaire qui semblent les plus représentatifs d'une exposition aux HAP. D'autres propose un dosage des thiocyanates urinaires qui sont les marqueurs d'une intoxication chronique par inhalation (25). Des études ont montré que la toxicité chronique des composés cyanhydriques se manifestait principalement sur la fonction thyroïdienne (26), avec la survenue de goitre (27) et sur la fonction hépatique (28). Une étude sur les intoxications cyanhydriques menée au bataillon des marins pompiers de Marseille (29) propose de rechercher à l'interrogatoire des signes d'intoxication à bas bruit tel que des antécédents d'évanouissement ou d'étourdissement, et préconise une surveillance médicale adaptée : fonction respiratoire, fonction cardio-vasculaire,

fonction neurologique, fonction rénale, fonction hépatique, fonction thyroïdienne et état cutané. Dans une étude réalisée au SDIS 13, réalisée en collaboration avec le laboratoire de toxicologie du centre antipoison (15), les auteurs préconisent l'utilisation de bois de chauffage brut non traité dont la combustion génère essentiellement du CO et des dérivés carbonés afin de limiter l'exposition à des dérivés toxiques issus de la combustion de bois traité (palette, cagette, isorel...) Pour finir, il est important de rappeler que l'article 3 du décret du 5 novembre 2015 (30), oblige les SDIS à délivrer aux agents une attestation d'exposition en lien direct avec la traçabilité de l'exposition.

Préconisation 15 :

Mise en place d'une visite médicale annuelle par un médecin sensibilisé aux risques des formateurs caisson, comprenant un questionnaire spécifique, un examen clinique approfondi, la présentation d'un carnet de suivi de traçabilité des expositions aux fumées (séances au caisson et interventions pour feu), une surveillance biologique annuelle sanguine de la TSH, du bilan hépatique, de la fonction rénale et de la numération sanguine. Nous pourrions envisager également un dosage urinaire tous les ans des thiocyanates urinaires et une biométrie urinaire (1-hydroxypyrene ou mieux le 3-hydroxybenzo[a]pyrene plus représentatif des HAP cancérigènes).

Préconisation 16 :

Limiter le nombre de brûlage annuel pour les formateurs (30 maxi).

Equipements de prévention individuels et collectifs

Nous avons constaté que seul 36% des formateurs avaient une tenue propre avant la séance au caisson. La décontamination des tenues textiles, des gants et des masques de l'ARI est assez sommaire. Les ponchos ne sont pas lavés de manière systématique.

Avant de s'hydrater et de se restaurer les mains et le visage ne sont pas lavés et décontaminés de manière systématique.

Le retrait des EPI textiles doit se faire dès que possible pour permettre une désorption dans un milieu non exposé aéré (8).

Préconisation 17 :

Mise en place d'une procédure d'hygiène des EPI.

Disposer d'EPI spécifiques (renforcement de la protection thermique) pour les formateurs en raison des nombres des brûlages conséquents réalisés.

Assurer des douches sur place pour tous les intervenants caisson en fin de journée (protocole spécifique de nettoyage)

Disposer d'un local de rangement des EPI isolé et ventilé. Mettre en place un circuit sale et un circuit propre indépendant l'un de l'autre

Nettoyer régulièrement les EPI utilisé en caisson :

- Option 1 : disposer d'EPI sur place contrôlés et nettoyés après chaque journée de brûlage (impose un stock important)
- Option 2 : chaque SP passe en caisson avec son EPI puis le brosse en fin de journée (protocole spécifique avec ARI)

Préconisation 18 :

Afficher les mesures de sécurité et de prévention sur le site caisson

Conclusion

Conscient des contraintes physiologiques auxquelles sont soumis les formateurs incendie au caisson et les risques liés à la chaleur et aux fumées, les SDIS doivent développer une politique de santé et de sécurité au travail. Tout d'abord en évaluant les risques qui ne peuvent pas être évités, en adaptant le travail à l'homme (poste de travail, équipements, méthodes, procédures), en tenant compte de l'évolution de la technique (adaptation des EPI et politique de prévention), en organisant de la prévention (soutien sanitaire, suivi médical, organisation de travail, condition de travail, technique) et en prenant des mesures de protections collectives. Le formateur doit lui aussi participer de manière active à sa santé en ayant une hygiène de vie saine (alimentation équilibrée, hydratation suffisante, sommeil réparateur), les jours de formation en particulier, maintenir une condition physique active, respecter les consignes de sécurité (vérifier ses EPI et les porter correctement, limiter son exposition, se laver après une séance et se décontaminer selon la procédure, participer à son suivi (carnet de suivi...)).

Le formateur a un rôle fondamental vis-à-vis des politiques de prévention, il doit être exemplaire et doit être convaincu et engagé pour la santé et la sécurité individuelle et collective.

Cette étude a abouti à 18 préconisations et ainsi conduit à la mise en place :

- D'une visite médicale spécifique par un médecin habilité pour être formateur au caisson, création d'une aptitude de spécialité « formateur caisson » (annexe 7).
- D'un suivi médical annuel par un médecin habilité (annexe 7).
- D'un carnet de suivi de l'exposition aux fumées et de traçabilité du CO (annexe 8).
- D'un soutien sanitaire lors des formations au caisson (annexe 8).
- De la mise en place d'une chaîne d'hygiène des équipements de protection individuelle au sein du centre de formation (annexe 9).

