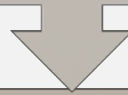


EXPOSITION DES GRILLARDINS AUX FUMÉES DE CUISSONS

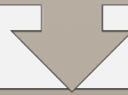
Approche pluridisciplinaire

CONTEXTE

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont des constituants naturels du charbon et du pétrole et qui proviennent de la combustion incomplète de matières organiques telles que les carburants, le bois, le tabac. Un article publié en 2017 retrouve une élévation du taux d'émission de HAP lors de la cuisson au charbon de bois.



En consultation, les grillardins décrivent des symptômes d'irritation ORL et un mouchage noir en fin de poste.



Une étude préliminaire retrouve une élévation modérée du monoxyde de carbone (CO) exhalé en fin de poste.

Qui sont les grillardins ?

Les grillardins sont des cuisiniers spécialisés dans la cuisson des viandes au barbecue. Leur métier consiste à préparer le feu, cuire les viandes pendant le service puis à nettoyer la table de cuisson.

Ce métier technique nécessite de la mémoire, de la réactivité et un savoir-faire (maîtrise de la cuisson). Ils sont exposés à la chaleur et aux fumées de combustion du bois et du charbon, qui sont aspirées par une hotte mécanique.

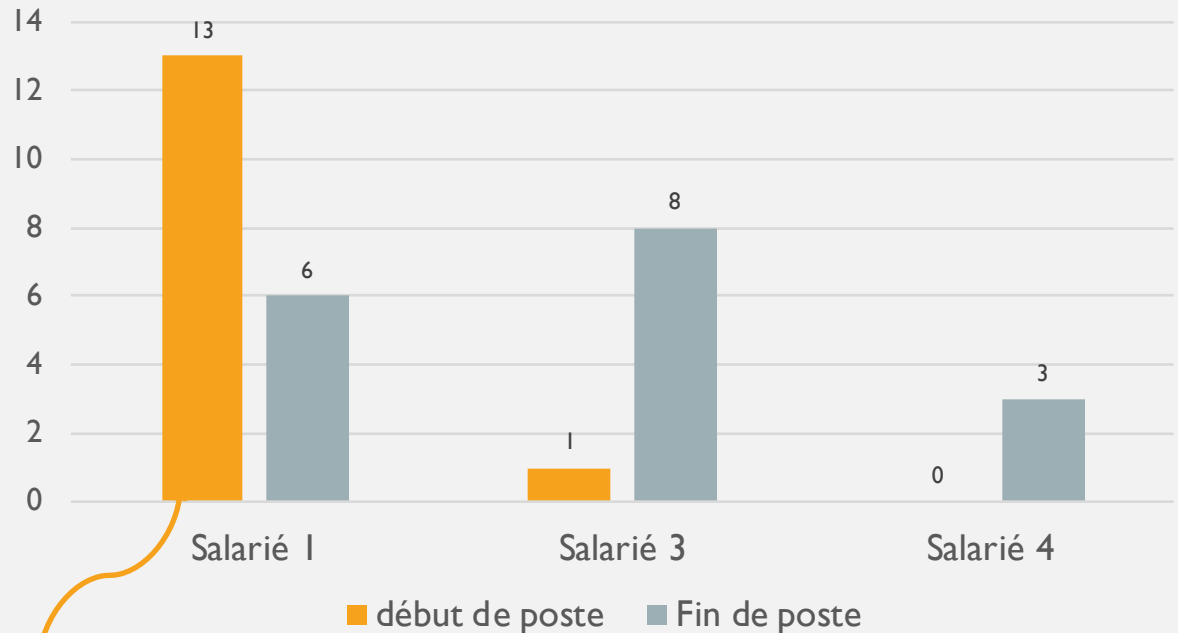
EXPOSITION AU CO

En fin de travail, une élévation faible du taux de CO chez deux salariés suppose une exposition passive aux produits de combustion incomplète.



Fumeur
1 paquet par jour

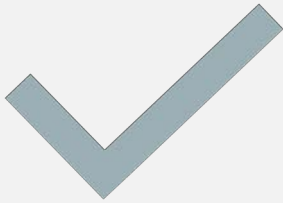
CO exhalé en ppm



REVUE DE LA LITTÉRATURE

- Wu C-C, Bao L-J, Guo Y, Li S-M, Zeng EY. Barbecue Fumes: An Overlooked Source of Health Hazards in Outdoor Settings? *Environmental Science & Technology*. sept 2015;49(17):10607-15.
- Badyda AJ, Widziewicz K, Rogula-Kozłowska W, Majewski G, Jureczko I. Inhalation Exposure to PM-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Released from Barbecue Grills Powered by Gas, Lump Charcoal, and Charcoal Briquettes. *SpringerLink*. 2017;1-17.

POURQUOI CETTE ÉTUDE ?



Les fumées de cuissons de viande grillées émettent des fumées inhalables :

Contiennent un mélange de :

- Alcools
- Aldéhydes : Acroléine (C2), Hexanal, Acétaldéhyde (C2M2 / CIRC 2B), t,t-2-4-DDE (C2)
- Amines hétérocycliques
- HAP dont le B(a)P C2
- Noir de carbone (C2 / CIRC 2B)
- Poussières PM_{2,5} (alvéolaires)
- Poussières PM₁₀ (inhalables)

