

# SOUDAGE 2015 – INRS Paris

16 juin 2015

**Soudage, découpe, rechargement... :  
des expositions professionnelles  
préoccupantes au chrome VI**

**Fabrice LERAY  
Ingénieur Conseil  
Carsat Pays de la Loire**

Deux campagnes qui s'inscrivent dans le cadre :

- **convention SSTI /Carsat Pays de la Loire,**
- **étude nationale INRS/ensemble des Carsat.**

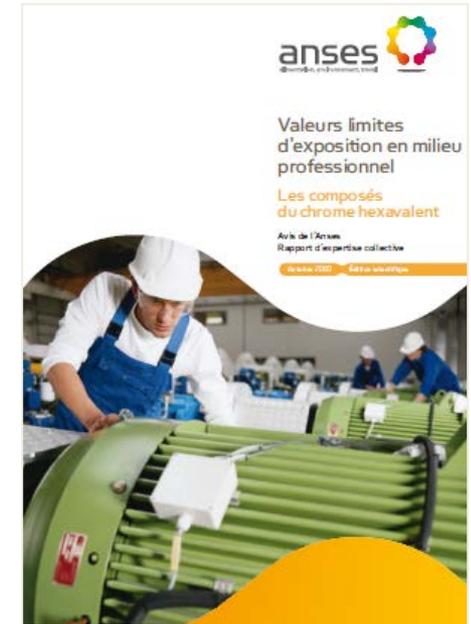
Recueillir un certain nombre de données sur les **niveaux d'exposition** dans plusieurs secteurs d'activité.

A replacer dans un contexte particulier **d'abaissement de la VLEP (8 h).**



Le rapport d'expertise de l'**ANSES** avait mis en évidence que le chrome VI est un **cancérogène puissant** et qu'il était impératif d'**abaisser la VLEP à la valeur la plus basse possible** :

« *Les calculs d'excès de risque... indiquent 5 à 28 cas de cancers pulmonaires supplémentaires sur une population de 1 000 travailleurs pour une exposition professionnelle de 50 µg/m<sup>3</sup>.* »



Le **décret n° 2012-746** fixe depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2014, de manière contraignante :

VLEP (8 h) à 1 µg/m<sup>3</sup>

VLEP CT à 5 µg/m<sup>3</sup>

**Pour les substances CMR,  
l'objectif est de se situer le plus bas possible.**

Les autorités américaines envisagent de fixer une VLEP au Cr VI plus contraignante de **0,2 µg/m<sup>3</sup>**.

Le chrome peut se trouver :

- sous forme métallique ;
- sous divers états d'oxydation (II, **III** et **VI**).

En 2012, l'industrie française a utilisé :

- 12 000 tonnes de minerais de chrome ;
- 6 000 tonnes de composés du chrome VI.

Les utilisations sont variées (pigments, solutions de chromage...), les composés peuvent aussi être présents à l'état de traces (ciments, cuirs...).

Lors d'opérations de soudage, de découpe (plasma, laser)... d'aciers inoxydables..., les salariés peuvent être exposés à des émissions de chrome VI. L'intense chaleur de l'arc vaporise et oxyde le chrome métal avec formation de composés du chrome VI.

*96 100 travailleurs seraient exposés au chrome VI (enquête SUMER 2010).  
Ce nombre est très largement sous-estimé, il ne tient pas compte des soudeurs ...*

Le **chrome VI** (ou Cr6) peut entraîner des effets aigus, chroniques voire cancérogènes chez l'homme.

- Sa toxicité aiguë est liée à ses propriétés corrosives et irritantes.
- Sans être exhaustif, lors d'expositions chroniques, il est à l'origine par :
  - **inhalation** : rhinites, perforations de la cloison nasale, asthmes
  - **contact cutané** : dermites eczématiformes.