Bibliographie

- 1- Pourny C. (2003a) Rapport général de mission sur la sécurité des pompiers en intervention, [en ligne] Paris, Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales. http://www.interieur.gouv.fr/sections/a_l_interieur/defense_et_securite_civiles/dossiers/securite-accidentologie/rapportsecurite_sp/downloadFile/attachedFile_2/03_rapport1a8.pdf?nocache=1248280979.94.
- 2- Eric Guillaume – LNE – Document LNE : G020284 / C672X01 / CEMATE/1 “effets du feu sur les personnes”.
Eric Guillaume (2012) – Dossier Techniques de l'Ingenieur - se2060 – “Toxicite des fumees d'incendie”.
- 3- DGSCGC, Guide de doctrine relatif à la prévention contre les risques de toxicité liés aux fumées d'incendie, DGSCGC/DSP/SDDRH/BDFE/22 mars 2018
- 4- DGSCGC, Stratégie relative à la prise en compte des risques des fumées d'incendie pour la sécurité et la santé des sapeurs-pompiers, note du 9 novembre 2017
- 5- B Batiot, A Collin, Cinétique de développement du feu, paramètres thermiques et contraintes thermiques subies par les sapeurs-pompiers lors des essais
- 6- Yann Le Biavant, GSSM-SDIS85. Contraintes thermiques et performance des EPI des sapeurs-pompiers en caisson d'observation et d'entraînement aux phénomènes thermiques. Contraintes physiologique quelles prévention ?
- 7- Francis Jacques. Méthodologie expérimentale pour la détermination des limites d'emploi des équipements de protection individuelle des sapeurs-pompiers - Application à la lutte contre le feu par des essais sur l'Homme en conditions opérationnelles. Sciences de l'environnement. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2008. Français.
- 8- RCH 4-2016, Prise en compte des fumées et gaz de combustion émis lors des brûlages en simulateur de feu.
- 9- Neghab M, Mohraz MH, Hassanzadeh J. Symptoms of respiratory disease and lung functional impairment associated with occupational inhalation exposure to carbon black dust. J Occup Health. 2011;53(6):432-8.

- 10- Straif K, Baan R, Grosse Y, Secretan B, Ghissassi FE, Bouvard V, et al. Carcinogenicity of shift-work, painting, and fire-fighting. *Lancet Oncol.* 1 déc 2007;8(12):1065-6.
- 11- Pierre Ludovic, L'évaluation des pertes hydriques lors des formations au centre de formation d'incendie et de secours de Charente-Maritime, ENSOSP, 2015
- 12- S. Abrard, M. Bertrand, Etude des risques liés à l'exposition au feu, SDIS 49
- 13- A. M. Stoll, M.A. Chianta Method and Rating System for Evaluation of Thermal Protection, *Aerospace Medicine*, 40, 1969, pp.1232-1238
- 14- SafeTolerable limits for carbon monoxide ? A review of the clinical and fire engineering implications of single, acute, sub-lethal exposure, S.D. Christian, T.J. Shields, *Journal of fire sciences*, vol 18, 2000, pp 308-323
- 15- Surveillance professionnelle des formateurs aux caissons à feu. A. Saint (IMPGT Aix en Provence), B. Domange (Centre Anti Poison, Ap-Hm Marseille), L. Autes, J.L. Barra, P. Agopian (SSSM du SDIS 13)
- 16- Glass DC, Pircher S, Del Monaco A, Vander Hoorn S, Sim MR. Mortality and cancer incidence in a cohort of male paid Australian firefighters. *Occup Env Med.* 2016;
- 17- Tsai RJ, Luckhaupt SE, Schumacher P, Cress RD, Deapen DM. Risk of cancer among firefighters in California, 1988–2007. *Am J Ind Med.* 2015;58(7):715–729.
- 18- Pukkala E, Martinsen JI. Cancer incidence among firefighters: 45 years of follow-up in five Nordic countries. *Occup Env Med.* 1 juin 2014;71(6):398-404.
- 19- LeMasters GK, Genaidy AM, Succop P, Deddens J. Cancer Risk Among Firefighters: A Review and Meta-analysis of 32 Studies. *J Occup Environ Med.* nov 2006;48(11):1189.
- 20- IARC. Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 98 Painting, Firefighting, and Shiftwork. Lyon: CIRC; 2010 p. 818. (Monographies du CIRC).
- 21- Direction de l'indemnisation et de la réadaptation. L'admissibilité de la lésion professionnelle / Note d'orientation du 04/04/2016. Canada: CNSSET; 2016 avr p. Section 9.11 de la politique 1.02.