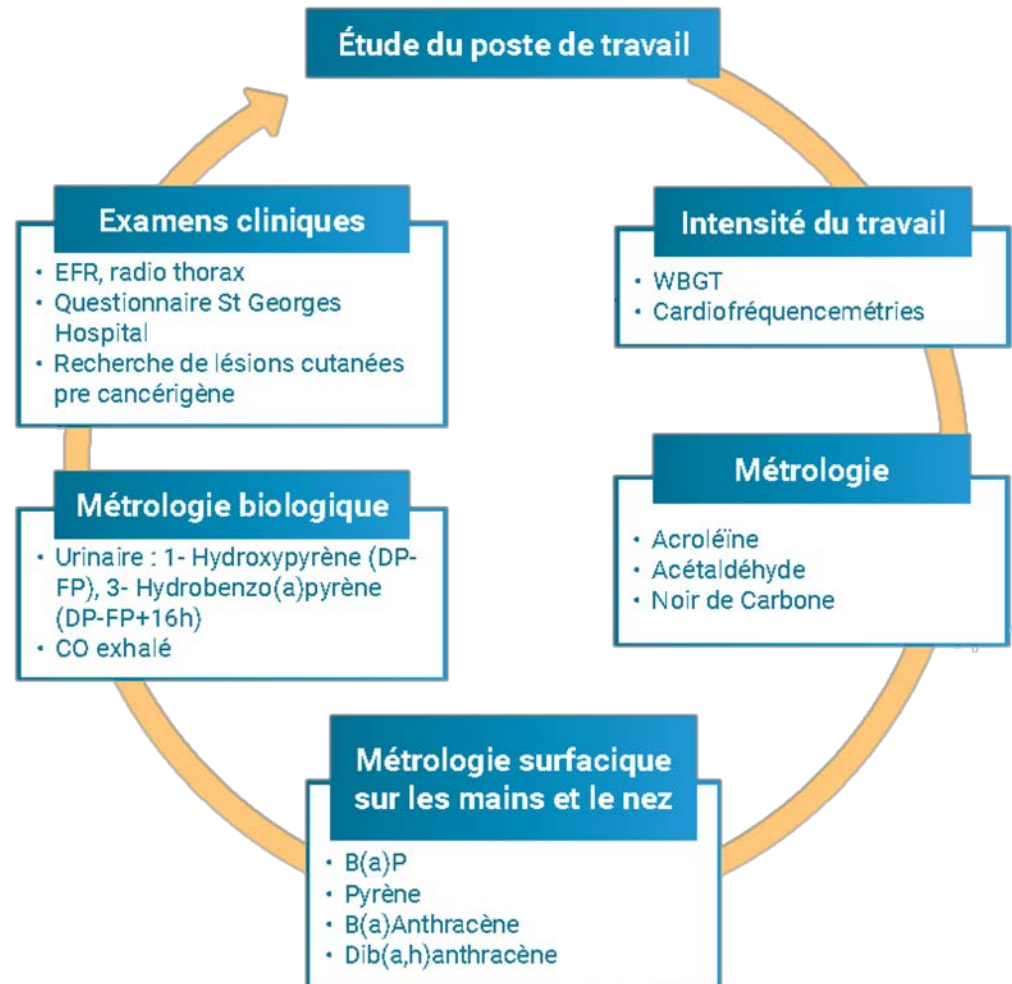


Le CIRC en 2010 a conclu à une corrélation positive entre l'inhalation de fumées de cuissons et l'augmentation du cancer du poudrons chez le rat.

Les émission de friture à haute température sont reconnues CIRC 2A (2010)

L'exposition quotidienne d'un grillardin aux HAP PM_{2,5} (exprimé en B[a]P) lors de l'utilisation de charbon de bois serait de 326,9 ng/j → le risque estimé de cancer d'une personne exposée 5h/j aux fumées de BBQ dépasserai le niveau acceptable défini par l'US-EPA en 40 jours.

DÉROULÉ DE L'ÉTUDE



POPULATION ETUDIEE

Nous avons ciblé un restaurant spécialisé dans la cuisson au barbecue.

Six grillardins ont été vus en consultation.

Quatre d'entre eux ont été intégrés à l'étude :

- Deux salariés du soir (salariés 1,2)
- Deux salariés du matin (salariés 3,4)

DÉROULÉ DE L'ÉTUDE



Estimer la charge physique
susceptible d'augmenter l'intensité
de l'inhalation

Evaluation de la chaleur rayonnée par le feu (WBGT)
Evaluation de l'activité par une cardiofréquencemétrie



Evaluer le retentissement médical
sur la santé, lors d'une consultation
spécifique: Infirmière, Médecin.

Examen clinique
Questionnaire ciblé
Exploration fonctionnelle respiratoire / Radio de thorax



Mesurer de la qualité de l'air et de
l'exposition par biométrieologie :
Toxicologue, Infirmière

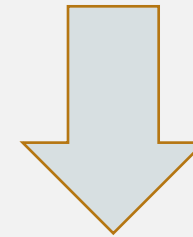
Individuelle de l'air inhalé (Noir de carbone total, poussières alvéolaires)
Ambiance (acroléine et acétaldéhyde)
Lingettes sur les mains et le nez (4 composés de HAP)
Biométrieologie urinaire (métabolites urinaire du B[a]P et pyrène)

EXAMEN MEDICAL

CONSULTATION CIBLÉE SUR
L'INFORMATION ET DÉPISTAGE
DES PATHOLOGIES LIÉES AUX
FUMÉES DE CUISSON

Prise en charge infirmier

- Questionnaire à remplir : Questionnaire de St Georges hospital
- Tabagisme : actif ou non, combien par jour, à quels moments de la journée, notamment au travail.
- Information sur la nature des prélèvements (urinaire)
- Information sur la restitution.



Prise en charge médicale

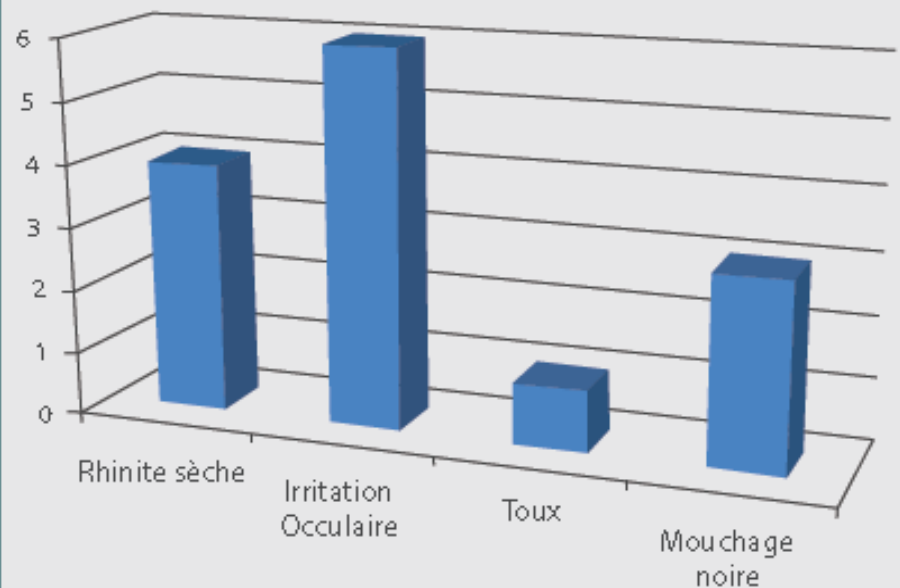
- Interrogatoire et examen clinique complet mais ciblé sur :
- Pulmonaire : auscultation/ FR au repos/ Sat repos / EFR de base
- Cardiovasculaire : Auscultation, FC repos, Pouls périphériques
- Cutanée : recherche de lésions pré cancérigènes
- ORL : épistaxis, mouchage en fin de service

Symptômes décrits par les grillardins

Examen clinique normal

Symptômes ORL et Ophtalmo
irritatifs sans retentissement sur la
vie quotidienne (Evaluation par le
Questionnaire st Georges Hospital).