**Le chrome VI et la plupart de ses composés accroissent le risque de cancers broncho-pulmonaires.**

Le CIRC les a classés, dès 1990, dans le groupe 1 « **agents cancérogènes pour l'homme** »

*Ces affections sont reprises dans les TMP n° 10, 10 bis, 10 ter du régime général.*

Plusieurs types de prélèvements d'atmosphère ont été réalisés :

- **individuel** : auprès des voies respiratoires ;
- **point fixe** : à proximité des postes de travail.

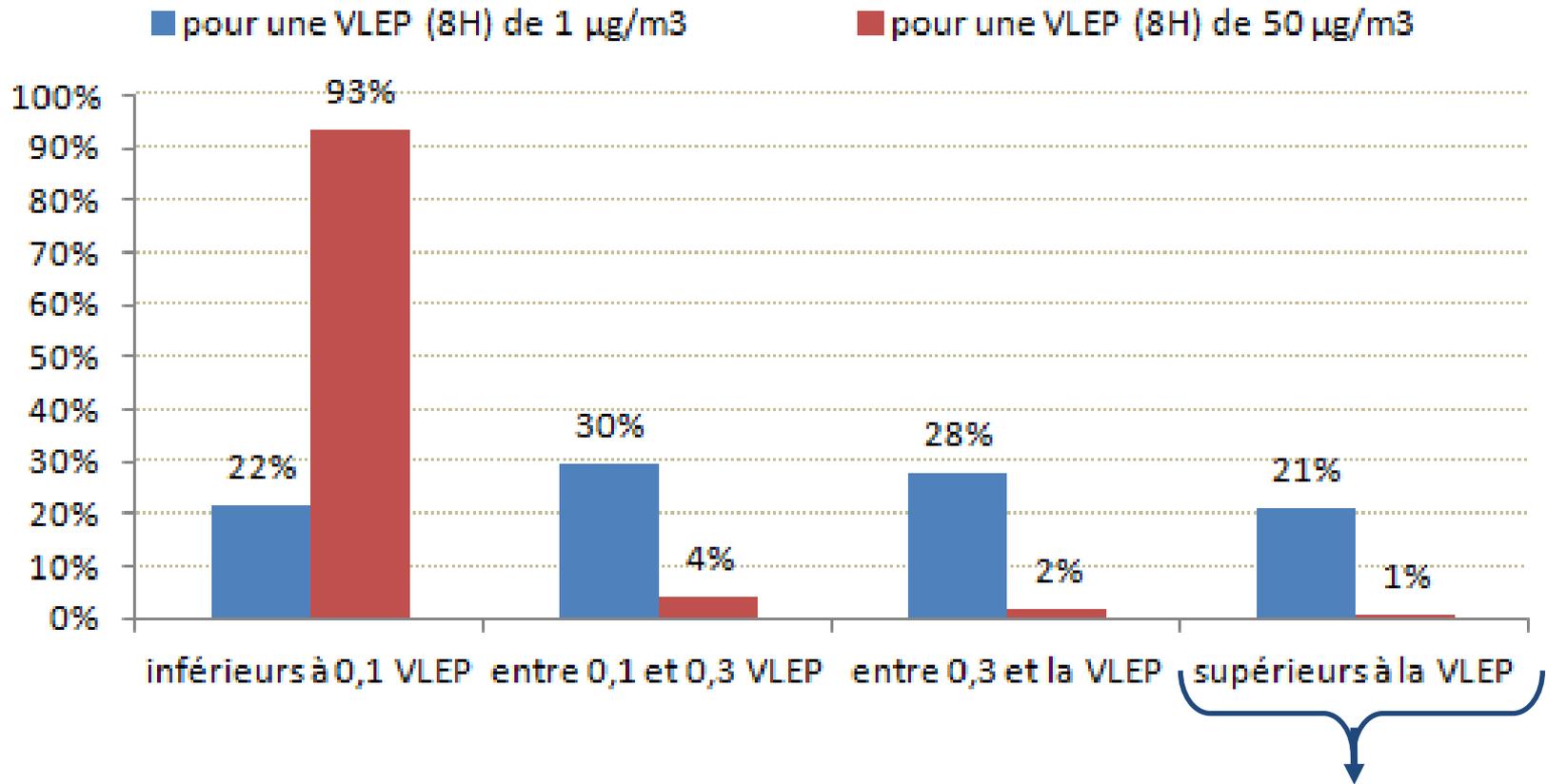
Les mesures ont été réalisées selon la méthode INRS Metropol 084, elles englobent l'ensemble des composés Cr6 (solubles+insolubles) :