- 22-Kirk KM, Logan MB. Firefighting instructors' exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons during live fire training scenarios. *J Occup Environ Hyg.* 2015;12(4):227-34.
- 23-Laitinen J, Mäkelä M, Mikkola J, Huttu I. Fire fighting trainers' exposure to carcinogenic agents in smoke diving simulators. *Toxicol Lett.* 15 janv 2010;192(1):61-5.
- 24-E. David, THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE SPÉCIALITÉ MÉDECINE GÉNÉRALE, Évaluation du risque chimique par inhalation lors des entraînements en caisson de brûlage : Étude quantitative auprès des pompiers formateurs au SDIS de l'Aveyron, 15 mai 2018
- 25-El Ghawabi SH, Gaafar MA, El-Saharti AA, Ahmed H et Al.- Chronic cyanide exposure : a clinical, radioisotope, and laboratory study. *Br J Ind Med.*1975 ;32(3) :215-19
- 26-Banerjee KK, Bishayee A, Marimuthu P, Evaluation of cyanide exposure and its effect on thyroid function of workers in a cable industry. *J Occup Environ Med.*1997 ;39(3) :258-60
- 27-Blanc P, Hogan M, Mallin K, Hryhorczuk D et Al- Cyanide intoxication among silver reclaiming workers. *Jama.*1985 ;253(3) :367-71
- 28-Sousa AB, Soto-Blanco B, Guerra JI, Kmura ET et Al.- Does prolonged oral exposure to cyanide promote hepatotoxicity and nephrotoxicity ? *Toxicology.*2002 ;174(2) :87-95
- 29-TF197 de l'Institut Nationale de Recherche et de Sécurité – Document pour le médecin du travail « intoxications cyanhydriques professionnelles des pompiers : mythes ou réalité »
- 30-Décret n° 2015-1438 du 5 novembre 2015 relatif aux modalités du suivi médical post-professionnel des agents de la fonction publique territoriale exposés à une substance cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction, NOR: RDFB1510185D, ELI: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2015/11/5/RDFB1510185D/jo/texte> , Alias: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2015/11/5/2015-1438/jo/texte>
- 31-Fabienne Scandela (2012) - “ la santé et la sécurité des hommes du feu » édition FSEP / ETUI” – ISBN N°978-2-87452-217-8

- 32-Décret n°2015-1438 du 5 novembre 2015 relatif aux modalités du suivi médical post-professionnel des agents de la fonction publique territoriale exposés à une substance cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction.
- 33-INNERIS – (2005) – Rapport d'étude N°57149 - Ω 16 – “Toxicité et dispersion des fumées d'incendie. Phénoménologie et modélisation des effets“
- 34-INNERIS – (2005) – Rapport d'étude N° 66244-DESP-R01 “Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique, guide méthodologique – Acquisition des données d'entrée des modèles analytiques ou numériques de transferts dans les sols et les eaux souterraines”.
- 35-INNERIS - Eva LEOZ-GARZIANDIA (2000) – Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques dans l'air ambiant (HAP)
- 36-Etude de la prise en compte de la toxicité des fumées en cas d'incendie – Groupe de travail du comité d'études et Classification des Matériaux vis à vis de l'incendie (2010) (LNE, LCPP, Préfecture de Police, Effectifs, SNPE, WSP, FCBA, GPIC, PlasticsEurope, UPB)
- 37-Lemasters g.k., et al. (2006) "Cancer risk among firefighters: a review and meta-analysis of 32 studies", *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48 (11), 1189-1202.
- 38-Persoglio M., et al. (2000) "L'intervention des sapeurs-pompiers lors des feux en volume clos ou semi-ouverts", Rapport du Groupe de travail "Accidents thermiques", annexé au rapport de mission du colonel C. Pourny (2003), Paris, Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales. http://www.interieur.gouv.fr/sections/a_l_interieur/defense_et_securite_civiles/dossiers/ securite accidentologie/rapport-securite-sp/downloadFile/attachedFile_9/A3 rapport909a1171.pdf?nocache=1248280979.94.
- 39-Pourny C. (2003b) "Note de synthèse", in Rapport général de mission sur la sécurité des sapeurs-pompiers en intervention, [en ligne] Paris, Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales. http://www.interieur.gouv.fr/sections/a_l_interieur/defense_et_securite_civiles/dossiers/securite-accidentologie/rapport-securite-sp.

- 40-Médecin Lieutenant-Colonel Jean-Marie STEVE, SERVICE
 DEPARTEMENTAL D'INCENDIE ET DE SECOURS SERVICE DE SANTE ET
 DE SECOURS MEDICAL MEDECINE PREVENTIVE du Var, Etude des
 risques : formateurs caisson à feu Avril 2016
- 41-Hugo PIERRARD, Expositions aux fumées de combustion, 2016, PNRS,
 plateforme santé, ENSOSP
- 42-Painting, Firefighting, and Shiftwork : IARC Monographs on the Evaluation of
 carcinogenic Risks to humans, 2010, volume 98
- 43-Pukkala E., Martinsen JI., Weiderpass E., Kjaerheim K., Lynge E.,
 Tryggvadottir L., Sørensen P., Demers PA : cancer incidence among firefighters :
 45 years of follow-up in five nordic countries. Occup Environ Med, 2014 ;
 71(6) :398-404
- 44-R.D. Daniels, T.L. Kubale, J.H. Yin et al. – Mortality and cancer incidence in a
 pooled cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia
 (1950-2009). Occup Environ Med, 2014, 71(6) :388-97
- 45-CNRACL, Impacts et prévention des risques relatifs aux fumées d'incendie
 pour les sapeurs-pompiers, Mars 2017
- 46-Cohorte C.PRIM : analyse de la mortalité des sapeurs-pompiers
 professionnels actifs au 1^{er} janvier 1979,
<https://www.cdc.retraites.fr/IMG/pdf/RapportCPRIMscientifique-VFIN.pdf>
- 47-Regroupement des Associations de pompiers du Québec (RAPQ), Evaluation
 de l'Association entre la maladie et le métier de pompier. Tee L Guidotti, 2^{ème}
 édition 25 octobre 2012
- 48-American Heart Association. Heart Disease and Stroke Statistics 2010
 Update
- 49-G.K. LeMasters, A.M. Genaidy, P. Succop et al. – Cancer risk among
 Firefighters: a review and meta-analysis of 32 studies. JOEM, vol. 48, n°11,
 pp. 1189-1202. November 2006.
- 50-DGSCGC, Guide de doctrine opérationnelle incendie de structures, GDO-
 DSP/SDDRH/BDFE/16 avril 2018