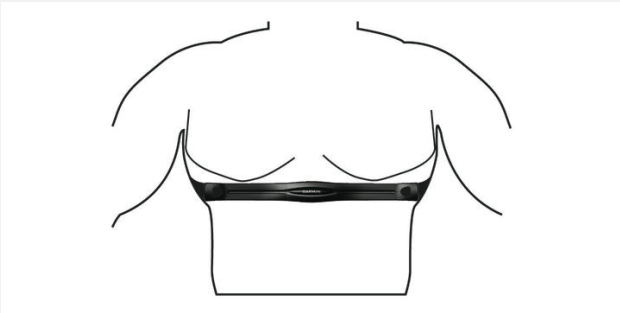
Les radios de thorax sont normales.
Les spirométries sont normales.



**CONSULTATION MEDICALE
POUR 6 GRILLARDINS**

CARDIOFRÉQUENCEMÉTRIE

- Mesure de la fréquence cardiaque sur une journée de travail
- Mesure indirecte de l'effort physique fournit



L'effort physique augmente aussi la fréquence respiratoire et donc l'intensité de l'inhalation

HORWAT F, MEYER J. Débit ventilatoire de travail. Elaboration et validation de méthodes indirectes d'évaluation au moyen de la fréquence cardiaque et de l'observation de l'activité - Article de revue - INRS Disponible sur: <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TL%2023>

TEMPÉRATURE RESENTIE



L'**indice** de Température au thermomètre-globe mouillé, de son nom originel Wet Bulb Globe Temperature (**WBGT**), est un **indice** composite de température utilisé pour estimer les effets de la température, de l'humidité, et du rayonnement solaire sur l'homme.

PRÉLÈVEMENTS SURFACIQUE ET AIR AMBIANT (1/2)

L'acroléïne et l'acétaldéhyde

2 aldéhydes cancérogènes présentent dans les fumées de cuissons

VLCT acroléïne = 0,1 ppm

VLEP 8h acétaldéhyde = 100 ppm

HAP vapeur

Poussières de HAP en PM_{2,5}

La fraction PM_{2,5} se comporte comme un gaz de par la petite taille des particules

Dans le cas présent les fumées sont chaudes, les particules sont donc vaporisées et refroidissent à l'air ambiant pour redevenir poussière.

Naphtalène

Molécule très petite qui se comporte comme un gaz. Difficulté de le fixer sur un support filtre comme une autre poussière.

Noir carbone total

Présent dans les fumées de BBQ

VLEP 8h = 3,5 mg/m³ d'air

Lingettes sur les mains et en mèche dans le nez

Récupération des suies sur les mains et au niveau du nez de salariés pour analyse des HAP

BIOMETROLOGIE (2/2)

HAP urinaire

- **Dosage du 1-hydroxypyrene urinaire**
 - Meilleur marqueur biologique pour l'ensemble des HAP
 - Marqueur très utilisé
 - Rapport Pyrene / Benzo[a]pyrene permettant d'ajuster le seuil d'interprétation des résultats
 - Difficulté éventuelle de distinguer le bruit de fond d'origine tabagique
- **Dosage du 3-hydroxybenzo[a]pyrene urinaire**
 - Marqueur complémentaire du 1-hydroxypyrene
 - Détecte les imprégnations spécifiques au Benzo[a]pyrene
 - Traceur des HAP cancérigènes avec valeur guide disponible

ANALYSES TOXICOLOGIQUES

1

Début de poste

Prélèvements urinaires : 1-hydroxypyrrène + 3 hydroxybenzo[a]pyrrène
Pompe atmosphérique : noir de carbone
Badge : acroléine et acétaldéhyde
Cardio-fréquencemétrie

2

Fin de poste

Retrait badge + pompe + cardiofréquencemétrie
Lingettes mains + nez pour HAP
Prélèvements urinaires : 1-hydroxypyrrène

3

Lendemain

Début de poste
Prélèvements urinaires : 3-hydroxybenzo[a]pyrrène

LE BADGE **RADIELLO**® ALDÉHYDES ACROLÉÏNE & ACÉTALDÉHYDE

Méetrologie passive des aldéhydes par badge.



Le support se fixe au niveau de la poitrine du salarié.

Conservation & transport : 5 °C

DOSAGES URINAIRES

1-hydroxypyrrène

Le maximum d'excrétion du 1-OHP apparaît entre 2,2 et 9,7 heures après ingestion, 1-2 heures après exposition par voie respiratoire et 10-15 heures après exposition par voie cutanée.

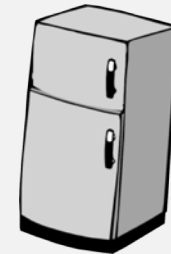


3-hydroxybenzo[a]pyrrène

Prélèvements :

Après 48h de non-exposition en DP

Fin de Poste + 16h (lendemain en début de poste)



**Soit un total de 3 prélèvements urinaires par salarié
les dosages en Début de Poste représentent le bruit de fond tabagique du salarié**

LINGETTES **KIMTECH** ® : SUIES ET HAP

- 1. nettoyage des mains à la lingettes en FP
- 2. lavage des mains au savon
- 3. mèches pour le nez
- 4. placer les lingettes dans le sachet individuel pour analyse



PRÉLÈVEMENT ACTIF
SUR POMPE : NOIR
DE CARBONE

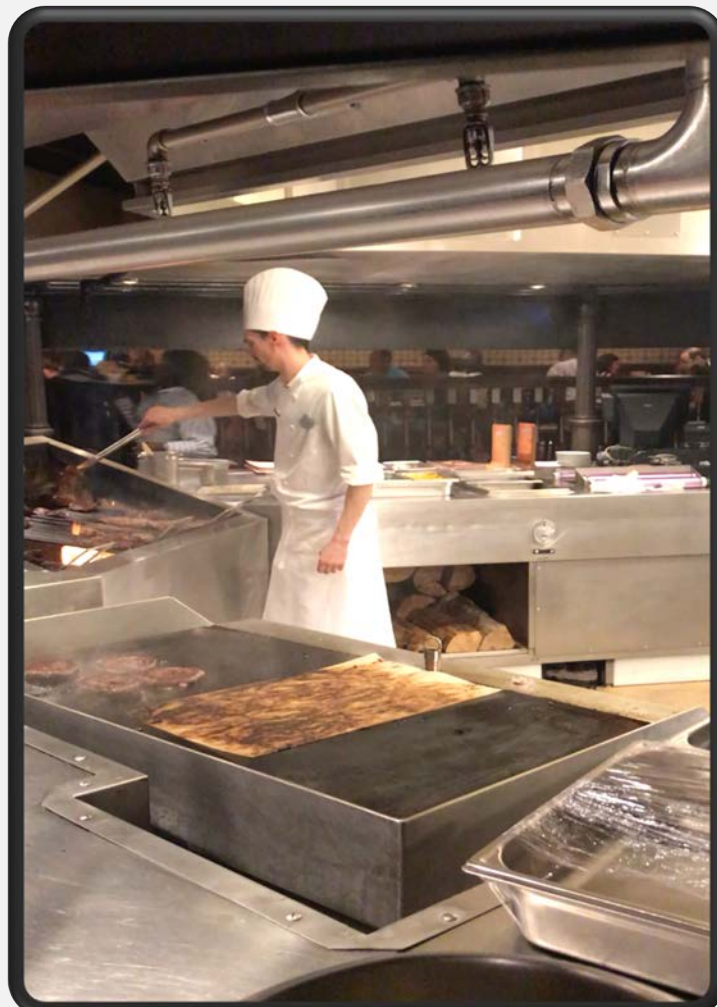
- Débit de prélèvement : 2L/min
- Conservation & transport : t° ambiante