- **prélèvement** : cassette 37 mm sur filtres en fibres de quartz traités à haute température (2 l/min) ;
- **analyse des supports** : chromatographie ionique avec détection spectrométrique UV après dérivation post-colonne.

*Cette méthode limite la réduction du Cr VI, phénomène problématique lorsqu'il s'agit de mesurer des expositions inférieures à la VLEP 8 h de 1 µg/m<sup>3</sup>.*

# Ensemble des résultats (Rég.)

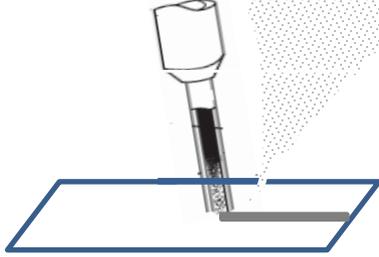
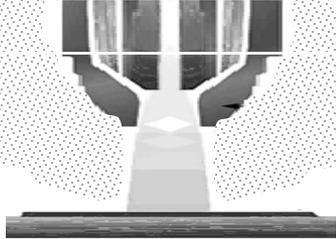
## Pourcentage de niveaux d'exposition



Cette proportion approcherait les 60 % en comparaison avec la valeur américaine de 0.2 µg/m<sup>3</sup> recommandée par le Niosh.

Les niveaux d'exposition par activité :

- **Dépassements très fréquents de la VLEP 8 h**
  - Chromage dur
  - Fabrication de Chrome
  - Fabrication Ferrochrome
  - **Projection thermique (plasma, HvOF)**
  - **Oxycoupage**
  - Peinture aéronautique
  - Traitement du bois
  
- **Dépassements fréquents de la VLEP 8 h**
  - **Soudage** (ensemble des procédés)
  - Chromage
  - Fabrication de ciments
  - Produits réfractaires
  
- **Pas de dépassement de la VLEP 8 h**
  - Céramique
  - Fonderie
  - Tannage des cuirs
  - Verrerie
  - Fabrication de peintures

	Individuel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
Maxi	14,9*	15,08
<b>Moyenne</b>	<b>8,18*</b>	<b>5,3</b>
Mini	5,3*	1,82
	 <b>Rechargement d'acier (chalumeau / fil fourré)</b> (n=5)	 <b>Renforcement de surface par projection thermique</b> (n=5)

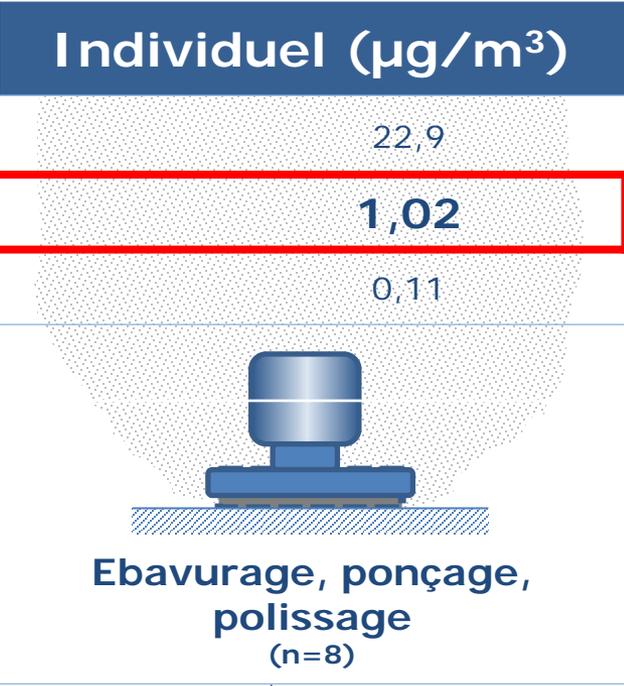
Les niveaux d'exposition obtenus sont importants lorsque le métal d'apport (cordon, poudre ou fil) est composé de chrome.