Synthèse des préconisations

Préconisation 1 :

Les contraintes auxquelles sont soumis les formateurs au caisson entraînent une sollicitation cardiovasculaire importante qui suggère qu'une bonne condition physique avec des entraînements réguliers est nécessaire pour être formateur au caisson.

Préconisation 2 :

Une visite spécifique « formateur caisson » apparaît nécessaire incluant une consultation initiale chez le cardiologue avec une épreuve d'effort et une VO₂ max, ainsi qu'une consultation chez le pneumologue orienté selon la clinique et la spirométrie. Un suivi tous les ans chez le cardiologue semble indispensable. Le médecin d'aptitude doit donner un avis pour une aptitude à être formateur au caisson.

Préconisation 3 :

Un soutien sanitaire doit être mis en place pendant les formations au caisson et doit apporter une attention particulière à la surveillance des paramètres cardiovasculaires et respiratoires : surveillance de la fréquence cardiaque, de la tension artérielle et de la fréquence respiratoire.

Préconisation 4 :

Compte tenu de la sollicitation cardio-vasculaire et du délai de récupération, nous préconisons une limitation du nombre de passage par formateur à 2 par jour avec un intervalle de repos de 1 h minimum entre les 2 brûlages.

Préconisation 5 :

Assurer des séquences d'informations régulières de sensibilisation aux contraintes physiologiques pour les formateurs

Préconisation 6 :

En confrontant les données de notre étude à celles des autres SDIS, nous préconisons une hydratation d'environ 500 ml avant une séance au caisson et 500 ml après afin de compenser les pertes liés à cette activité.

Préconisation 7 :

Il ressort de cette étude qu'afin de limiter les brûlures, la taille des vêtements de protection doit être adaptée. Il convient d'être vigilant à l'épaisseur de la couche d'air entre les vêtements. Les tenues F1 portées sous la tenue de feu doivent être sèches.

Préconisation 8 :

Le formateur doit adapter sans cesse sa position dans le caisson pour limiter les effets du flux thermique.

Préconisation 9 :

La surveillance cutanée doit faire partie de la visite médicale de façon systématique, vigilante et rigoureuse.

Préconisation 10 :

La température à l'intérieure du caisson doit être contrôlée par les formateurs. Il convient de limiter la charge calorifique du foyer.

Préconisation 11 :

Enfin, lors du soutien sanitaire pendant les formations, les membres du SSSM doivent être attentifs aux brûlures cutanées et être doté d'un « kit brûlures ».

Préconisation 12 :

Nous recommandons le port d'un détecteur CO par les formateurs avant l'installation du caisson, si celui-ci alarme, les participants doivent porter leur ARI pour préparer le caisson.

Préconisation 13 :

Mise en place d'une surveillance du taux d'HbCO avec le RAD 57 lors des formations au caisson (avant séance et après séance), qui doit être noté dans un carnet de suivi qui sera présenté lors des visites médicales. Le médecin doit être sensibilisé et vigilant aux symptômes évocateurs d'une intoxication chronique au CO.

Préconisation 14 :

Ventilation du caisson pendant 1 h environ avant toutes les séances au caisson.
Etudier le système de ventilation du caisson et le mode de chargement.

Préconisation 15 :

Mise en place d'une visite médicale annuelle par un médecin sensibilisé aux risques des formateurs caisson, comprenant un questionnaire spécifique, un examen clinique approfondi, la présentation d'un carnet de suivi de traçabilité des expositions aux fumées (séances au caisson et interventions pour feu), une surveillance biologique annuelle sanguine de la TSH, du bilan hépatique, de la fonction rénale et de la numération

Préconisation 16 :

Limiter le nombre de brûlage annuel pour les formateurs (30 maxi).

Préconisation 17 :

Mise en place d'une procédure d'hygiène des EPI.

Disposer d'EPI spécifiques (renforcement de la protection thermique) pour les formateurs en raison des nombres des brûlages conséquents réalisés.