GRILLARDIN



EXPOSITION AUX FUMÉES

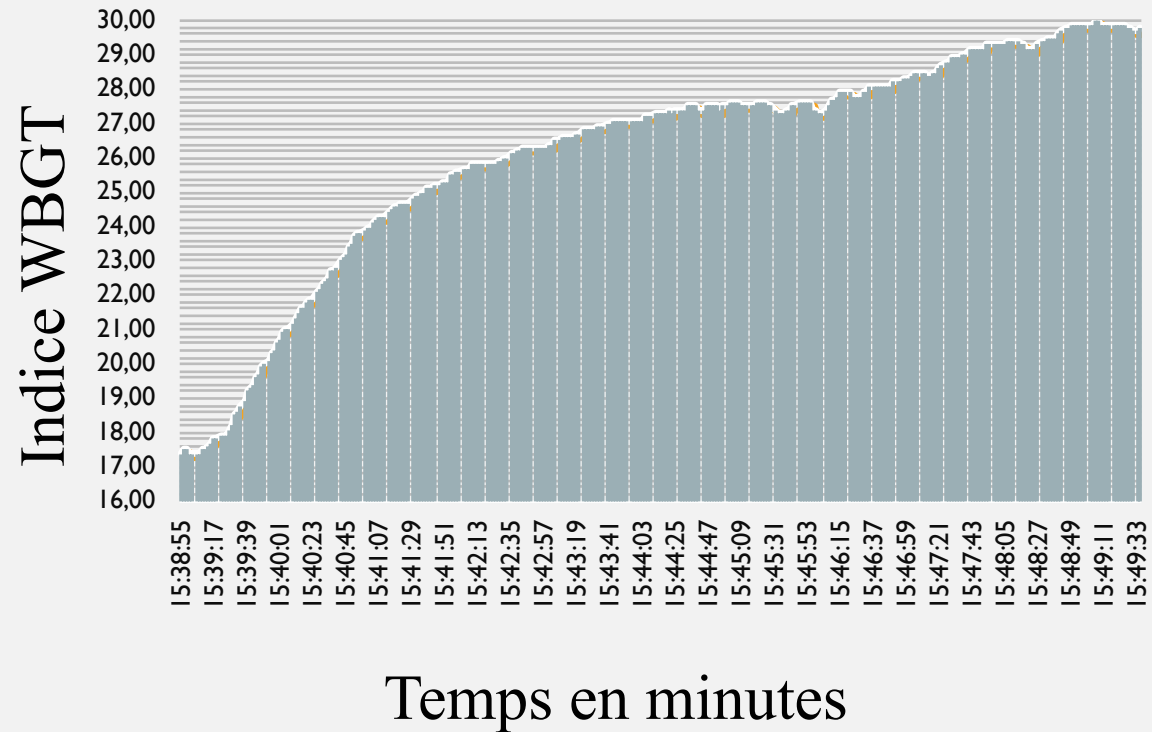




RESULTATS

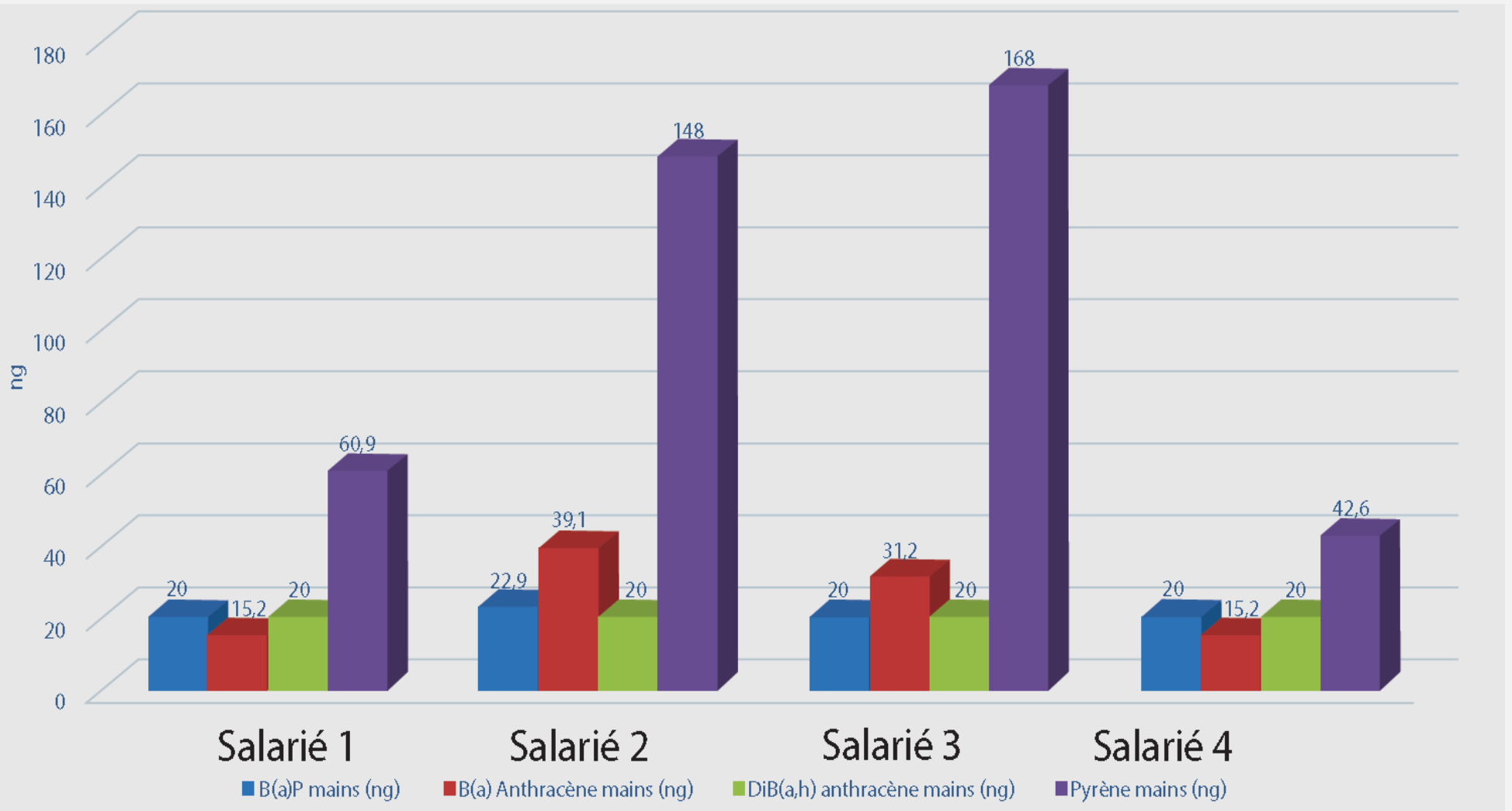
MESURE DE LA TEMPÉRATURE RESSENTIE

Le travail des grillardins est fortement exposé à la chaleur.



