

Évaluation des risques pour la santé de l'exposition aux gaz d'échappement des moteurs 2 temps



Dr Olivier SUROT⁽¹⁾

Dr François SCHERDING⁽¹⁾

Dr Magali DUFOUR⁽¹⁾

Pr Anne MAITRE⁽²⁾

*(1) Santé Sécurité au Travail
MSA des Alpes du Nord*

*(2) EPSP-TIMC, Toxicologie
Prof Env, CHU de Grenoble*

2007 – 2008 = Réseau de surveillance de l'exposition aux agents chimiques cancérogènes en RRA : HAP (*AFSSET, InVS, entreprises*)

- **Cartographie des expositions professionnelles / secteur, activité, produit**
 - ⇒ **Suivi périodique des expositions et suivi médical**
 - ⇒ **fiche d'exposition CMR, suivi post-professionnel**
 - ⇒ **Complément de données pour les matrices emplois-expositions, études épidémiologiques**
 - ⇒ **Extension du réseau à d'autres composés**

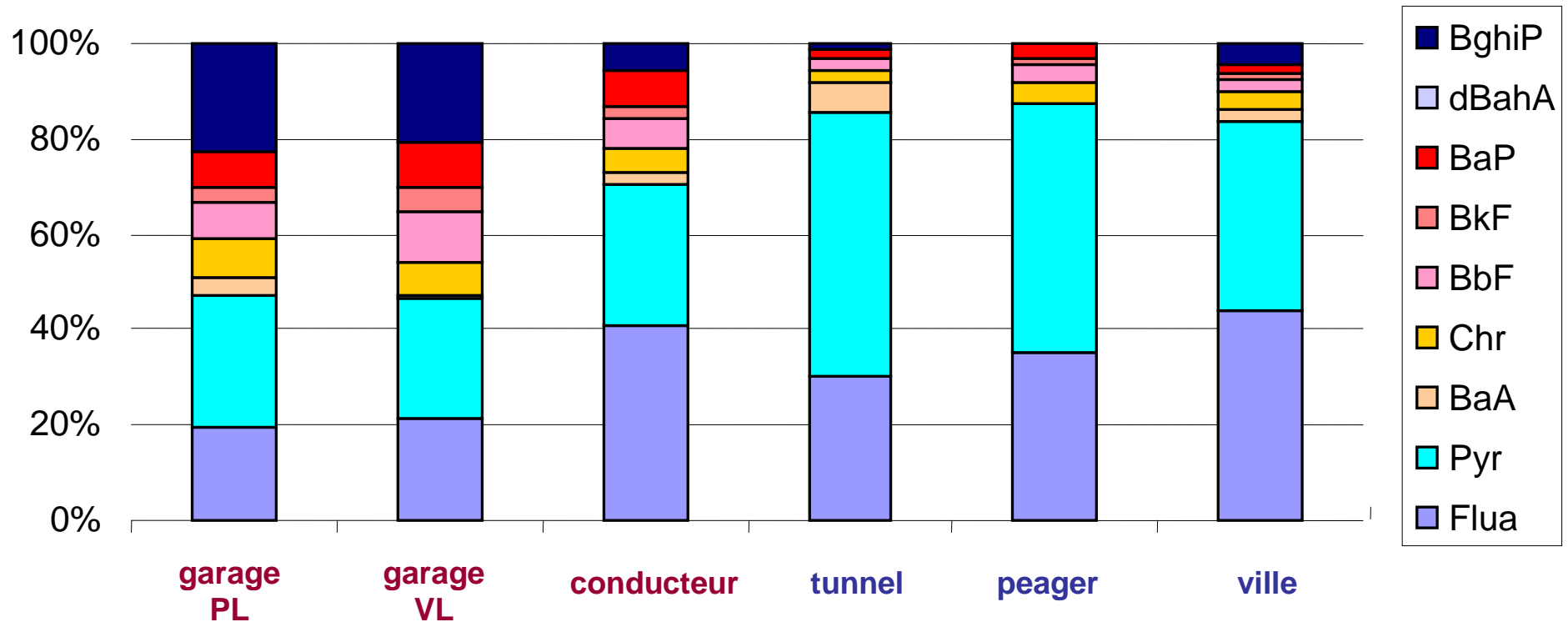
Exporisq-HAP : Contexte

- ✓ **Surveillance biologique peu développée : plus proche des risques sanitaires, ++ /cancers**
- ✓ **Données d'exposition peu nombreuses, dispersées, peu accessibles, peu de renseignements / activité**
- ✓ **Nécessité de surveiller les expositions aux CMR**
 - **2,4 M sujets exposés CMR**
 - **PNSE : surveillance biologique à développer**
- ✓ **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : 1er plan**
 - **diesel, huiles, dérivés de houille, métallurgie**
 - **changement de la composition des produits**