Assurer des douches sur place pour tous les intervenants caisson en fin de journée (protocole spécifique de nettoyage)

Disposer d'un local de rangement des EPI isolé et ventilé. Mettre en place un circuit sale et un circuit propre indépendant l'un de l'autre

Nettoyer régulièrement les EPI utilisés en caisson :

- Option 1 : disposer d'EPI sur place contrôlés et nettoyés après chaque journée de brulage (impose un stock important)
- Option 2 : chaque SP passe en caisson avec son EPI puis le brosse en fin de journée (protocole spécifique avec ARI)

Préconisation 18 :

Afficher les mesures de sécurité et de prévention sur le site caisson

Annexe 1 : Questionnaire adressé aux médecins chefs

Bonjour,

Dans le cadre de mon travail d'application tutoré (TAT) pour le module santé publique de la FI SSSM, je réalise un mémoire dont les objectifs sont d'une part d'étudier les contraintes physiologiques auxquelles sont soumis les formateurs incendies du SDIS 32 dans le caisson bois de Vic-Fezensac dans le Gers afin de déterminer les actions de soutien sanitaire à mettre en place par le service de santé du SDIS 32 lors des séances de formation au caisson et d'autre part de travailler sur la mise en place d'un suivi médical spécifique et d'un carnet de surveillance pour les formateurs incendies du caisson à bois du Gers.

Dans le cadre de cette étude, je souhaiterais faire un état des lieux des pratiques des différents SDIS en terme de soutien sanitaire et de suivi médical des formateurs incendie au caisson.

Je vous remercie de m'aider dans ce travail en répondant à ce court questionnaire.

I) Généralités

1) Département

Numéro :

2) Type de caisson (simulateur de feu)

Caisson « flashhover »

Caisson « technique de lance »

Caisson gaz

Caisson à bois

.....

3) Nombre de formateurs incendie caisson dans votre département

1 à 10

10 à 20

20 à 30

30 à 40

40 à 50

Plus de 50

4) Nombre de brulage annuel moyen par formateur

Moins de 10

10 à 20

20 à 30

30 à 40

40 à 50

50 à 60

Plus de 60

5) Type des séances au caisson

Observations

Actions

Les deux

II) Soutien sanitaire

1) Avez-vous mis en place un soutien sanitaire par le SSSM lors des brulages au caisson

Oui

Non

En cours

2) Qui participe au soutien sanitaire

Que les ISP

Que les MSP

ISP ou MSP

MSP + ISP à chaque séance

- 3) Quelles actions avez-vous mis en place en terme de soutien sanitaire lors des brûlages aux caissons (protocole, paramètres physiologiques, hydratation, contrôle EPI, contrôle désinfection....)

Question ouverte

III) Suivi médical des formateurs caisson

- 1) Avez-vous mis e place un carnet de suivi des activités de brûlage pour les formateurs incendie des caissons au sein de votre SDIS ?

Oui

Non

En cours

- 2) Vous est-il présenté lors des visites médicales d'aptitude?

Oui obligatoirement

Oui mais pas obligatoirement

Non

- 3) Avez-vous mis en place une surveillance médicale spécifique pour les formateurs incendies du caisson ?

Oui

Non

- 4) Si oui, pourriez-vous détailler (consultation cardio avec épreuve d'effort, consultation pneumo avec EFR, analyse biologique....)

IV) Avez-vous mené des études sur les contraintes physiologiques des

sapeurs-pompiers lors des formations au caisson ?

Oui

Non

Si oui, pourriez-vous me les envoyer afin que je puisse corroborer les résultats de mon étude aux vôtres ?

Question ouverte

V) **Commentaires libres** (votre avis sur le sujet, votre position, ...)

Je vous remercie d'avoir répondu à mon questionnaire. Si vous avez mis en place des protocoles ou des procédures au sein de votre service pour le soutien sanitaire et le suivi des formateurs incendies, accepteriez-vous de me les partager ?

Si vous souhaitez que je vous communique les conclusions de mon étude, merci de me laisser votre adresse mail.

Dr Mercier Emilie

Médecin chef-adjoint SDIS 32

emilie.mercier@sdis32.fr

Annexe 2 : questionnaire adressé aux formateurs incendie du Gers

- 1) Age :
- 2) Taille :
- 3) Poids :
- 4) Sexe :
- 5) Fumez-vous ?
- 6) Avez-vous des facteurs de risques cardio-vasculaires ? (entourez les réponses souhaitées)
 - Tabac
 - Obésité
 - Cholestérol
 - Diabète
 - Hypertension artérielle
 - ATCD personnel d'infarctus ou d'AVC
 - ATCD familiaux d'infarctus ou d'AVC
- 7) Avez-vous des antécédents personnels respiratoire (asthme, BPCO, allergie,...) ou cardiaque (douleur thoracique à l'effort, palpitation, troubles du rythme,...) ?

Oui ou non

Détaillez :
- 8) Périodicité d'entraînement sportif
 - Quels sports
 - Durée des séquences
 - Périodicité des séquences
- 9) Ancienneté en tant que formateur incendie au caisson

10) Combien de formation caisson avez-vous effectué en 2017 ?

11) Combien de formation caisson avez-vous effectué en 2018 ?

12) Fatigue

13) Avez-vous déjà subi des symptômes, des incidents ou des accidents lors d'une séance au caisson ?

Oui ou non

14) Si oui, lesquels : (entourer les réponses choisies, vous pouvez préciser la durée des symptômes ressentis)

SYMPTOMES

- Coup de chaleur
- Hyperthermie
- Déshydratation
- Brûlure
- Douleur thoracique
- Palpitation
- Tachycardie
- Malaise
- Essoufflement
- Toux
- Crise d'asthme
- Maux de tête
- Vertiges
- Nausées/Vomissements
- Troubles du sommeil
- Enervement
- Anxiété
- Stress
- Confusion
- Désorientation
- Fatigue extrême

- Inhalation de fumées (suie dans les orifices externes, HbCo augmenté en fin de séance)
- Troubles visuels
- Troubles auditifs
- Autres :

INCIDENTS/ACCIDENTS

- dysfonctionnement d'ARI
- problème d'EPI
- autres :

15) Quand ?

