

Surveillance biologique de l'exposition aux fumées de soudage

Dr ATGE Benoît

Médecin du Travail – Médecin Toxicologue

AHI33

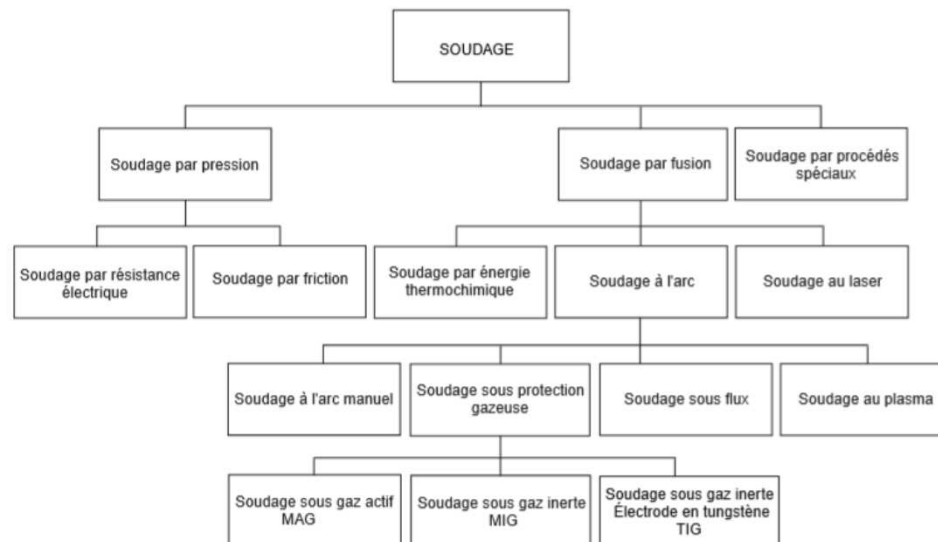


AHI33
Prévention et Santé au Travail

    [ahi33.org](https://www.ahi33.org)

Déterminants de l'exposition

Procédé



⇒ Bien différencier les procédés brasage et soudage

Matériaux

Métaux et alliages à souder

aciers doux
aciers inox
aciers galvanisés / zingués
fonte
aluminium
aciers réfractaires

Métaux d'apport, fil, électrode, baguette

⇒ La plus grande partie de la fumée vient du produit d'apport

Types de polluants

Métalliques particulières :

Fe / Cd / Cr / Al / Ni / Mn ...

Dégradation thermique ou photochimique de revêtements :

Chlorure d'Hydrogène (HCl),
formaldéhyde, benzène...

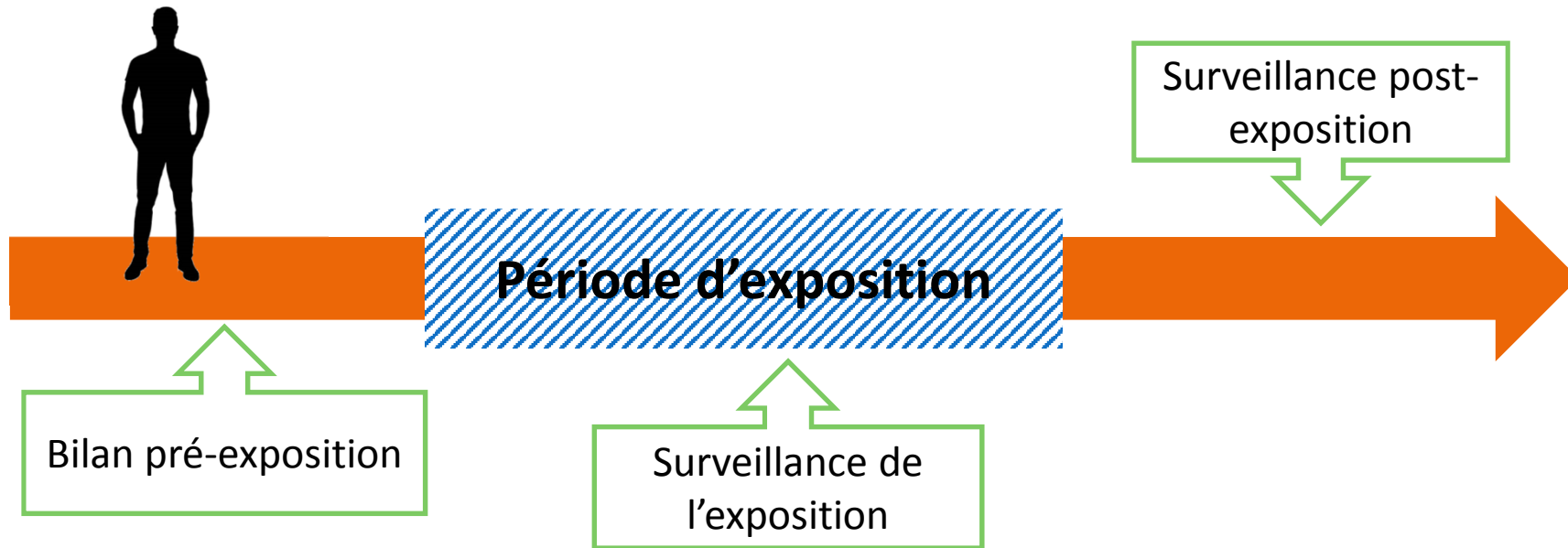
Gaz :