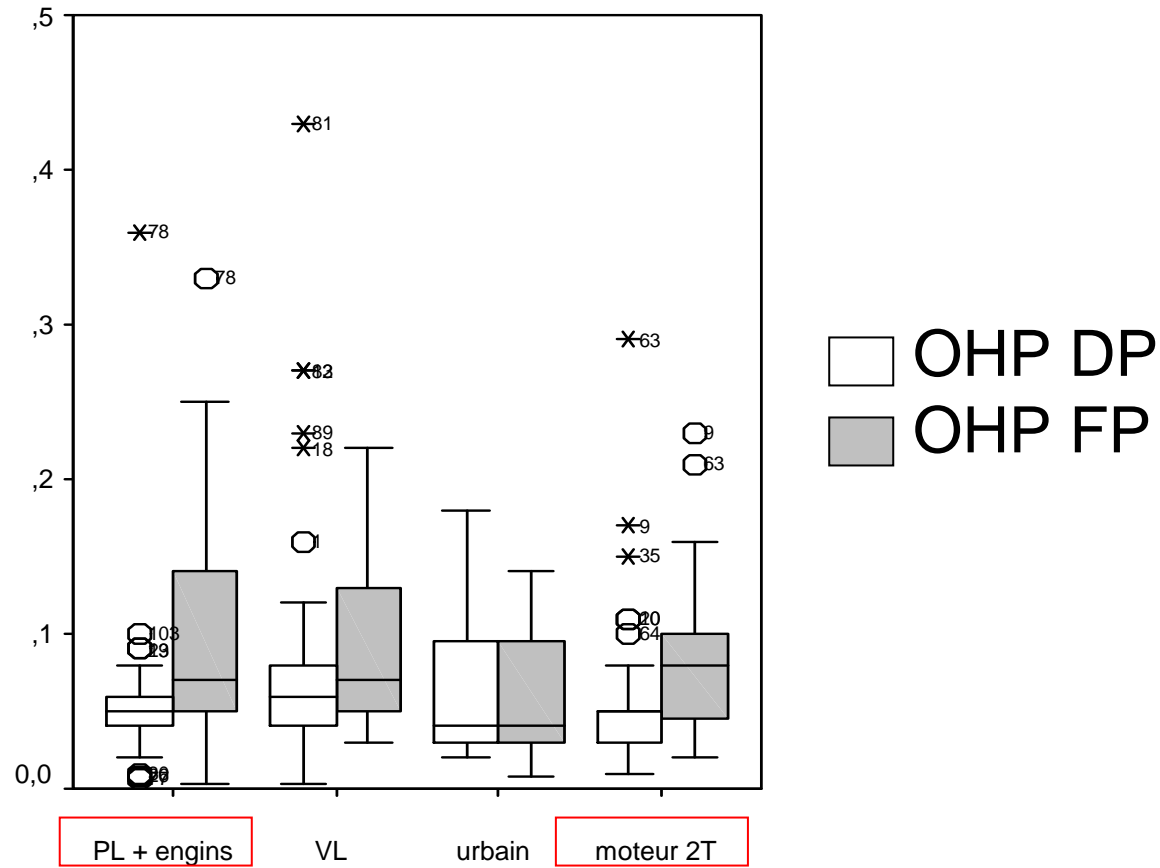
- **Développer un réseau de surveillance des expositions dans la région Rhône-Alpes**
 - **Formation ERS, mesures d'exposition :**
 - IPRP / métrologie atmosphérique
 - médecins / surveillance biologique
 - **Constitution de GHE / secteur :**
 - Fiche de renseignements : produit, profession, activité, prévention
 - **Mesurages des expositions :**
 - dosages urinaires de l'OHP
 - complété /prélèvements atmosphériques individuels et dosages des HAP gazeux et particulaires

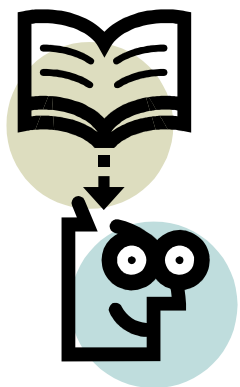
- **Inclusion d'entreprises régionales**
 - **Entreprises avec des niveaux élevés :**
 - Electrodes, aluminium, silicium
 - **Fonderie (métaux ferreux)**
 - **Secteurs avec un nombre élevé de sujets**
 - Emissions moteurs : PL, VL, M2T, urbain, **milieu fermé**
 - Bitumes
 - Huiles: **mécanique, restauration**
 - Encres : imprimerie
 - Combustion : **chaudières, pompiers, ramoneurs**
- **2008 : Extension Nord Pas de Calais, Auvergne**
 - Chantier dépollution
 - Cristallerie
 - Pneumatiques

HAP atmosphériques particuliers : Plus d'HAP cancérogènes à proximité / source d'émission



Surveillance biologique





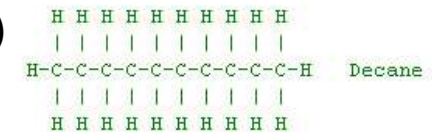
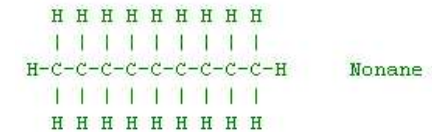
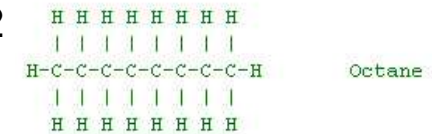
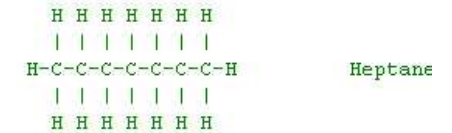
L'exposition **répétée** à l'**inhalation**
d'un **air pollué** par les **gaz d'échappement**
des **moteurs 2 temps** des machines portatives
représente-t-elle un **risque** pour la santé
à long terme ?

Suivi médical ? Long terme ?
Mesures de prévention ?
Conditions de travail ?

Pourquoi les moteurs 2 temps ?

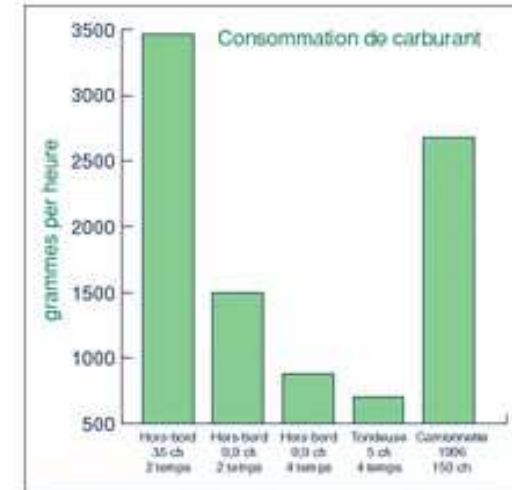
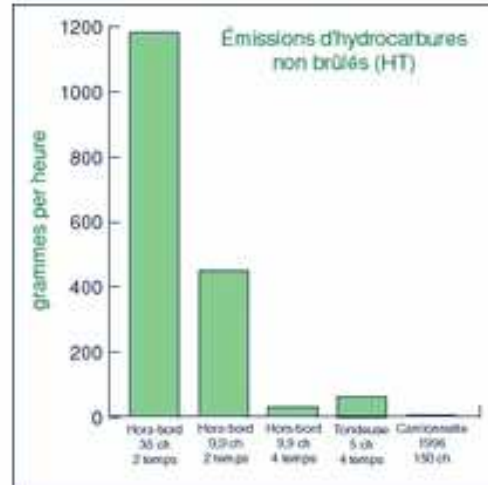
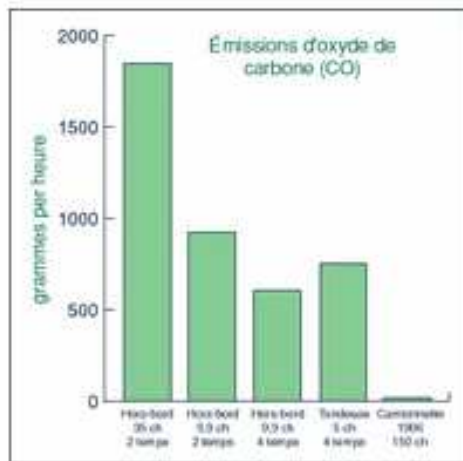
→ Composition de l'essence :