WBGT	29,8
Hygrométrie %	18,7
Température Ambiante °C	43,5
Température du globe °C	45

PRÉLÈVEMENTS DES MAINS



PRÉLÈVEMENTS CUTANÉS

Récupérations des suies sur les mains et au niveau des muqueuses du nez des salariés pour analyse des HAP

L'exposition des grillardins est soumise à un ratio médian
Pyrène/B(a)P=5

=> Exposition majoritaire au Pyrène non cancérigène.

INTERPRÉTATIONS : I-HYDROXYPYRÈNE URINAIRE

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte

Biotox : [I-hydroxypyrene urinaire](#)

- I-Hydroxypyrene urinaire (après hydrolyse) = 0,3 µg/g de créatinine (non-fumeurs) en fin d'exposition ou fin de poste, après plusieurs postes en cas d'exposition à long terme (Valeur de référence dans la population en âge de travailler non professionnellement exposée) (valeur BAR, 2012).
- I-Hydroxypyrene urinaire < 0,7 µg/L (0,6 µg/g. de créatinine) (95ème percentile) (NHANES, 2015).
- I-Hydroxypyrene urinaire < 0,8 µg/L (95ème percentile) (FIOH, 2011-2012).
- Chez les non-fumeurs : I-Hydroxypyrene urinaire < 0,15 µmol/mol de créatinine (280 ng/g. de créatinine) (valeur maximale) et < 0,1 µmol/mol de créatinine (190 ng/g. de créatinine) (90ème percentile) (Lafontaine M, 2006).
- Chez les fumeurs : I-Hydroxypyrene urinaire < 0,53 µmol/mol de créatinine (1022 ng/g. de créatinine) (valeur maximale) et < 0,3 µmol/mol de créatinine (570 ng/g. de créatinine) (90ème percentile) (Lafontaine M, 2006).

Interférences / interprétations

- Le tabagisme augmente les concentrations urinaires des métabolites, principalement des naphthols et des pyrénols (I-OHP) mais également des hydroxyfluorènes et du 3-OHB[a]P.
- L'influence du tabac sur les concentrations urinaires du I-OHP est d'environ 500 ng/L, voire 1 µg/L pour 30 cigarettes.