monoxyde de carbone, Oxydes
d'azote (NO, NO₂)... + flux (Ar, He)

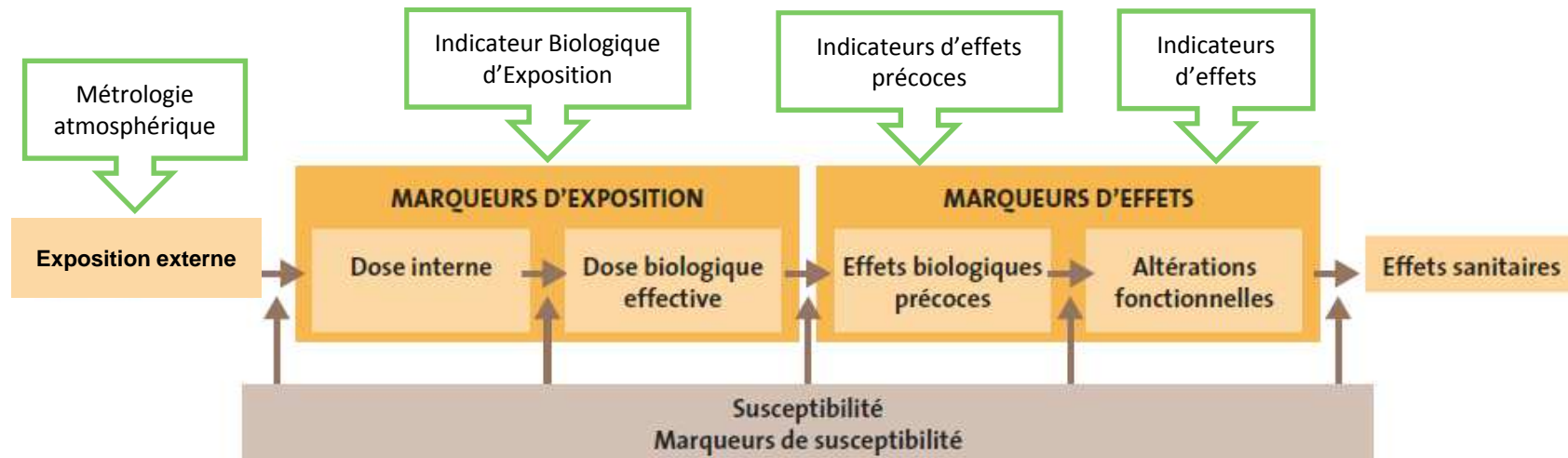
Procédé	Matériau d'apport	Constituant(s) principal(aux) des fumées
Soudage à la flamme	Acier non allié, faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Dioxyde d'azote
Soudage manuel à l'arc avec électrodes enrobées	Acier non allié, faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Oxydes de fer
	Acier chrome-nickel (≤ 20 % Cr et ≤ 30 % Ni)	Composés du chrome VI Oxyde de manganèse*
	Nickel, alliages nickel (> 30 % Ni)	Oxyde de nickel Oxyde de cuivre
Soudage MAG avec dioxyde de carbone (MAGC)	Acier non allié, faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Oxydes de fer Monoxyde de carbone
Soudage MAG avec mélange gazeux (MAGM)	Acier non allié, faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Oxydes de fer
	Acier chrome-nickel fil plein (≤ 20 % Cr et ≤ 30 % Ni)	Oxyde de nickel Oxyde de manganèse*
	Acier chrome-nickel fil fourré (≤ 20 % Cr et ≤ 30 % Ni)	Composés du chrome VI Oxyde de manganèse*
Soudage MIG	Nickel, alliages nickel (> 30 % Ni)	Oxyde de nickel Oxyde de cuivre Ozone
	Aluminium pur, alliages aluminium-silicium	Ozone Oxyde d'aluminium
	Autres alliages d'aluminium	Oxyde d'aluminium Ozone
Soudage TIG	Acier non allié, faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Oxydes de fer Ozone
	Acier chrome-nickel (≤ 20 % Cr et ≤ 30 % Ni)	Oxydes de nickel Ozone
	Nickel, alliages nickel (> 30 % Ni)	Ozone Oxydes de nickel
	Aluminium pur, alliages aluminium-silicium	Ozone Oxyde d'aluminium
	Autres alliages d'aluminium	Oxyde d'aluminium Ozone