20 à 30% d'alcane, hydrocarbures saturés de formule C_nH_{2n+2}
 5% de cycloalcanes hydrocarbures saturés cycliques,
 30 à 45% d'alcènes, hydrocarbures non saturés,
 30 à 45% d'hydrocarbures aromatiques, de la famille du benzène (jusqu'à 5%)



→ Classée **cancérogène 2B** par l'IARC (*cancérogène possible*)

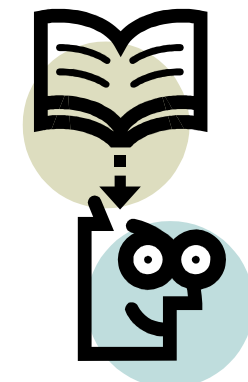
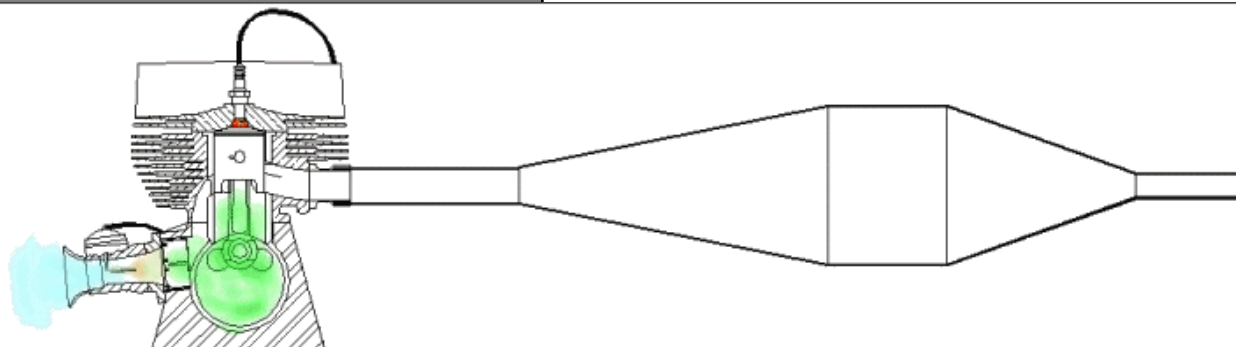
→ Caractéristiques particulières des moteurs 2 temps :



santé - sécurité au travail
 > risque chimique

Pourquoi des moteurs 2 temps ?

2 temps	4 temps
Léger, maniable, insensible à l'inclinaison	Lourd , doit rester horizontal
Simple à entretenir	Plus complexe (soupapes)
Alimentation rudimentaire, « gavé », beaucoup d'imbrûlés (30%)	Gestion fine de la combustion (électronique...), plus propre
Bonne puissance (1 explosion par tour)	Nécessite une cylindrée supérieure
Lubrifié par le carburant : l'huile brûle : création d'HAP	Lubrification séparée : ne brûle que le carburant
Produit beaucoup de fumée	Produit peu de fumée
Produit du CO	



santé - sécurité au travail
> risque chimique

Protocole d'étude :

- 4 groupes homogènes d'exposition :

taille haie

tronçonneuse

débroussailleuse

mécaniciens d'entretien – remplacé par carburants

« prêts à l'emploi » (solvants naphta)

- 160 dosages **biologiques** :

début de semaine début de poste (DSDP)

fin de semaine fin de poste (FSFP)

fin de semaine fin de poste + 3 heures (FSFP3)

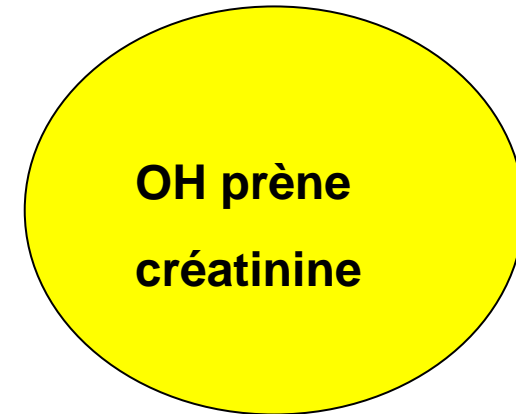
} **1-OHP**
(hydroxypyrene)
urinaire

- Dans chaque groupe **3 ou 4 dosages atmosphériques**
sur une journée de travail habituel

} **HAP gazeux**
et particulaires

Méthode :

→ Dosages **urinaires**
début de semaine, avant le travail
fin de semaine à la fin du travail
+ 21 h (absorption cutanée retardée)



→ Dosages **atmosphériques**
pompe portée par le salarié
avec 2 supports de prélèvement
en série :

