

# Expositions aux fumées de soudage



## Avantages et inconvénients des méthodes d'analyses métrologiques et biométrologiques

Anne NICOLAS 12 juin 2009  
Congrès BTP BLOIS



## Difficultés relatives aux mesurages

### Variations qualitatives et quantitatives des expositions

#### Activités hétérogènes

- Procédés de soudure, tâches
- Durée
- Fréquence (quotidienne, hebdomadaire)
- Localisation (chantiers ≠ ateliers)
- Comportements individuels



# Métrologie-Biométrie

## ■ Métrologie / poste :

### Photographie ponctuelle de l'activité

=> Détailler les conditions d'exposition

=> Diversifier les situations de prélèvement

## ■ Biométrie :

### Photographie absorption jour +/- semaines précédentes

Corrélation incertaine résultats air/biologiques  
Interpréter l'évolution plutôt qu'un résultat

➤ Cas particuliers Pb, Cd cumulatifs +++





## Sources d'absorption / voie respiratoire

### ■ Génération de fumées

- Oxydes métalliques insolubles<sup>+++</sup> >> solubles
- Granulométrie < **1 μm**

### ■ Autres tâches émissives de poussières

Découpe, meulage, ébarbage, brossage,  
affûtage outils, électrodes (**Co, Th**)

- Métal élémentaire, oxydes métalliques ,
  - Pigments +/- (**Pb, Cd, Co**)
  - Granulométrie < **100 μm**
- **Rétention, diffusion pulmonaire**



# Facteurs d'absorption / voie digestive

## ■ Individuels :

- Hygiène insuffisante
- Onchophagie
- Tabagisme
- Alimentation sur chantier

## ■ Collectif :

- Pollution surfacique zones de travail et environnement



## Chronicité exposition

⇒  $1/2$  vie biologique tissulaire prolongée

⇒  $1/2$  vie d'élimination bi-triphasique

(qq jours, mois, années)

## Ex: Metrologie Institut de soudure

- Stagiaires, instructeur
- Meulage préalable, soudage, polissage
- Procédés:  
MAG/acier noir, MMA enrobée R, MIG Alu , TIGinox
- 8 Prélèvements / opérateurs / 5 à 7h30
- Ventilation « naturelle »

| mg/m <sup>3</sup> | Moyenne(étendue)  | VME | TLV-TWA | % VME<br>TWA |
|-------------------|-------------------|-----|---------|--------------|
| Fumées            | 4 (2,1- 6)        | 5   |         | 50-120       |
| Fe                | 2 (0,6- 5)        | 5   |         | 12-100       |
| Mn                | 0,19 (0,12- 0,43) | 1   | 0,2     | 60-215       |





# Biometrologie: soudage acier ordinaire

## ■ Emissions Fe, Mn:

Absence IBE / Mn urinaire

BAT DFG **Mn sanguin: 20 µg/L** N ≤ 14

## ■ Enquête Alpes Maritimes serrurie métallerie

| Mn médiane (étendue) | Sang (µg/L)    | Urine (µg/g créa) |
|----------------------|----------------|-------------------|
| Témoins              | 18,2 (10-36.1) | 2,1 (0.5-7.8)     |
| Soudeurs D.S.        | 24(10-111)     | 1,5 (0.3-6.3)     |
| Soudeurs F.S. /FP    | 24 (14-98)     | 2,8 (0.9-14)      |

Soudeurs // témoins: Mn sang (p < 0.05)

Soudeurs: Mn ur. F.S-FP // Mn ur. D.S (p < 0.01)

} différence

} significative



## Ex: Biometrologie soudage acier ordinaire

### Entreprise de soudage:

| (n=14 )<br>mg/m <sup>3</sup> | Moyenne<br>(étendue)       | Médiane     | VME TLV-TWA | % VME<br>TWA                       |
|------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|------------------------------------|
| Fumées                       | <b>5.35</b><br>(0.13-17)   | <b>5.5</b>  | 5           | <b>2,6-340</b><br><br><b>2-520</b> |
| Mn                           | <b>0,2</b><br>(0.004-1,04) | <b>0.12</b> | 1 0,2       |                                    |

| (n=65)            | µg/L           | Mn sanguin, Fin poste    |
|-------------------|----------------|--------------------------|
| Moyenne (étendue) |                | <b>12,4</b> (< 5 – 41,3) |
| BAT DFG           | <b>20 µg/L</b> | 6/65 > 20 µg/L           |

10 contrôles retour congés:

7/10 → **24 à 57 %**    2/10 → **stables**, 1/10 → **33 %**





# Soudage acier inox

- Oxydes Ni, Cr
  - 70 % CrVI dont 60% soluble/électrode enrobée MMA
  - Cr insoluble } MIG-MAG, TIG
  - Ni insoluble }
- Métrologie atmosphérique:  
Evaluer fumées + Ni + Cr total+ CrVI soluble-insoluble  
VME (mg/m<sup>3</sup>): 5 1 0,5 0,05 (projet:0,01)
- Biométrie :  
Cr total, Nickel total , représentent  
formes solubles > insolubles