- En phase de mise en route du brulage
- En phase d'observation du feu
- En phase d'attaque du feu
- En phase de déblai
- A la fin de la séance de formation
- En rentrant chez vous le soir
- Dans les jours qui ont suivis (préciser durée)
- Autre :

16) Fatigue ressentie lors des séances au caisson : coté de 1 (pas de fatigue) à 10 (fatigue extrême) selon position dans le caisson

F1

F2

F3

Et durant la semaine suivante

F1

F2

F3

17) Avez-vous des inquiétudes ou préoccupations vis-à-vis de votre état de santé et des risques à court, moyen et long terme encourus par cette activité au caisson ?

Oui ou non

Détaillez :

18) Qu'attendez-vous du service de santé du SDIS ? (entourez les réponses souhaitées)

- Information
- Prévention
- Dépistage
- Suivi médical spécifique
- Soutien sanitaire lors des séances
- Autre :

19) Appliquez-vous les mesures de protection individuelle au cours des formations ?

- Hydratation : oui/non, avant/pendant/après, quantité d'eau bue
- Lavage des mains après la séance et avant de s'hydrater et se restaurer ?
oui/non
- Douche au vestiaire à Vic avant de remettre votre tenue propre ? oui/non
- Ports d'EPI systématique ? oui/non
- Autres :

20) Appliquez-vous des procédures systématiques d'entretien des EPI dans le cadre de la chaîne d'hygiène ?

Oui/non

Détaillez :

- lavage des tenues textiles : oui/non et fréquence

- lavage des masques ARI : oui/ non, fréquence
- hygiène vestiaire : oui/non, fréquence
- traçabilité individuelle (carnet de suivi) : oui/non
- autre :

21) Portez-vous des EPI de manière systématique :

- En phase de mise en route du brulage : oui/non
- En phase d'observation du feu : oui/non
- En phase d'attaque du feu : oui/non
- En phase de déblai : oui/non

22) Quels axes d'amélioration souhaiteriez-vous voir appliquer quant à l'entretien et à l'hygiène de vos EPI ?

23) Souhaitez-vous des EPI spécifiques aux formateurs

Oui/non

Pourquoi ?

ANNEXE 3 : Questionnaire poste médecin 1

Numéro d'anonymat :

Position 1^{er} brûlage :

Position 2^{ème} brûlage :

	1	2	3
Paramètres neurologiques/psychologiques			
confusion			
désorientation			
céphalées			
vertiges			
nausées/vomissements			
syndrome cérébelleux			
syndrome vestibulaire			
stress			
irritabilité			
anxiété			
Respiratoire			
essoufflements			
crise d'asthme			
auscultation : sibilant?			

	1	2	3
Trail Making Test A			
Temps en secondes			
Trail Making Test B			
Temps en secondes			

ANNEXE 4 : Questionnaire poste médecin 2

Numéro d'anonymat :

Position 1^{er} brûlage :

Position 2^{ème} brûlage :

	1	2	3
température corporelle			
poids			
impédancemétrie			
masse grasse			
masse maigre			
% eau			
sueurs			
rougeurs			
fatigue			
brûlures			
glycémie capillaire			
pression dans la bouteille d'air			
temps resté au caisson			
consommation d'eau			

	oui	non
Tenues		
pantalon F1		
chemise F1		
polo		
vêtements de rechange		
sous-vêtements		
veste textile		
sur pantalon textile		
gants type B		
cagoule de feu		
casque F1		
Divers		
lavage main avant hydratation ou restauration		
douche après séance sur Vic		
lavage masque ARI après la séance		
port masque FFP 2/3 pour déshabillage		
lavage tenue textile après la séance		

Annexe 5 : Questionnaire poste infirmier 1

Numéro d'anonymat :

Position 1^{er} brûlage :

Position 2^{ème} brûlage :

	1	2	3
Paramètres cardiovasculaires			
douleur thoracique			
Palpitations			
malaise/sensation de malaise			
FC			
TA			
ECG			
Paramètres respiratoires			
Dyspnée			
Toux			
FR			
SpO2			
Co RAD 57			
dépôt de suie au niveau des orifices respiratoires			
mouchage (couleur)			
Spirométrie			

Annexe 6 : Fiche de renseignement formateur

- Numéro d'anonymat :
- Date de naissance :
- Sexe :
- Taille :
- Poids :
- Tabac : oui / non
- ATCD cardio-vasculaire (diabète, hypertension, infarctus, cholestérol) :

- Autres ATCD :

- Avez-vous déjà eu :
 - Consultation avec un cardiologue : oui / non
 - Epreuve d'effort chez un cardiologue: oui / non
 - Echographie cardiaque : oui /non
 - Consultation avec un pneumologue : oui / non
 - EFR chez un pneumologue : oui / non
- Barbe : oui / non
- Entraînement sportif : oui / non
 - Quels sports :
 - Nombre d'entraînements par semaine :
 - Durée des entraînements :
- Ancienneté en tant que formateur caisson :
- Nombre de brulages depuis le 01/01/2018 :
- Nombre de brulages au mois de juin 2018 :
- Nombre de brulages la semaine dernière :
- Tenue propre (lavée depuis le dernier brulage) : oui / non
- Date du dernier lavage de la tenue :
- ATCD d'accident ou d'incident lors d'un précédent brulage : oui / non
 - Si oui le(s)quel(s) :