- particules
- gaz

**Particules organiques
HAP**

- totaux
- identification
- part des
cancérogènes

Déroulement : de juillet 2006 à décembre 2007

Prélèvements atmosphériques des HAP gazeux et particulaires



Capteur voies respiratoires



Pompe à la ceinture

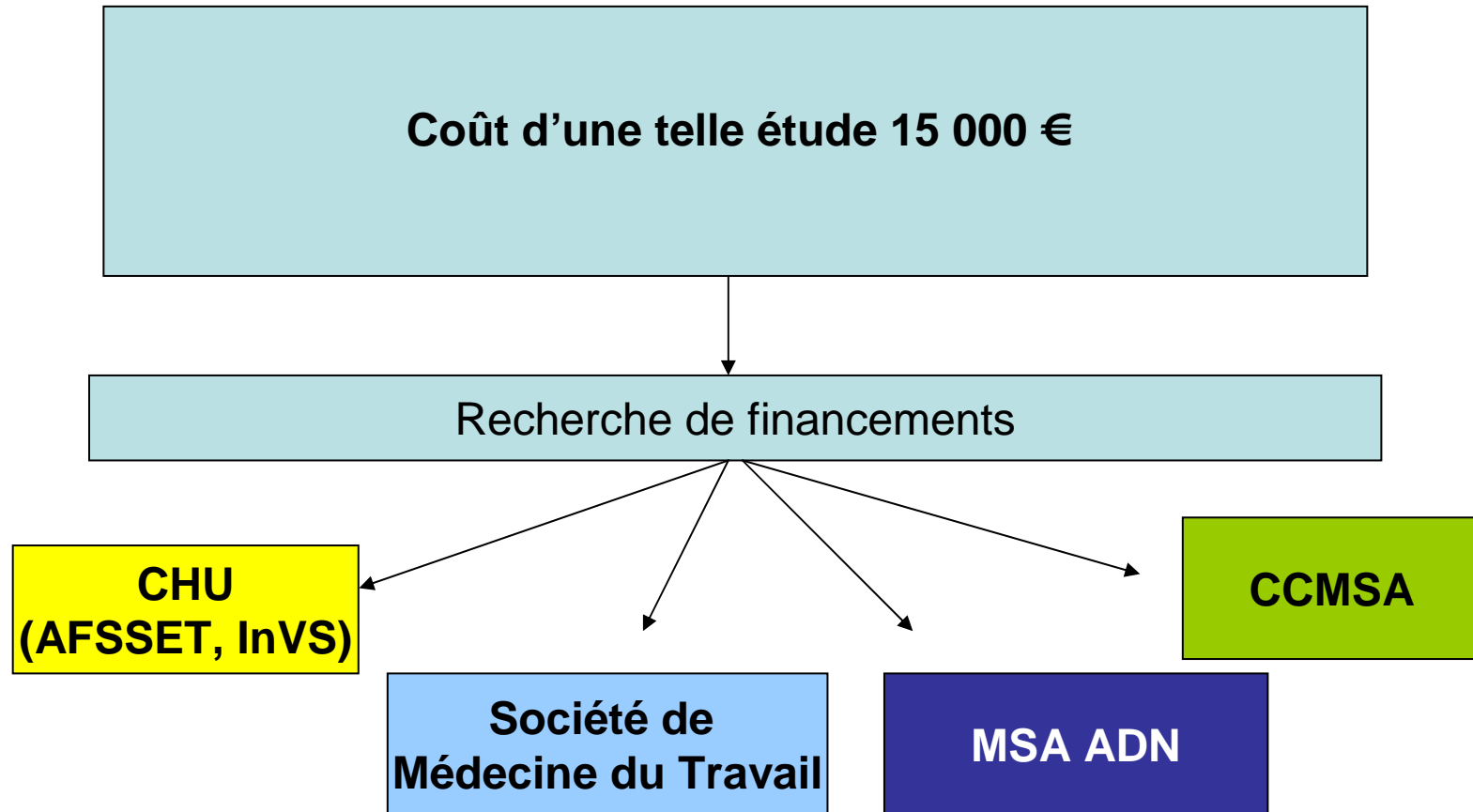
santé - sécurité au travail

> risque chimique



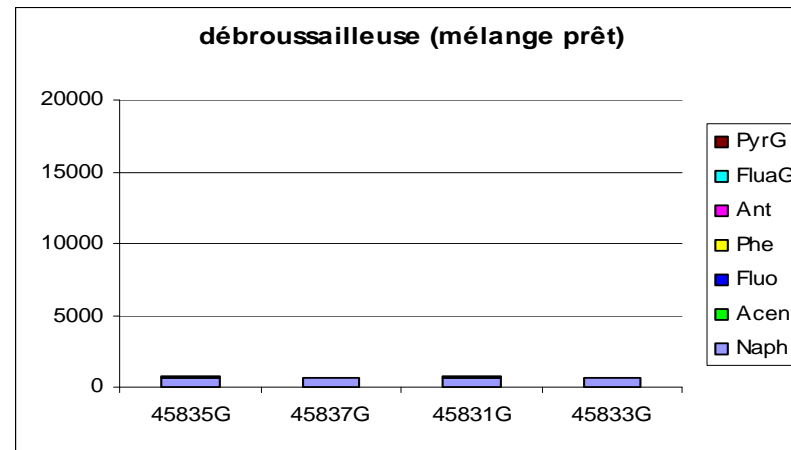
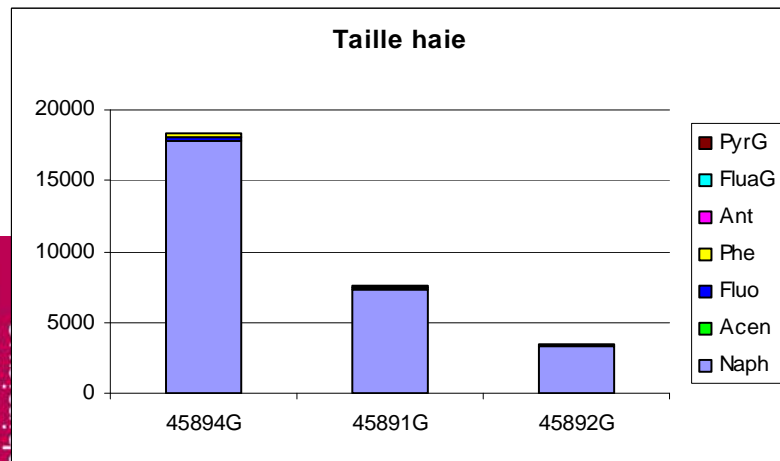
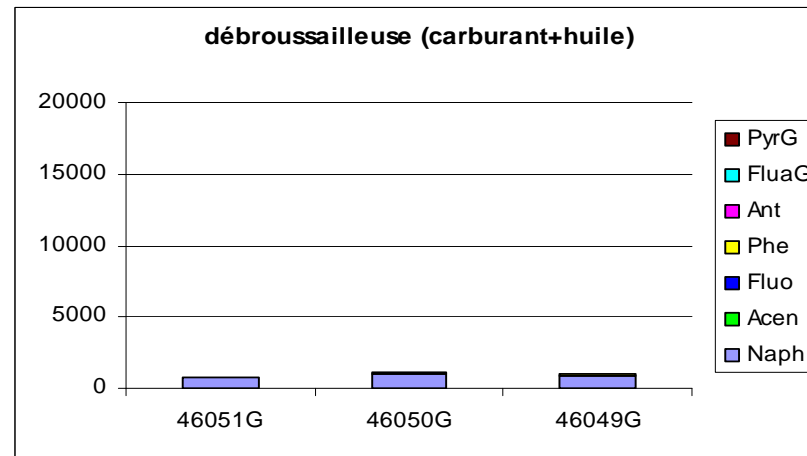
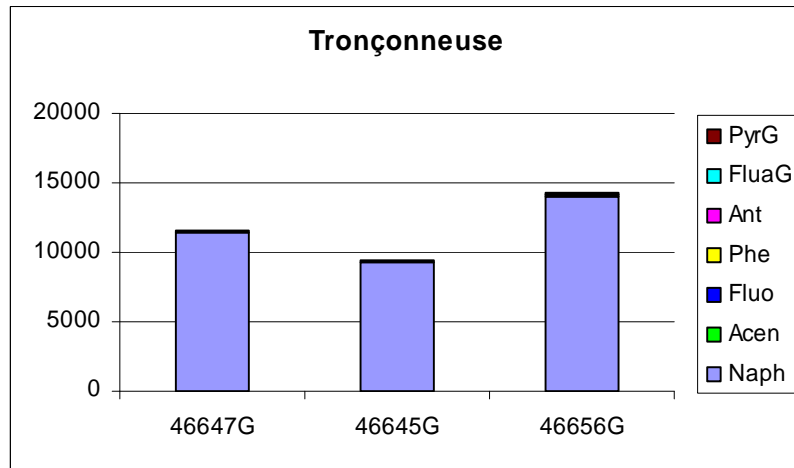