Déposer un métal :

- au chalumeau (oxygène/acétylène) :  $6,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- au fil fourré (semi-auto) :  $14,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- par projection thermique (HvOF / plasma) : de 2 à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

# Ponçage, ébavurage, polissage

	Individuel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Maxi	22,9
<b>Médiane</b>	<b>1,02</b>
Mini	0,11



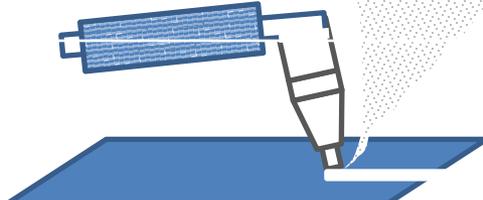
Ebavurage, ponçage,  
polissage  
(n=8)

Les niveaux d'exposition sont modérés avec une aspiration efficace (10 % de la VLEP 8 h).

A contrario, les niveaux obtenus sont extrêmement élevés, plus de 20 fois la VLEP 8 h quand les surfaces ont subi un traitement (conversion chimique, peinture à base de chromates...)

# Découpe

	Individuel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Maxi	0,33
<b>Médiane</b>	<b>0,11</b>
Mini	0,07

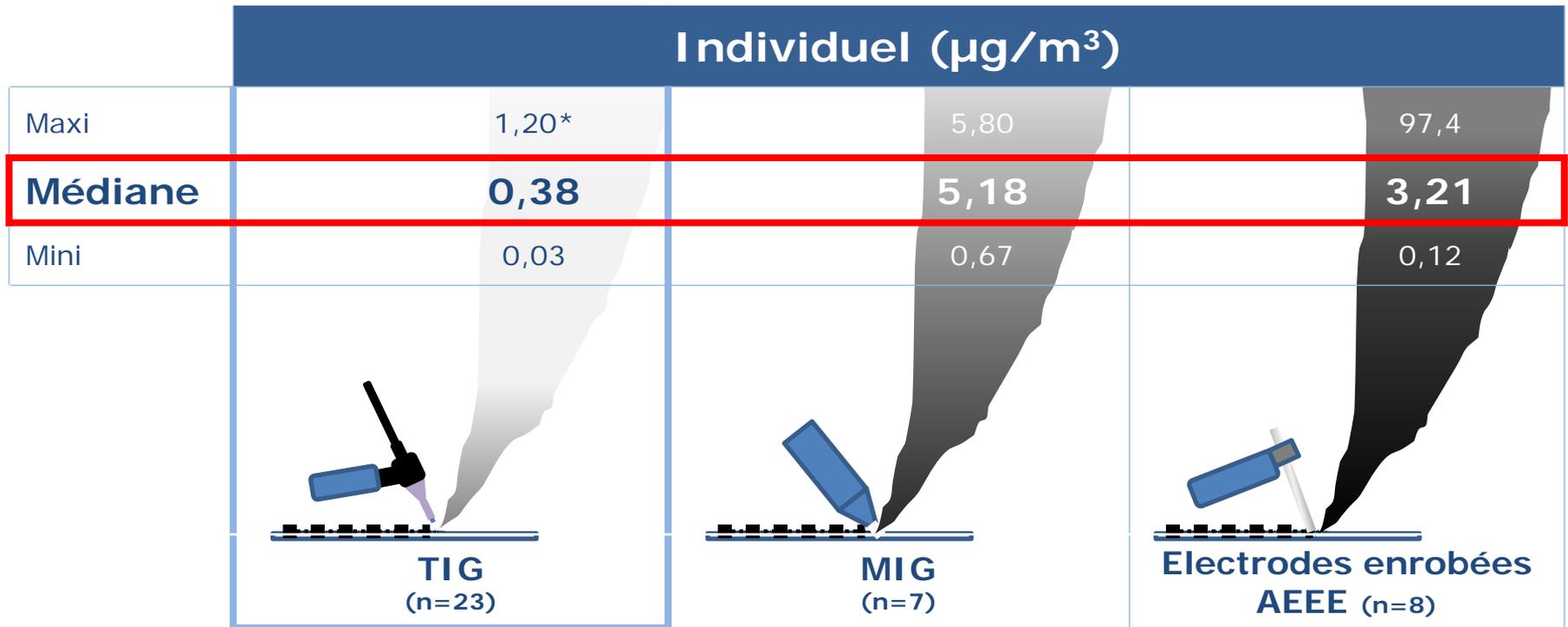


Découpe plasma, orbitale  
(n=9)

Les niveaux d'exposition sont :

- plasma/laser : significatifs et dépassent même les > 25 % de la VLEP 8 h à des postes qui disposent d'une aspiration efficace avec rejet vers l'extérieur.
- orbitale : modérés (10 % de la VLEP 8 h).

# Soudage : par type de procédé



Le procédé TIG est beaucoup moins émissif que les autres procédés, les niveaux d'exposition peuvent avoisiner la VLEP 8 h, voire la dépasser.

Cette technique entraîne moins de fumées, elle permet :

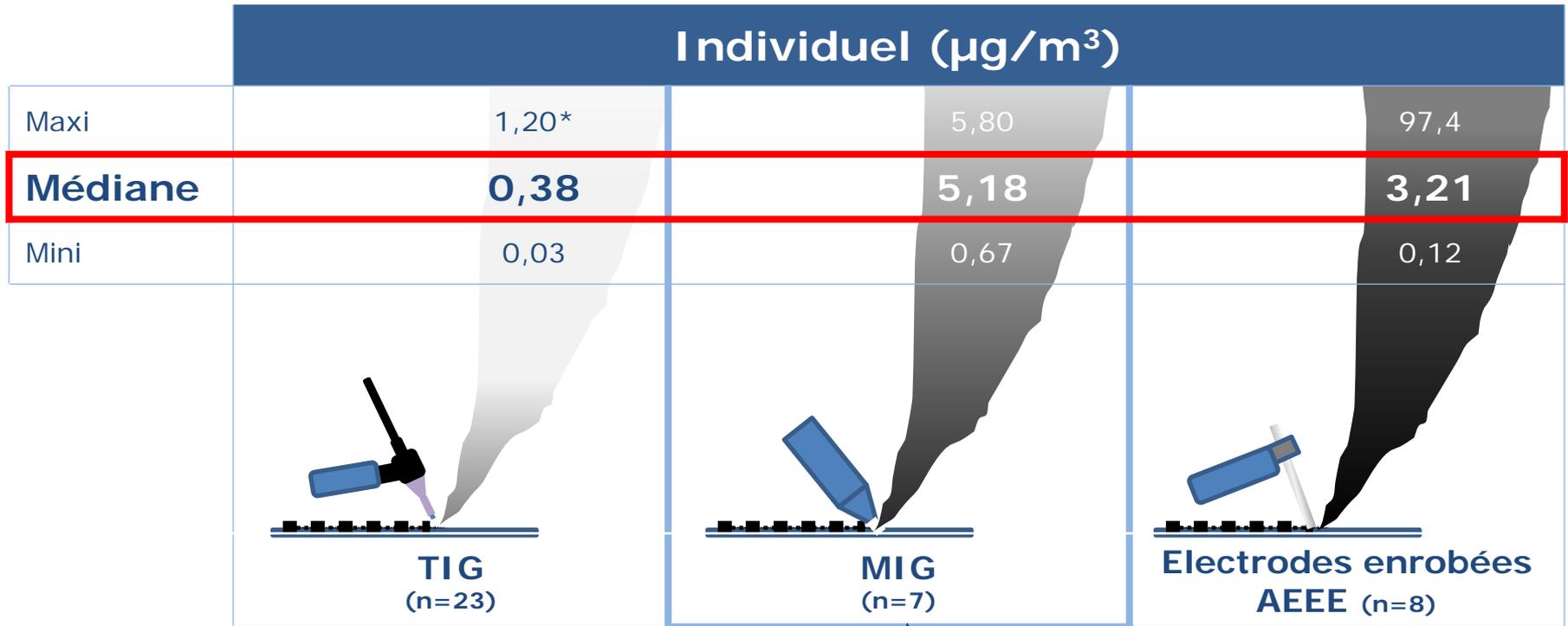
- de se passer d'un enrobage et de protéger la soudure par un gaz inerte,
- d'obtenir une température de fusion quasi immédiate sur une zone localisée