# Biometrologie : soudage acier inox

## ■ Chrome , nickel urinaires

|   | Cr   | Ni   |
|---|--|--|
| Pop.générale (µg/g)                                   | < 1  | < 5  |
| <b>BAR DFG</b> (µg/L)<br>pop.générale 95 perc.        | <b>0,6</b>   | -  |
| <b>EKA DFG</b><br>(µg/L)                              | 0.03 mg/m <sup>3</sup> <b>12</b><br>0.05 mg/m <sup>3</sup> <b>20</b> | 0.1 mg/m <sup>3</sup> <b>15</b><br>0.5 mg/m <sup>3</sup> <b>45</b> |
| <b>BEI ACGIH</b><br>/MMA CrVI<br>soluble/fumée (µg/L) | <b>25</b> FP/ FS<br><b>10</b> (FP-DP)                                |  |



## Ex. Biométrie soudage acier inox

- **Monteurs, soudeurs aciers inox Cr/Ni % variables**
- **60% temps soudage: MIG 40%, TIG 60%**  
**10% temps meulage**
- **Masque anti-poussières**
- **Bras mobile/poste soudage, aspiration centralisée fumées**

- **3 salariés suivis**

**Cr urin.µg/g: 10,8 - 7,7 - 9,1**

**Ni urin.µg/g: 25,4 - 15,7 - 21,2**





## Ex. Biométrie soudage acier inox

Fonderie : expositions Nickel & Chrome

- Recharge/prototype, ébarbage, soudage, meulage  
Certains alliages **95-100 % Ni**
- Empoussièrement <sup>+++</sup>: Poussières et fumées  
Cagoule adduction d'air, torche aspirante: non  
Cabine ventilée  
...Soude dans couloir selon taille pièces
- 3 salariés - 4 prélèvements / 6 mois:
  - Cr urin.µg/g: moyenne **≈10 (4 - 21) stable post congés**
  - Ni urin.µg/g: moyenne **≈ 30 (13-174)**



## Biometrologie : soudage Aluminium

- Exposition  $\approx 1 \text{ mg/m}^3$ /activités différentes  
⇒ élimination urinaire très variable:  
**Soudage** > poudre > électrolyse > fonderie

- Aluminium urinaire N <  $20 \text{ }\mu\text{g/g}$  créatinine

**BAT DFG 2008 abaissée :**

**$200 \text{ }\mu\text{g/L}$  FP      →       $60 \text{ }\mu\text{g/g}$  créatinine**





## Ex. Biométrie soudage Aluminium

### Aluminium urinaire fin de poste, fin semaine

- Soudage MIG-TIG/ Alu.(40-75%), meulage (10-20%), pièces grande longueur

N = 36    **moyenne: 147  $\mu\text{g/g}$**   
                  **médiane: 50.4  $\mu\text{g/g}$  (10 à 1987  $\mu\text{g/g}$ )**

- Soudage MIG ext<sup>r</sup> - int<sup>r</sup> silos aluminium

N = 6    **moyenne: 40  $\mu\text{g/g}$ . (31 à 54  $\mu\text{g/g}$ )**

- Mise en forme passerelles Alu./pontons ports

Soudage MIG, ponçage, débit, pointage

N = 7    **moyenne: 137  $\mu\text{g/g}$ . (20 à 262  $\mu\text{g/g}$ )**



# Biometrologie soudage

## ■ Acier ordinaire

**Exposition**

quotidienne

occasionnelle

hebdomadaire

■ Mn sanguin

FP/FS

FP

ou

■ Mn urinaire

DP/DS + FP/FS

DP + FP

## ■ Acier inox

■ Chrome urinaire

FP/FS

FP

■ Nickel urinaire

## ■ Aluminium

■ Al urinaire

FP/FS

FP



## Biométrie soudage

- Exposition Pb , Cd → **Pb sang, Cd urinaire**  
fréquence fonction 1<sup>ers</sup> résultats et évolution
  - Brasage: risque poussières >> risque fumées

Procédés peu émissifs

- Soudage/revêtements peintures (serrurie, métallerie)

Risque poussières + risque fumées

- Exposition +/- confinée → **HbCO, CO alvéolaire**
- **Acier galvanisé** (T° fusion Zn : 420 ° C)

Revêtement + émissif // électrode (> 90% fumées = Zn)

Biométrie d'intérêt limité: DS-ARP et ES-FP

Zn urinaire N < 0,7 mg/g





## Conclusions

- **Métrologie atmosphérique indispensable**

  - Fumées + métaux à VME spécifiques

  - Représentativité des prélèvements à valider

- **Biométrie :**

  - Outil de validation, d'amélioration prévention

  - Interprétations

    - Individuelle

    - m.e.e comportements particuliers

    - Fluctuations autour tendance suivant activités

    - Collective:

    - Sensibilisation entreprise aux besoins prévention