Problème : coût de l'étude...



Les résultats : dosages atmosphériques

1. HAP gazeux



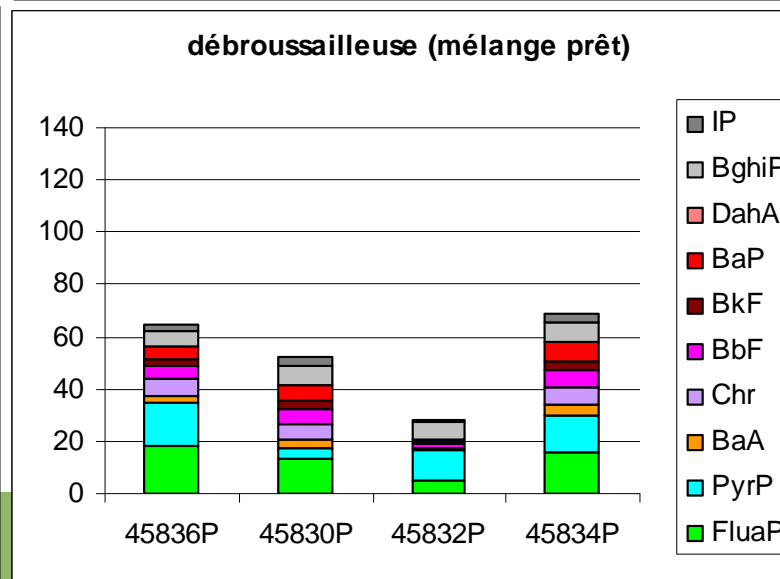
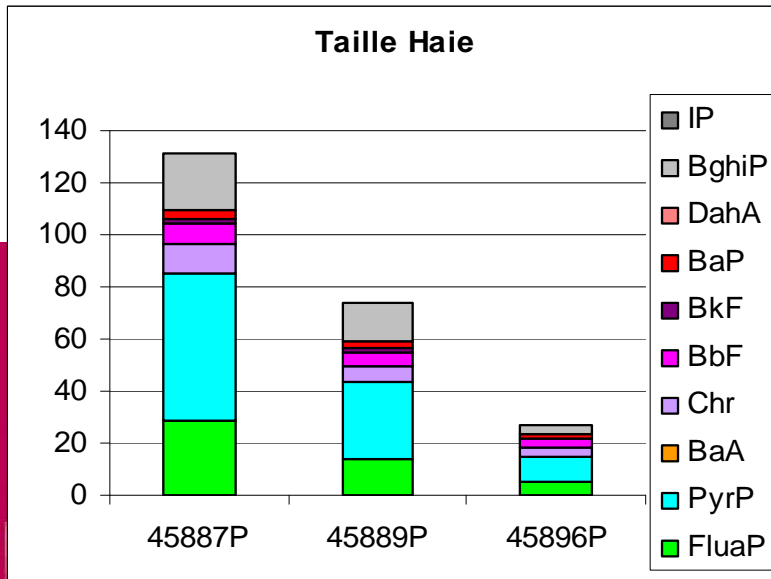
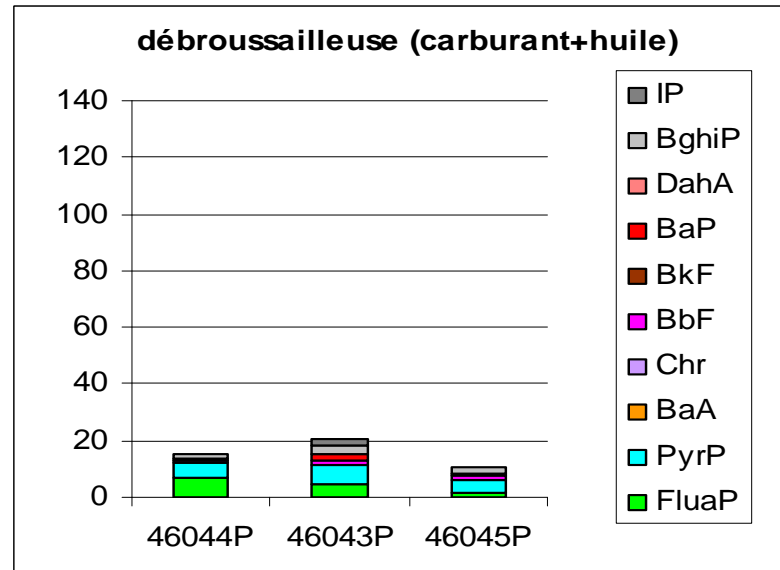
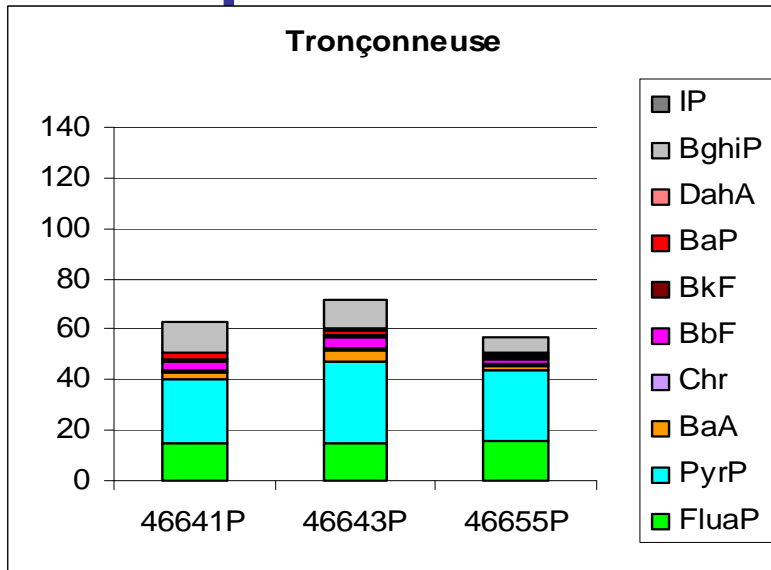
Les résultats : dosages atmosphériques