ED 6132 INRS





Continuum biologique exposition - effets



Place de la (bio)métrie

Exposition & Prévention

Bonne

Mauvaise

Suivi et maintien

Place privilégiée des techniques
de métrologie

Mesures
correctives



Etape n° 1 : la demande du médecin



- Repérage d'une situation d'exposition potentielle par le médecin
 - Au cours d'une consultation
 - Au cours d'une visite d'entreprise
- Demande de l'entreprise
- Demande sociale

Etape n°2 : l'étude de poste



- Membres du SST présents :
 - Médecin du Travail
 - IDEST qui réalisera les prélèvements
 - IPRP Toxicologue

- Visite de l'entreprise et étude des postes de travail
 - Discussion avec les salariés et le service HSE
 - En vu de la création des GES

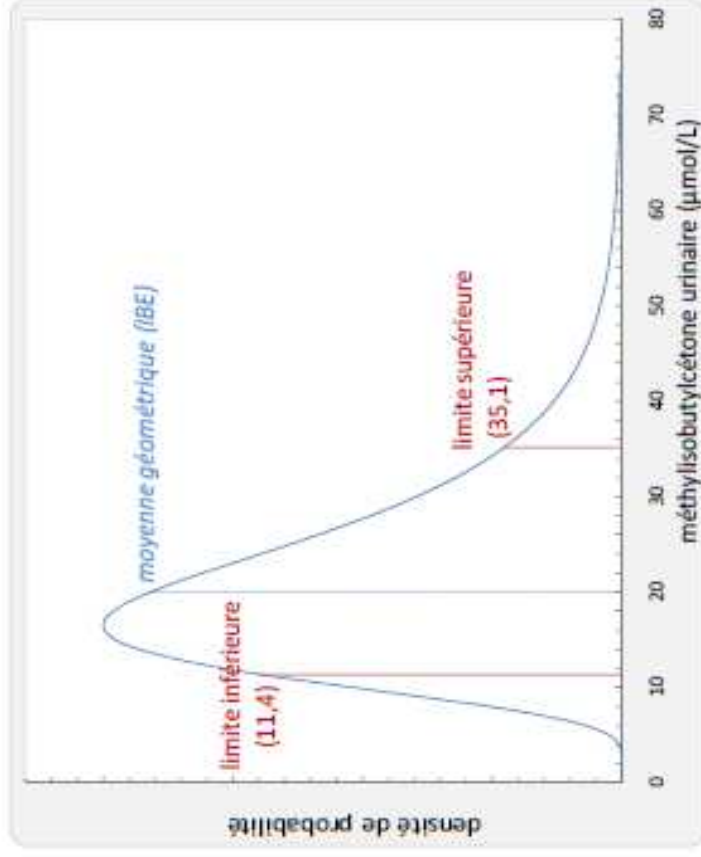


Figure 3 - Étendue 90% entourant la valeur de l'IBE de la méthylisobutyrylétone urinaire

Etape n°3 : définir la stratégie de prélèvement



- En cohérence avec l'IBE à doser

Pénétration dans l'organisme, $\frac{1}{2}$ vie d'élimination...

- En cohérence avec l'activité

- Le moment du prélèvement reflète l'activité habituelle

- Constitution de groupes d'exposition similaire (GES) quand l'effectif de travailleurs le permet (>2)

- Aspect pratiques :

heures ouvrables pour les salariés ou le laboratoire d'analyses, volume à prélever, supports de prélèvement...