	A l'extérieur de l'APR	A l'intérieur de l'APR
<b>Niveaux d'exposition en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	1,2*	0,1*

(\*) : prélèvements réalisés après les campagnes régionale et nationale

(\*\*) : APR type cagoule ventilée

# Soudage : par type de procédé



Le MIG (électrode fusible et gaz inerte) : 5 fois la VLEP 8 h.

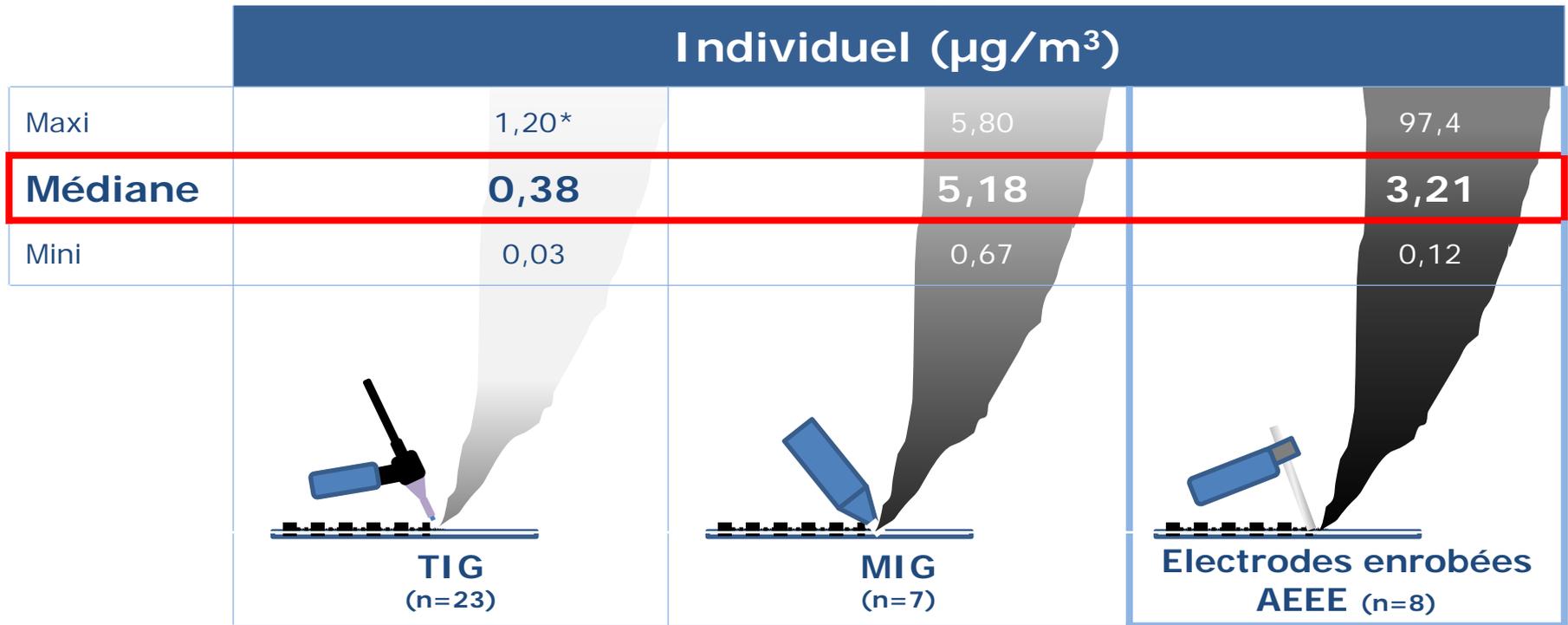
La valeur :

- maxi : poste ne disposant pas de captage localisé,
- mini : temps d'arc relativement court + poste aspiré.