1. HAP gazeux

	HAPG ng/m3	Naphtalène Cancérogène 2B CIRC	Comparé à zone rurale	% VME
Tronçonneuse	9388 à 14237	98%	11 à 17 fois	0,03
Taille-haies	3600 à 18386	97%	4 à 22 fois	0,01
Débroussailleuse	798 à 1107	95%	1 à 2 fois	0,003
Débroussailleuse carburant tout prêt	669 à 731	95%	1 à 2 fois	0,002

Les résultats : dosages atmosphériques

2. HAP particulaires



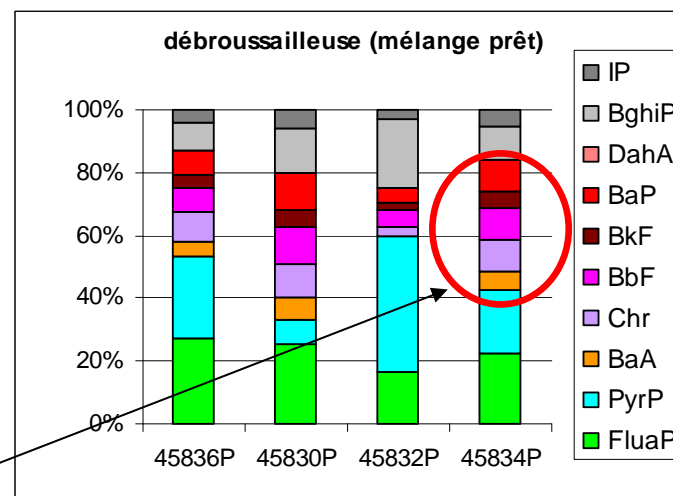
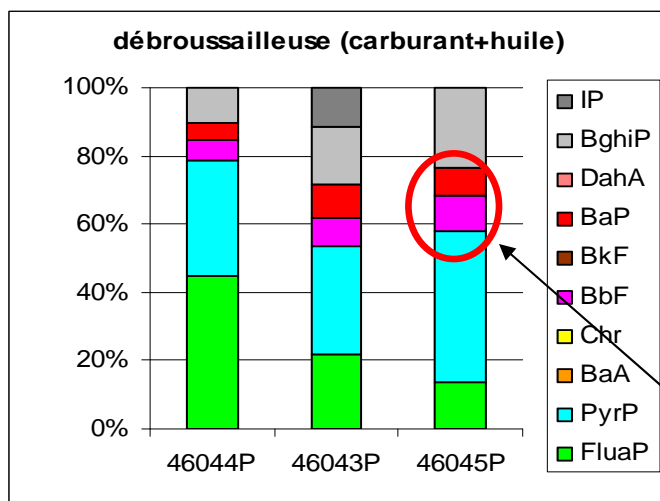
santé - sécurité au travail
> risque chimique

L'essentiel
et plus encore

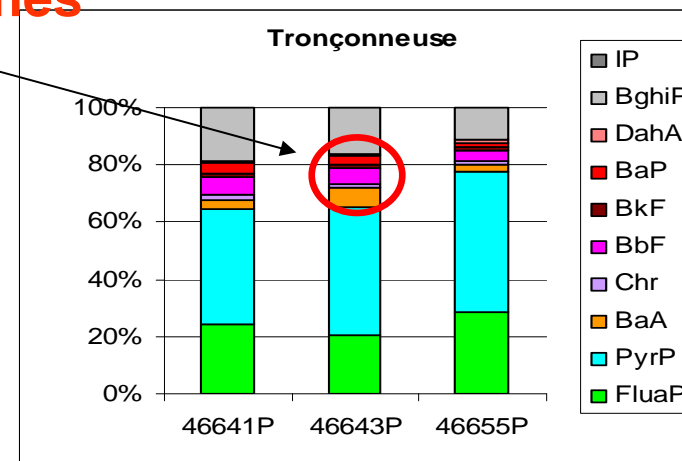
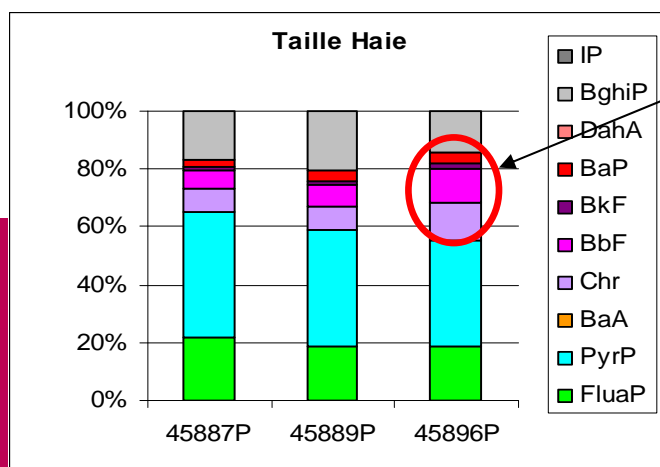