**FORMULAIRE DE CONSENTEMENT
POUR LA PARTICIPATION A UNE RECHERCHE BIOMEDICALE**

Titre de la recherche :

Soutien sanitaire et suivi médical des formateurs incendies du caisson à feu de Vic-Fezensac

Je soussigné(e),

accepte de participer à l'étude **sur le soutien sanitaire et suivi médical des formateurs incendies du caisson du SDIS du GERS.**

Les objectifs et modalités de l'étude m'ont été clairement expliqués par le Dr MERCIER Emilie.

J'accepte que les documents de mon dossier médical qui se rapportent à l'étude puissent être accessibles aux responsables de l'étude et éventuellement aux autorités de santé. A l'exception de ces personnes, qui traiteront les informations dans le plus strict respect du secret médical, mon anonymat sera préservé.

J'accepte que les données nominatives me concernant recueillies à l'occasion de cette étude puissent faire l'objet d'un traitement automatisé par les organisateurs de la recherche. Je pourrai exercer mon droit d'accès et de rectification auprès du Dr Mercier Emilie.

J'ai bien compris que ma participation à l'étude est volontaire.

Je suis libre d'accepter ou de refuser de participer, et je suis libre d'arrêter à tout moment ma participation en cours d'étude. Cela n'influencera pas la qualité des soins qui me seront prodigués.

Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de cette étude de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Après en avoir discuté et avoir obtenu la réponse à toutes mes questions, j'accepte librement et volontairement de participer à la recherche qui m'est proposée.

Fait à,

le

Nom et signature de l'investigateur

Signature du sujet

ANNEXE 7 : Mise en place d'une surveillance médicale spécifique pour les formateurs incendie du caisson du SDIS 32

1) Visite de recrutement

Pour chaque recrutement de SP en qualité de formateur incendie au caisson

Visite par médecin chef

Interrogatoire :

- questionnaire spécifique avant la visite
- recherche ATCD maladie cardiovasculaire
- tabagisme

Examen clinique :

- examen cardiovasculaire, Ruffié
- examen respiratoire
- examen neurologique
- examen abdominal (recherche hépatomégalie, splénomégalie)
- état cutané : dépistage lésions préexistantes, recherche de dermatite
- examen thyroïde, recherche de goitre
- taux d'HbCo de référence (hors activité au caisson)

Examens complémentaires :

Au cabinet :

- ECG, spiro, vision, audiométrie
- Recherche hématurie

Consultation spécialisé :

- consultation cardio avec ETT et épreuve d'effort avec VO2 max
- consultation pneumo et EFR orienté selon la spirométrie
- audiométrie incluant la fréquence 125 HTZ (ototoxicité du CO)
- bio : TSH, bilan hépatique, fonction rénale, NFS

Mise en place carnet de suivi individuel des brûlages (traçabilité)

- date, heure de début, durée d'exposition, poste occupé dans le caisson
- taux d'HbCo avant et après brûlage en %
- Survenue incident lors séance
- Symptômes pendant ou après la séance

2) Visite de maintien en activité

Périodicité : tous les ans

Par un MSP habilité à cette spécialité (formation sur les risques liés au poste, formation sur suivi spécifique)

Présentation carnet de suivi

Interrogatoire :

Questionnaire spécifique (cf ci-dessous)

Examen clinique :

- examen cardiovasculaire, Ruffié
- examen dermato, recherche mélanome
- examen respiratoire
- examen neurologique
- examen abdominal (recherche hépatomégalie, splénomégalie)
- état cutané
- examen thyroïde, recherche de goitre

Examen paraclinique :

- consultation cardio et épreuve d'effort avec VO2 max
- consultation pneumo et EFR selon examen clinique + spirométrie
- audiométrie incluant la fréquence 125 HTZ

- Biologie : TSH, bilan hépatique, fonction rénale, dosage thiocyanates urinaires, biométrie urinaire : 1-hydroxypyrene ou mieux le 3-hydroxybenzo[a]pyrene plus représentatif des HAP cancérigènes

3) Questionnaire de visite de maintien en activité

Après un brûlage, ressentez-vous :

- Des maux de tête
- Une fatigue inhabituelle
- Des vertiges ou sensation ébrieuse
- Une fatigue intense, inhabituelle
- Des nausées et/ou des vomissements
- Des picotements des yeux, de la gorge
- Une toux

Depuis que vous êtes formateur, présentez-vous :

- une modification de la voix
- des lésions de la peau
- des grains de beauté semblant se transformer
- des difficultés à entendre
- des picotements ou fourmillements dans les orteils, dans les doigts
- un essoufflement à l'effort
- une toux chronique et/ou matinale
- des crachats au réveil

Quelle tolérance avez-vous de vos EPI ?

- ARI
- Masque FFP2
- Gants
- Tenue textile

Avez-vous des remarques, des questions ?