I-HYDROXYPYRÈNE URINAIRE



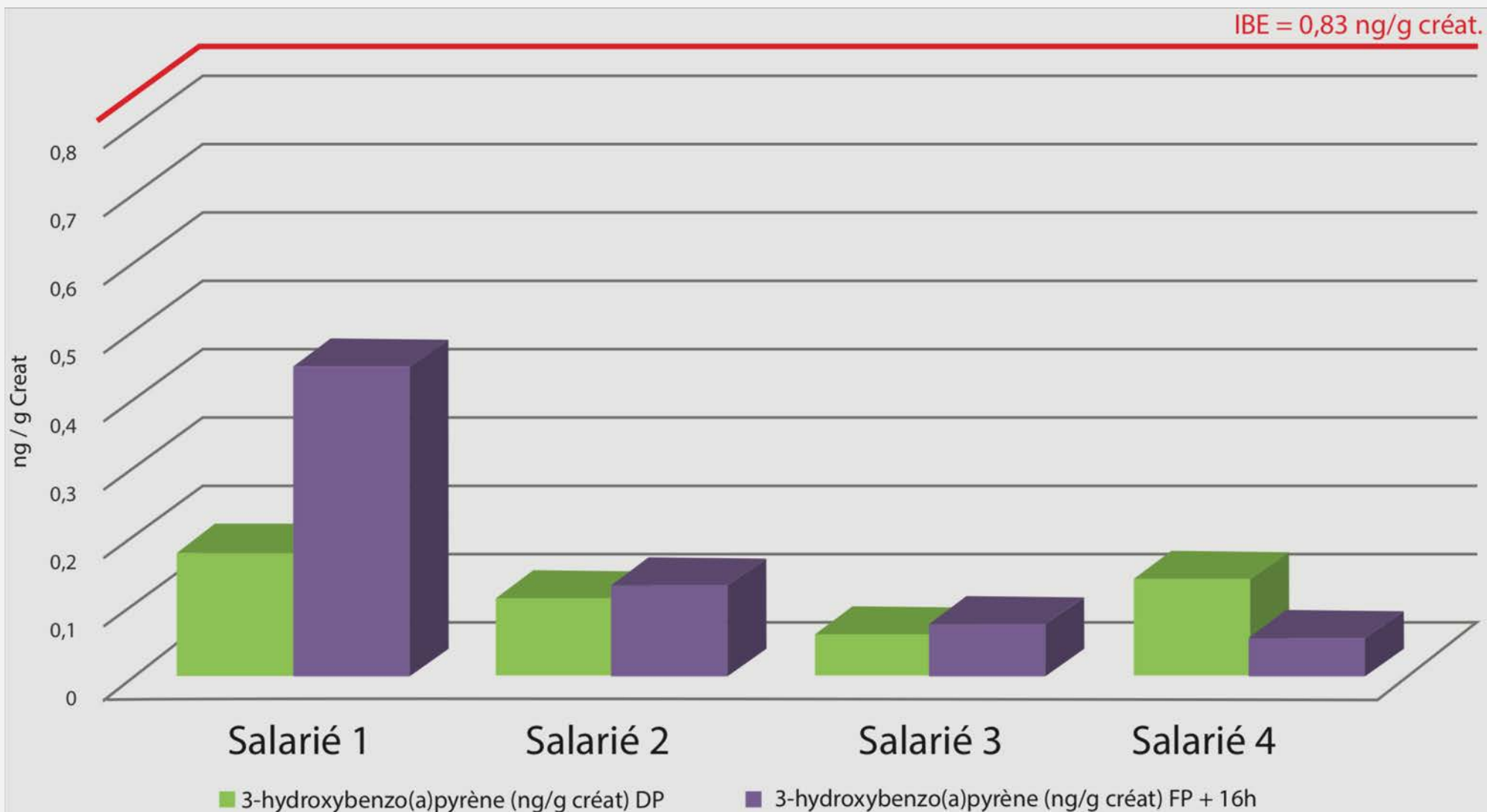
INTERPRÉTATION

3- HYDROXYBENZO[A]PYRÈNE URINAIRE

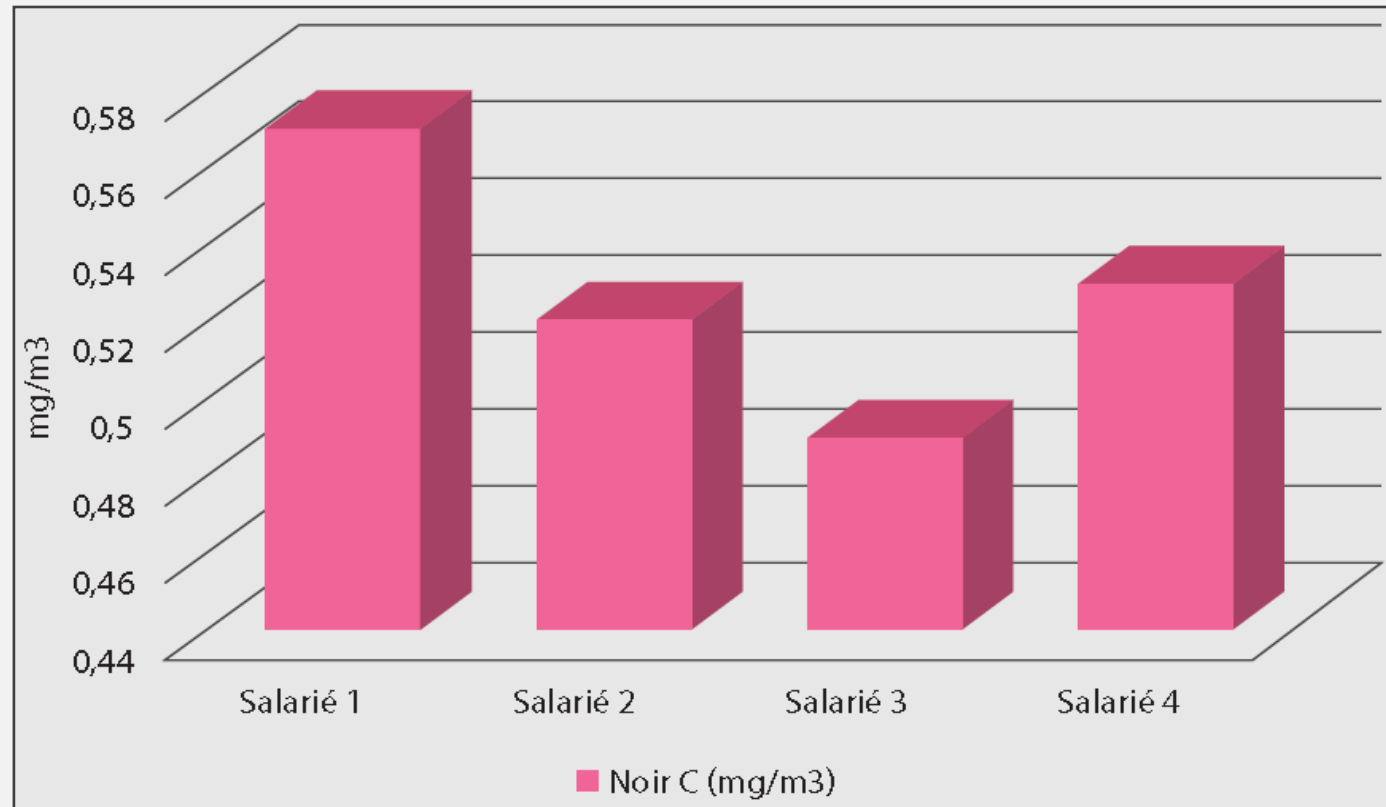
BIOTOX : [3-hydroxybenzo\[a\]pyrène](#)

- Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte
 - Chez les non-fumeurs : 3-Hydroxybenzo(a)pyrène urinaire : < 0,05 nmol/mol de créatinine (< 0,12 ng/g. de créatinine) (valeur maximale) et < 0,02 nmol/mol de créatinine (< 0,05 ng/g. de créatinine) (90èmepercentile) (Lafontaine M, 2006).
 - Chez les fumeurs : 3-Hydroxybenzo(a)pyrène urinaire : < 0,1 nmol/mol de créatinine (< 0,24 ng/g. de créatinine) (valeur maximale) et < 0,06 nmol/mol de créatinine (< 0,14 ng/g. de créatinine) (90èmepercentile) (Lafontaine M, 2006).
- Interférences / interprétations
 - Pour une exposition journalière en B[a]P atmosphérique de 150 ng/m³ (recommandation CNAM), l'INRS propose une valeur seuil de 0,35 nmol/mol de créatinine (0,83 ng/g de créatinine) en début de poste au 2ème jour. La valeur seuil proposée pour le début de poste du 5ème jour de 0,40 nmol/mol de créatinine (0,95 ng/g de créatinine) tient compte d'une accumulation éventuelle au cours de la semaine.