Dépend notamment du mode de réglages employé :

<b>Court-circuit</b>	Peu de fumées
<b>Globulaire</b>	Projections
<b>Arc-spray</b>	Pas de projection

# Soudage : par type de procédé



Globalement, l'AEEE amène à des expositions extrêmement importantes, en fonction :

- de l'enrobage des électrodes (# 20 % de chrome)
- du niveau de confinement.

Dans une zone confinée	Présence d'une aspiration localisée	Mesure réalisée*	Niveaux d'exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oui	Non	A l'extérieur de l'APR	97.4
		A l'intérieur de l'APR	4.8
Non	Oui	A l'extérieur de l'APR	3.2
		A l'intérieur de l'APR	0.1

(\*) : Opérateurs équipés d'un APR de type adduction d'air

La composition des fumées (et le débit) va dépendre non seulement du type d'opération (assemblage, rechargement...) et du temps passé, mais aussi :

## 1. Du procédé ;

- Type : TIG, MIG/MAG, fil fourré... ;  
⇒ *Remplacer le fil fourré par du soudage sous gaz protecteur avec un fil plein moins émissif ...*
- Paramètres : intensité, tension, vitesse, longueur de l'arc... ;  
⇒ *Diminuer l'intensité du courant afin de réduire l'émission de fumées ;*  
⇒ *Réduire la longueur de l'arc pour diminuer l'émission de fumées ;*  
⇒ *Eviter le soudage MIG/MAG en régime globulaire ;*  
⇒ *Réduire le diamètre de l'électrode (plus le diamètre est élevé, plus l'intensité est importante et donc, la quantité de fumées)...*
- Gaz protecteur : composition et débit ;  
⇒ *Changer le gaz protecteur (ajouter de l'argon au CO<sub>2</sub>)...*
- **Produits d'apport** (95 % des constituants des fumées): compo. diamètre...  
⇒ *Utiliser des procédés sans produit d'apport (ou peu émissifs)...*

## 2. De la protection collective

## 3. Autres :

- De la présence d'un revêtement, de la composition du métal de base ... ;
- De l'angle de soudage, ;
- Du type de pièces (à plat, en angle...)...

Consulter sur [www.carsat-pl.fr](http://www.carsat-pl.fr) et [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr) :

- Méthode de prélèvement « **METROPOL n° 84** »
- Document de synthèse : « **Le chrome VI en milieu du travail** »
- Articles dans :
  - Annals of Occupational Hygiene « **Occupational Exposure to Hexavalent Chromium** »
  - Hygiène et Sécurité au Travail INRS HST n° 238 « **Chrome VI, des expositions élevées et préoccupantes** »

Partenariat Services de Santé au Travail - Carsat Pays de la Loire  
2009 - 2013



**LE CHROME VI EN MILIEU DE TRAVAIL**











Criteria for a Recommended Standard  
**Occupational Exposure to Hexavalent Chromium**



DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES  
Centers for Disease Control and Prevention  
National Institute for Occupational Safety and Health




**N°238**  
ANNEE 4 - REVUE H.S. 2013

La revue technique de l'INRS

**HYGIÈNE & SÉCURITÉ DU TRAVAIL**

**P.06 / MÉTALLURIE**  
Niveau de pollution atmosphérique, critères à risque pour l'aedifion.

**P.39 / SERRAILLAGE**  
Du travail dans la prévention des risques chroniques.

**P.52 / SERRAILLAGE**  
Niveau permis de la production à l'habitation, quels sont les risques ?

**inrs**