- Outil essentiel +++ pour la mise en œuvre de la SBEP
- Sur le site de l'INRS [Base de données Biotox - Publications et outils – INRS](#)

- Informations utiles sur :
 - > Toxicocinétique-Métabolisme
 - > Interférences –Interprétation
 - > Bibliographie

- ⇒ Choix des IBE pour la substance d'intérêt
- ⇒ Moment de prélèvement
- ⇒ VBI disponibles
- ⇒ Conditions de recueil
- ⇒ Interférences à prendre en compte

Indicateurs biologiques d'exposition



Chrome

- urinaire
- intra-érythrocytaire

Manganèse

- urinaire
- sanguin
- plasmatique

Nickel urinaire

Autres selon l'exposition : cadmium urinaire, plombémie....

Pour tous :

- Se méfier d'une contamination directe ou par le matériel (antiseptique DAKIN)
- Contacter le laboratoire
- Rechercher des sources individuelles (prothèses)

Chrome urinaire



- Dosage du Chrome toutes valences
- Pas spécifique du Cr VI aussi Cr III (inhalation et/ou alimentation) et Cr métal ou Cr 0
- Représentatif du contingent de chrome soluble dont Cr VI
- Influence de l'alimentation, des habitudes, de l'hygiène
- Recherche de prothèses métalliques
- Prélever en FP, voire en DP également

Etape n°4 : Communiquer



- Après validation de la stratégie de prélèvement par le médecin
- Envoi à l'employeur d'un document « cadre d'intervention »
 - Objectifs
 - Intervenants
 - Aspects pratiques
 - Résultats
 - Aspects financiers
- Information des salariés
 - Plaquette d'information sur la SBEP (objectifs, subst dosées, résultats)
 - Consignes individuelles pour un bon prélèvement
 - Réunion d'information collective en entreprise
 - J - 1 semaine
 - IDEST +/- médecin
- Communication avec l'entreprise de transport : prévision d'une date d'enlèvement

- Fourniture du matériel de prélèvement en quantité adaptée
(supports de prélèvement spécifiques, étiquettes, emballages de transport)
- Fourniture de Fiches de renseignements Médico-Professionnels (FRMP) spécifiques et en quantité adaptée

Etape n° 6 : Prélèvements sur site



Par IDEST

Réalisation des prélèvements suivant la stratégie de prélèvement convenue

Contamination 

Interrogatoire des salariés par l'IDEST pour le remplissage de FRMP

Recueil des échantillons en glacière dédiée puis transfert des échantillons dans un frigo dédié

Vérification des échantillons par le médecin

Rédaction des ordonnances

Conservation au frigo jusqu'au départ pour le laboratoire (max 1 semaine)

Le plus précoce possible (anticipé à J - 2 semaines)

Transport frais

Etape n° 8 : Gestion des résultats



- Transmission des résultats par le laboratoire
 - Au médecin du travail
- Rédaction d'une synthèse collective
 - Interprétation des résultats
 - Proposition de prévention
 - Archivée dans le dossier d'entreprise, annexée à la FE
- Présentation de la synthèse collectives en CSSCT ou en réunion avec le chef d'entreprise
 - Par le médecin du travail
 - Peut être assisté par l'IPRP toxicologue
- Remise des résultats individuels aux salariés
 - en consultation ou par courrier (<LOQ)
 - Archivage dans le DMST (avec FRMP)

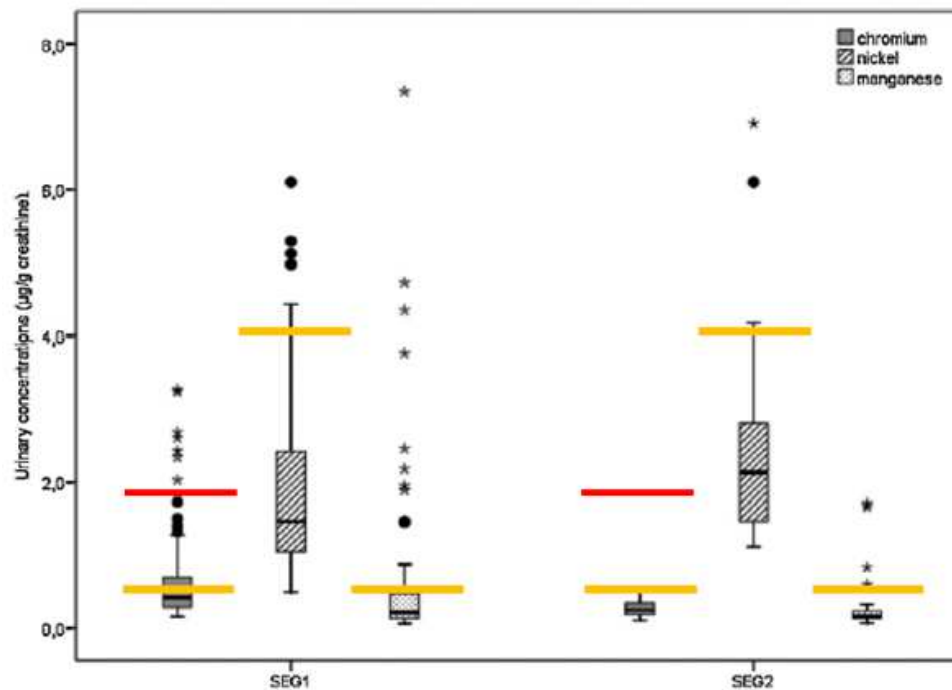
Valeurs biologiques d'interprétation (VBI)