3-HYDROXYBENZO(A)PYRÈNE URINAIRE



CONCENTRATION EN NOIR DE CARBONE



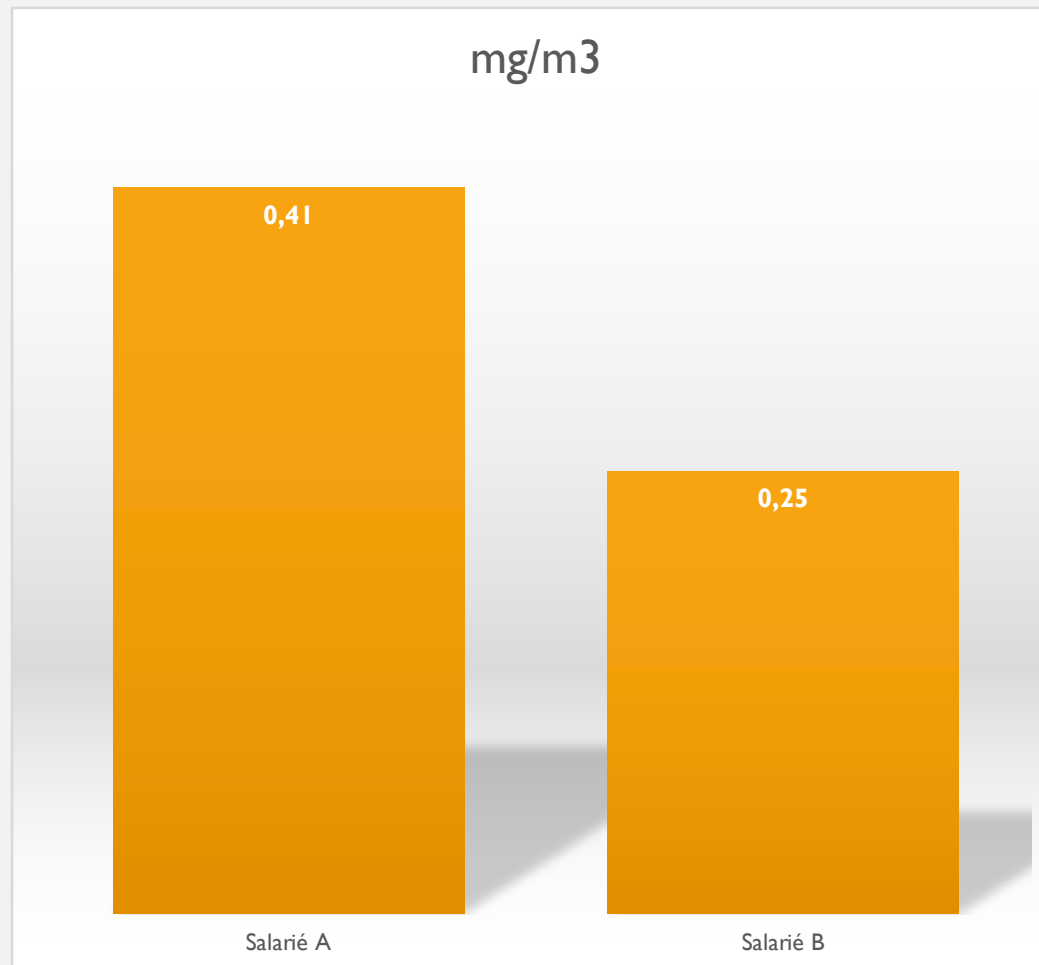
France (VLEP Indicative - circulaire)

3,5 mg/m³

États-Unis (ACGIH)

3,5 mg/m³

POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES PM 2,5



VLEP 5 mg/m³ pour les poussières aspécifiques.

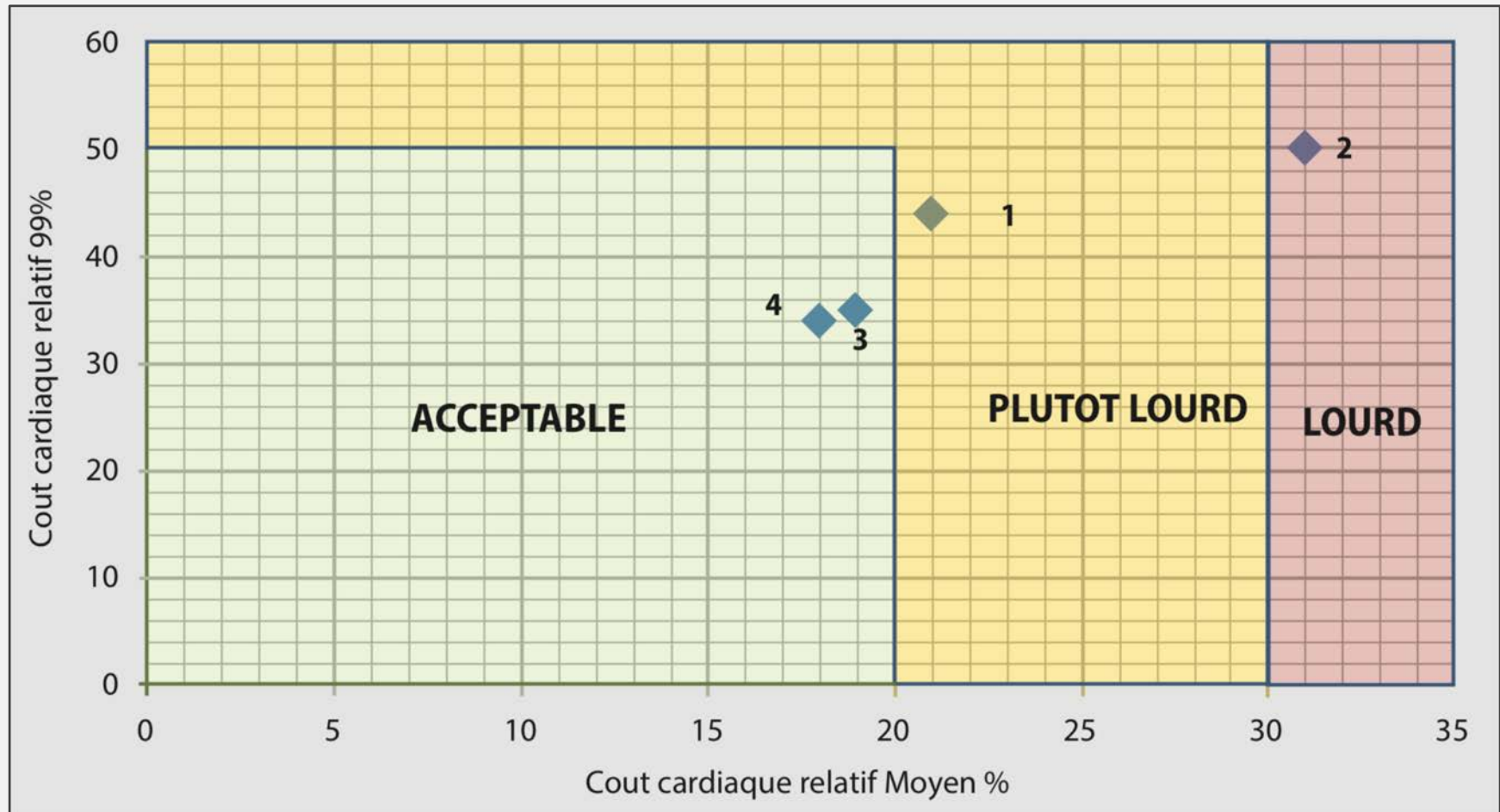
POUSSIÈRES ALVÉOLAIRES

Polluants	Normes UE/FR	Normes plus ambitieuses à l'étranger	Normes complémentaires à l'étranger
PM_{2,5}	UE/FR : VL de 25 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moy. annuelle depuis 2015 UE/FR : IEM de 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ depuis 2015 FR : IEM de 11,2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en 2025 et de 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en 2030	Une dizaine de pays appliquent une norme plus basse en moyenne annuelle : les valeurs vont de 8 à 15 $\mu\text{g.m}^{-3}$.	Environ une trentaine de pays appliquent une norme en moyenne journalière : les valeurs vont de 25 à 350 $\mu\text{g.m}^{-3}$.