Les résultats : dosages atmosphériques

2. HAP particuliers



Cancérogènes



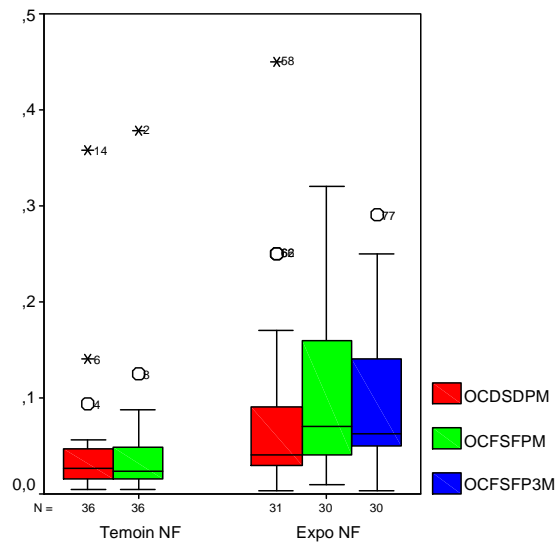
Les résultats : dosages atmosphériques

2. HAP particulaires

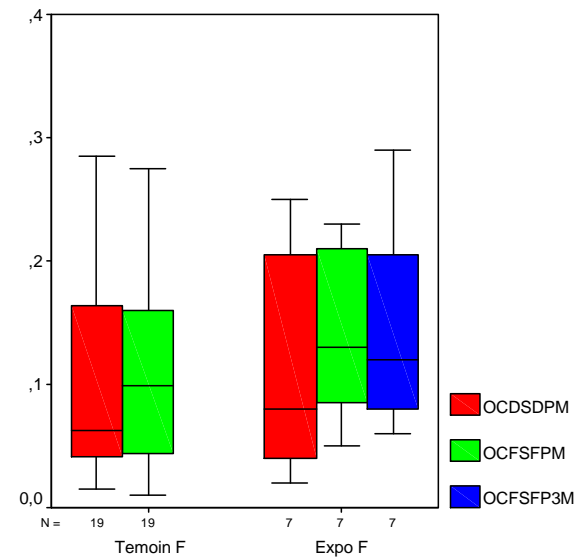
	HAPP ng/m3	Médiane somme HAP cancérogènes ng/m3	% cancéro gènes	B(a)P % Valeur CNAM	B(a)P / zone rurale
Tronçonneuse	56-72	10,1	15%	1,3%	5 à 13 fois
Taille-haies	15-27	15,9	18- 30%	0,6-2,3%	5 à 17 fois
Débroussailleuse mélange	11-21	2,5	17%	1%	7 fois
Débroussailleuse carburant tout prêt	28-69	19,75	34%	3%	9 fois