Annexe 8 : SSO et carnet individuel de suivi des formateurs incendie

A chaque séance de formation au caisson, présence d'un ISP
 Sac de secours spécifique en plus du sac ISP courant
 Tenue du carnet de suivi individuel des formateurs
 Surveillance des stagiaires et tenue du tableau pour les stagiaires

1) Carnet de suivi des formateurs

Date	Heure	durée du brûlage	Avant brûlage				Après brûlage				Survenue incident	Signature SSSM
			HbCo	TA	FC	T°C	HbCo	TA	FC	T°C		

2) Tableau de suivi des stagiaires

Date	Nom	Prénom	Avant brûlage				Après brûlage				Survenue incident	Signature SSSM
			HbCo	TA	FC	T°C	HbCo	TA	FC	T°C		

3) Composition sac SSO caisson

- Dotation du sac ISP habituel +
- RAD 57
- KIT brûlure

Annexe 9 : Mise en place d'une chaîne d'hygiène des équipements de protection individuelle au sein du centre de formation du SDIS 32

1) Dotation EPI des formateurs (préconisations)

- En dotation individuelle pour chaque formateur :
 - une veste textile et un sur-pantalon spécifique pour les formations au caisson, (prévu pour 2019)
 - cagoule de feu de couleur rouge dédié aux formations au caisson
 - tenue SPF1 (pantalon + polo ou chemise F1) de la dotation individuelle de base
 - rangers de la dotation individuelle de base
 - casque F1 en dotation individuelle spécifique pour le caisson
 - Gants de protection

- En dotation collective :
 - ARI + Masque en dotation collective spécifique pour le caisson
 - Poncho en dotation collective, spécifique pour le caisson
 - Masque FFP3 à usage unique
 - Gants nitriles
 - Brosse
 - savon

2) Dotation EPI des stagiaires (préconisations)

- En dotation individuelle pour chaque stagiaire :
 - cagoule de feu de la dotation individuelle de base
 - tenue F1 complète (pantalon + polo ou chemise F1) de la dotation individuelle de base
 - rangers de la dotation individuelle de base

- Dotation collective :
 - Gants de protection en dotation collective spécifique pour le caisson
 - Veste textile + sur pantalon en dotation collective spécifique pour le caisson
 - Casque F1 de la dotation individuelle de base
 - ARI + Masque en dotation collective spécifique pour le caisson
 - Poncho en dotation collective, spécifique pour le caisson
 - Masque FFP3 à usage unique en dotation collective
 - Gants nitriles
 - Brosse
 - Savon

4) Suivi des EPI (préconisations)

- Casques inventoriés (dotation de base et dotation formation), liste consultable au magasin
- Vestes et sur-pantalons inventoriés, liste consultable au magasin (2019)
- Gants de protection inventoriés au magasin liste consultable au magasin

5) Procédure d'hygiène des EPI au caisson (préconisations)

I- Vestes, sur-pantalons, ponchos, casques et gants

1) Suivi et traçabilité de la décontamination

- Mise en place au centre de formation d'un carnet de suivi des tenues dématérialisé (tableur Excel). Chaque veste, sur-pantalon et gants y sont répertoriés. A chaque brûlage, le logisticien du centre de formation consigne les tenues utilisées.
- Tous les 15 brûlages ou 1 fois par trimestre minimum, les tenues sont placées dans une caisse spécifique hermétique et envoyées au prestataire chargé de leur lavage et leur décontamination

2) Décontamination à chaque brûlage

- Après chaque brûlage au caisson, la tenue textile doit être enlevée le plus tôt possible sur une bâche posée au sol et délimitant la zone de décontamination située en extérieur à côté d'un évier
- Retirer le poncho puis l'ARI
- Enlever les gants d'attaque et s'équiper de gants en nitrile
- Retirer la soupape à la demande, le masque, le casque F1 et la cagoule.
- Se munir d'un masque FFP3
- Enlever la veste textile, puis les rangers puis le sur-pantalonn
- Brosser la veste puis la suspendre sur le portant
- Brosser le sur-pantalonn et le suspendre au portant
- Brosser les gants et les suspendre au portant
- Brosser le poncho et le suspendre au portant
- Brosser les rangers
- Brosser le casque et le laver à l'eau et au savon
- Jeter les gants nitriles et la bâche dans un sac poubelle et le fermer hermétiquement
- Se laver les mains puis le visage à l'eau et au savon
- S'hydrater (500 ml d'eau)
- Enlever la tenue F1
- Se doucher
- Remettre une tenue F1 propre

3) Stockage

- Les casques une fois lavés seront entreposés sur une étagère prévue à cet effet
- Les tenues seront suspendues sur des portants mobiles entreposés sous l'abri extérieur du centre de formation afin d'être ventilées entre chaque formation

II- Masques ARI

- Les masques seront lavés après chaque utilisation par le logisticien du centre de formation

Procédure nettoyage masque ARI

- 1- Mettre 6 à 9 masques dans le panier du bac de trempage
- 2- Remplir le bac d'eau jusqu'à recouvrir les masques
- 3- Rajouter 70 ml de nettoyant désinfectant Septanios
- 4- A la fin du cycle, rincer les masques à l'eau claire
- 5- Mettre les masque dans le séchoir pour une durée de 6 h (séchoir prérégler, ne pas toucher)

Penser à changer la solution de trempage après chaque utilisation