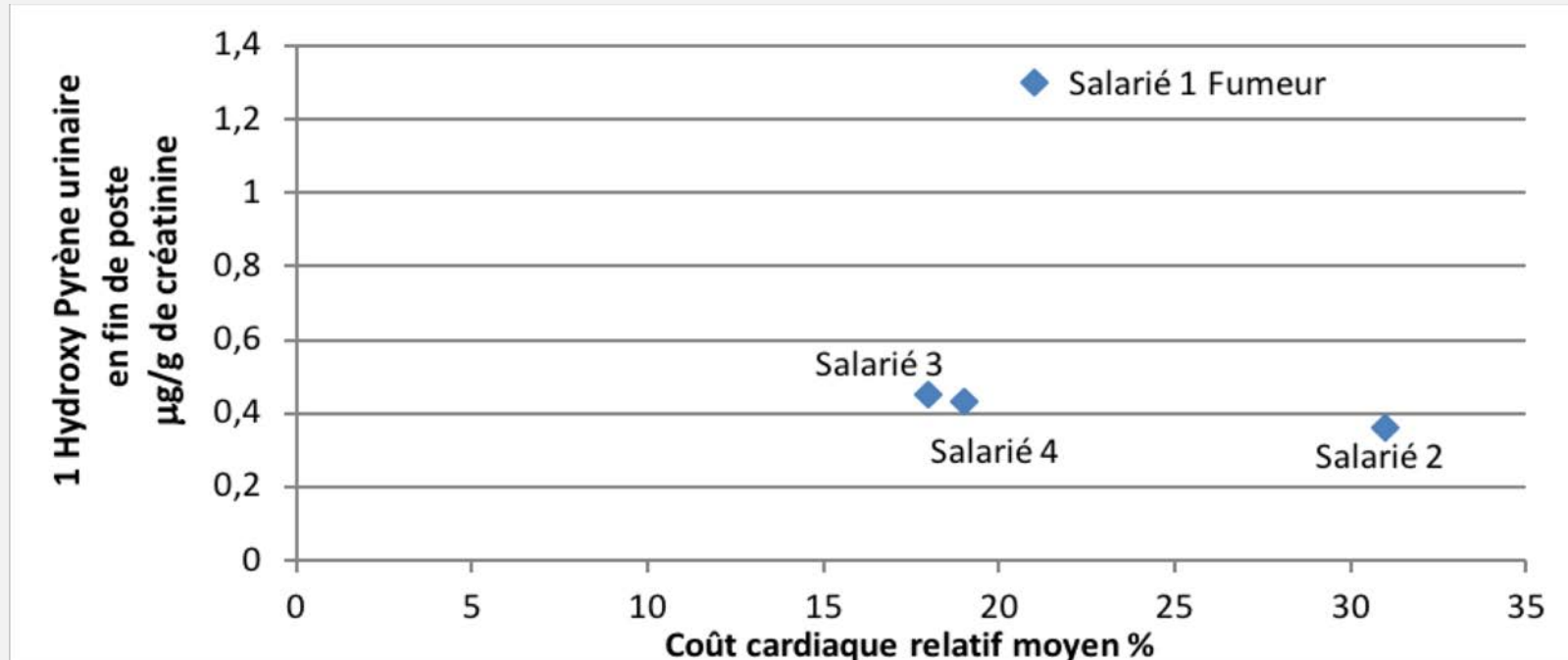
VL : valeur limite ; VC : valeur cible ; OQ : objectif de qualité; IEM : indicateur d'exposition moyenne.

Source: Les normes de qualité de l'air ambiant. ANSES Avril 2017

CARDIOFRÉQUENCEMÉTRIE



Corrélation entre l'excrétion de 1 hydroxy-pyrène urinaire et l'intensité de la charge de travail.



Le débit ventilatoire croît avec la puissance musculaire fournie à l'effort. Nous avons corrélé le Coût cardiaque relatif moyen et le taux d'excrétion du 1 hydroxy-pyrène. A ce niveau d'exposition, **pas de corrélation entre l'excrétion de 1 hydroxy-pyrène urinaire et l'intensité de la charge de travail.**

Pour le salarié 1, on suppose une influence de la consommation tabagique (1 paquet par jour) sur le taux d'excrétion urinaire de 1 hydroxy-pyrène.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

Les grillardins sont exposés aux HAP comme le prouve l'augmentation de l'excrétion du 1 hydroxypyrene urinaire entre le début et la fin du poste. Les prélèvements ne retrouvent pas d'exposition à l'acroléine et à l'acétaldéhyde.



Les symptômes d'irritation ORL et conjonctivale s'expliquent par:

le travail à la chaleur

la faible hygrométrie ambiante l'exposition au noir de carbone (en dessous de la valeur limite d'exposition)



Sur notre étude l'exposition se fait alors par:

- voie inhalée, indépendamment de l'intensité du travail
- voie cutanée par une exposition majoritaire au Pyrène

ORGANISATIONNEL

01

Un système de cuisson au gaz sur plancha, moins émissive de particules fines et de HAP en alternative au barbecue.

02

Le stockage du bois en zone sèche et l'utilisation d'un testeur d'humidité pour limiter la fumée générée.

INDIVIDUEL

03

Eviter la formation de flammes et le contact direct de celles-ci avec les viandes car elles brûlent les graisses et entraînent la formation d'hydrocarbures aromatiques polycycliques.

04

Se laver régulièrement les mains et les avant-bras au cours du travail car les HAP, lipophiles, passent la barrière cutanée.

TECHNIQUE

05

Une maintenance de la hotte et une optimisation du flux d'aspiration pour éviter les turbulences aériennes.

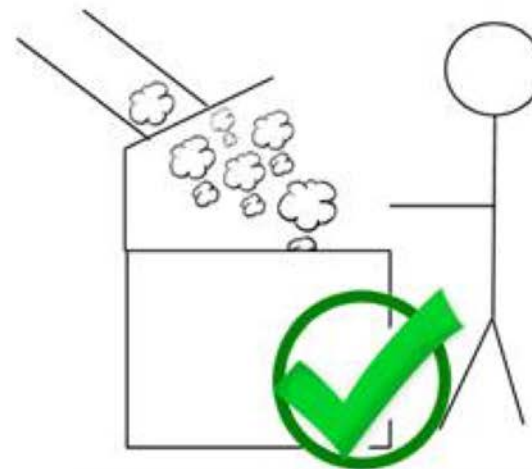
06

La mise en place d'un détecteur de CO en continu.

PROPOSITION



Le salarié est exposé aux vapeurs de produits du fait de sa présence entre l'émission et la hotte d'aspiration



L'exposition aux vapeurs est réduite du fait de l'aspiration d'air rapprochée de la source d'émission et orientée de manière à ce que le salarié ne soit pas entre les vapeurs et l'aspiration.

MERCI POUR
VOTRE ÉCOUTE

Et un grand merci à :

- Caroline Nibelle Infirmière en Santé Travail
- Anne Declercq Toxicologue
- Madame Nicolas Toxilabo
- Et aux équipes du restaurant pour leur participation active à l'étude.