Pyrène : 37 à 43%, présence fluoranthène

Les résultats : dosages biologiques OHP urinaire

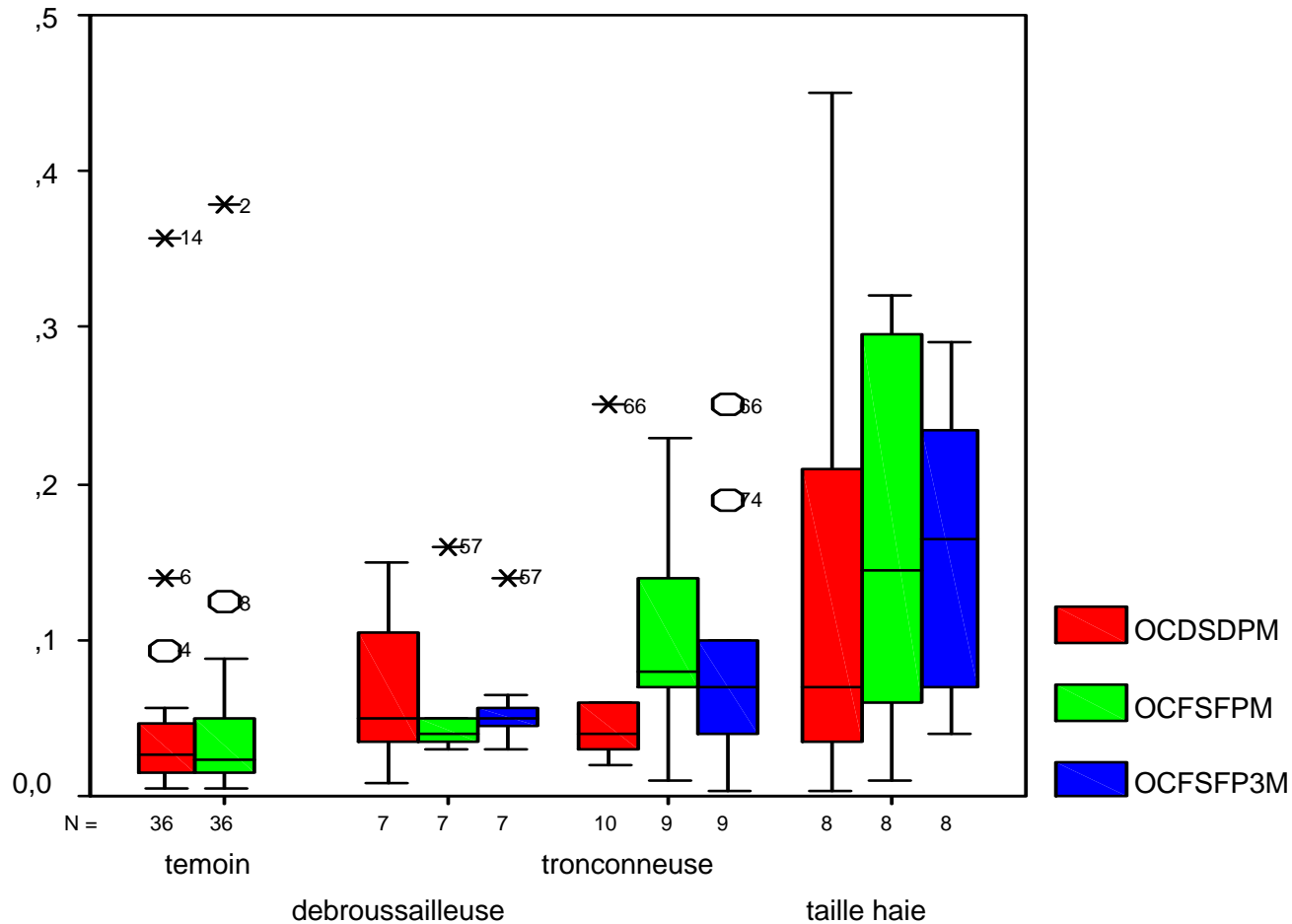


NON FUMEURS



FUMEURS

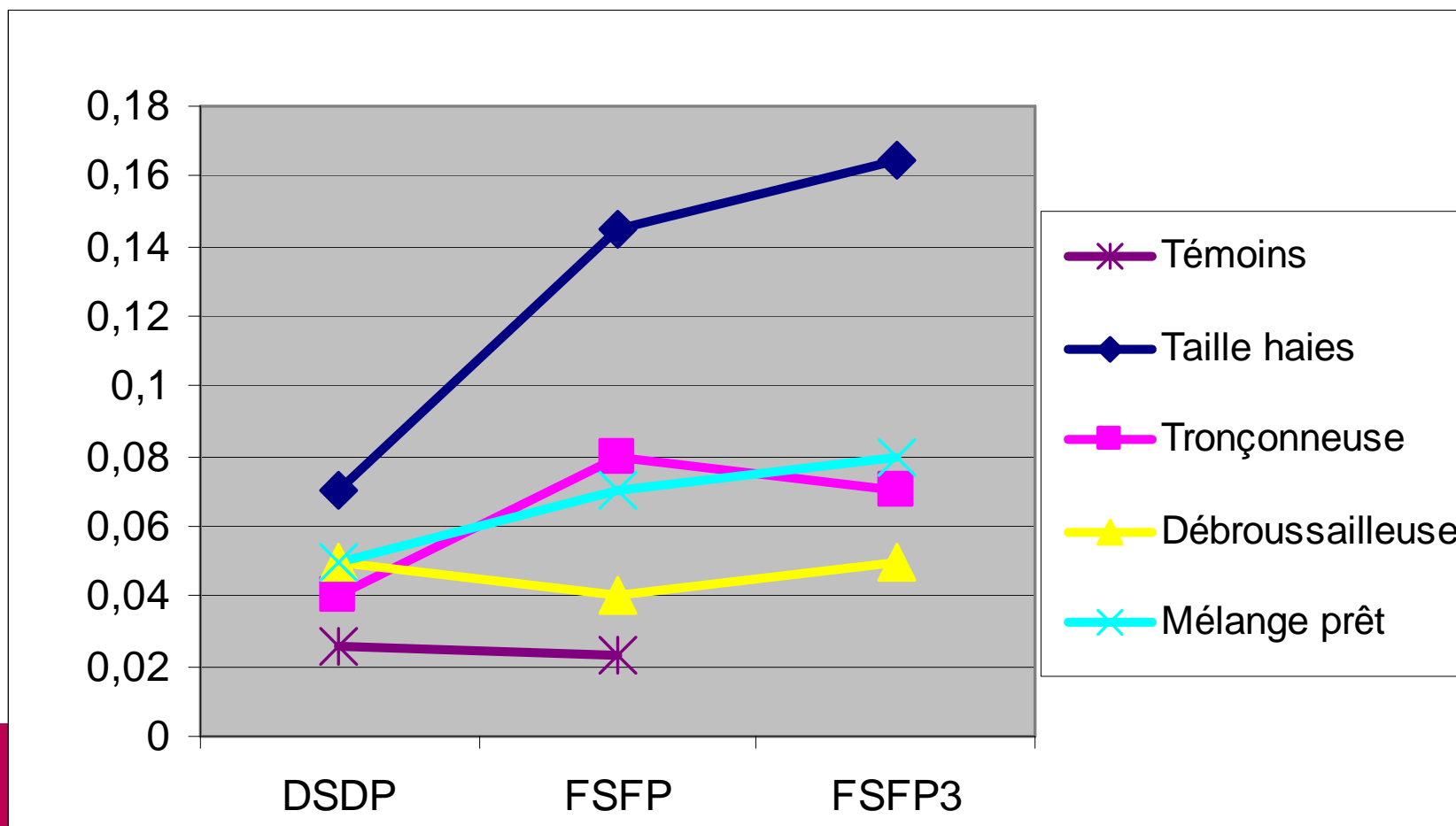
Les résultats : dosages biologiques OHP urinaire



NON FUMEURS PAR ACTIVITE

Dosages urinaires 1-OHP par catégorie de matériel

(médiane de chaque groupe)



Élévation significative par rapport aux témoins (test Mann Withney)

Conclusions :

- L'exposition aux HAP à l'occasion de l'utilisation des moteurs 2-temps est modérée mais non négligeable :
- Les concentrations atmosphériques de naphthalène (cancérogène 2B du CIRC), HAP gazeux majoritaire, restent inférieures à 0,01% de la VME
- Les concentrations atmosphériques de Benzo(a)pyrène (Cancérogène 1 du CIRC) sont évaluées autour de 1% de la valeur guide de la CNAM
- Les émissions d'HAP particulières par les carburants « tout prêts » seraient 4 fois plus élevées, avec un rapport BaP / pyrène total 2 fois plus élevé.

Conclusions :

Mais aussi :

- Les émissions sont très variables (dans une proportion de 1 à 6 pour la même machine sur le même chantier), et nous n'avons pas exploré l'influence des conditions météo
- Les modes opératoires « prescrits » et « observés » différent
- Quel est l'effet des expositions répétées à faible dose ? (rare effet de seuil)
- L'exposition concomitante à plusieurs toxiques (ex BaP + parathion)
- Quel est le rôle de la bio-accumulation des toxiques ?

Conclusions :

Il faut donc :

- un entretien « sérieux » du matériel, le respect des dosages de mélange
- un matériel récent, voire des moteurs à 4 temps, ou électriques
- intégrer ces expositions au DU d'EVRP, et signaler l'exposition potentielle dans une fiche d'exposition,
- être vigilant à long terme, y compris après la retraite

Bibliographie

1. <http://www.inchem.org/documents/iarc/vol46/46-01.html> : composition, exposition et risques des gaz d'échappements par l'IARC (Agence Internationale de recherche sur le Cancer)
2. <http://www.egr.msu.edu/erl/emiss/emiss.htm> : recherche sur les émissions des petits moteurs
3. <http://www.sdearthtimes.com/et0897/et0897s2.html> : pollution des moteurs 2 temps
4. http://www.petroplus.ch/downloads/products/Benzin_SB_frz_03.pdf
5. Fiches toxicologiques INRS : www.inrs.fr
naphtalène : FT 204
benzopyrène : FT 144