Biomarqueur	Valeur milieu professionnel	Valeur population générale (95° percentile)
Chrome urinaire	< 1,8 µg/g créatinine (Cr ^{VI}) (ANSES, 2017)	< 0,5 µg/g créatinine (ANSES, 2017) (2,3 µg/gcu, Esteban 2014-2016)
Chrome sanguin (érythrocytaire)	Non (recherche)	< 1 µg/L
Nickel urinaire	6 ou 12 µg/L (FIOH) (sels solubles ou peu solubles)	< 4 µg/g créatinine (INVS, 2011)
Manganèse urinaire	Non	< 0,5 µg/g créatinine (NHANES, 2018)
Manganèse plasmatique	2 µg/L (Hoet et al, 2012)	< 1 µg/L (Cesbron, 2013)

Profil d'exposition des soudeurs

SBEP métaux chez 132 soudeurs MIG/MAG français (Persoons et al, 2014)



Graph 1. Box and whisker plots of urinary Cr, Ni and Mn concentrations ($\mu\text{g/g}$ of creatinine) in welders of SEG₁ (SMEs) and SEG₂ (a large enterprise).

Variables associées à des variations des résultats :

Âge des sujets

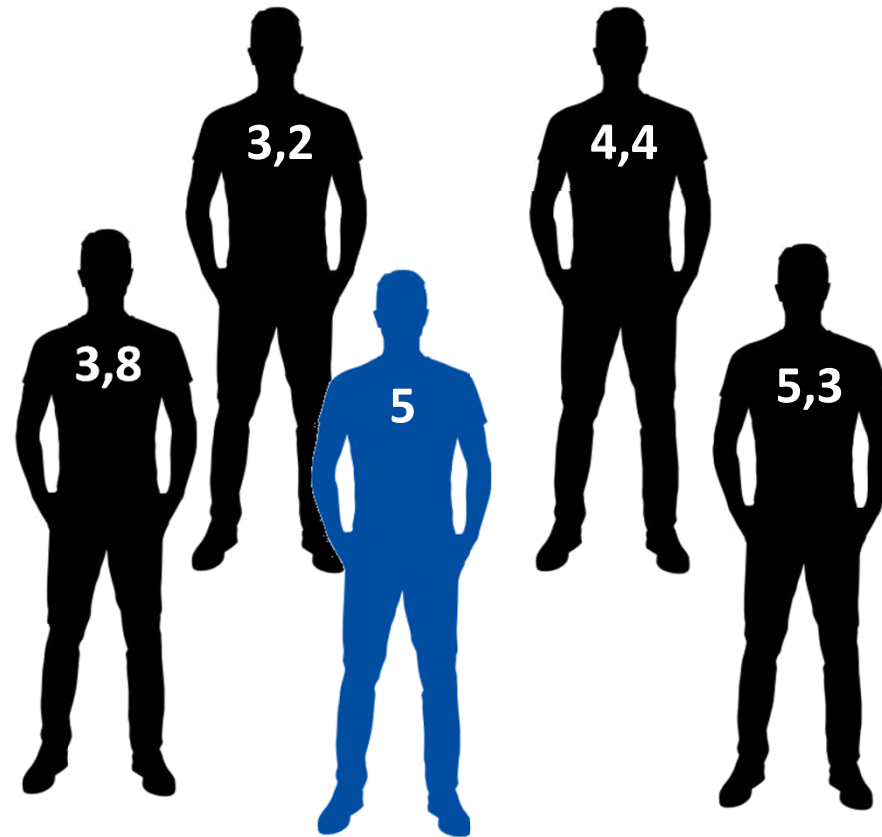
Nb d'années de soudage

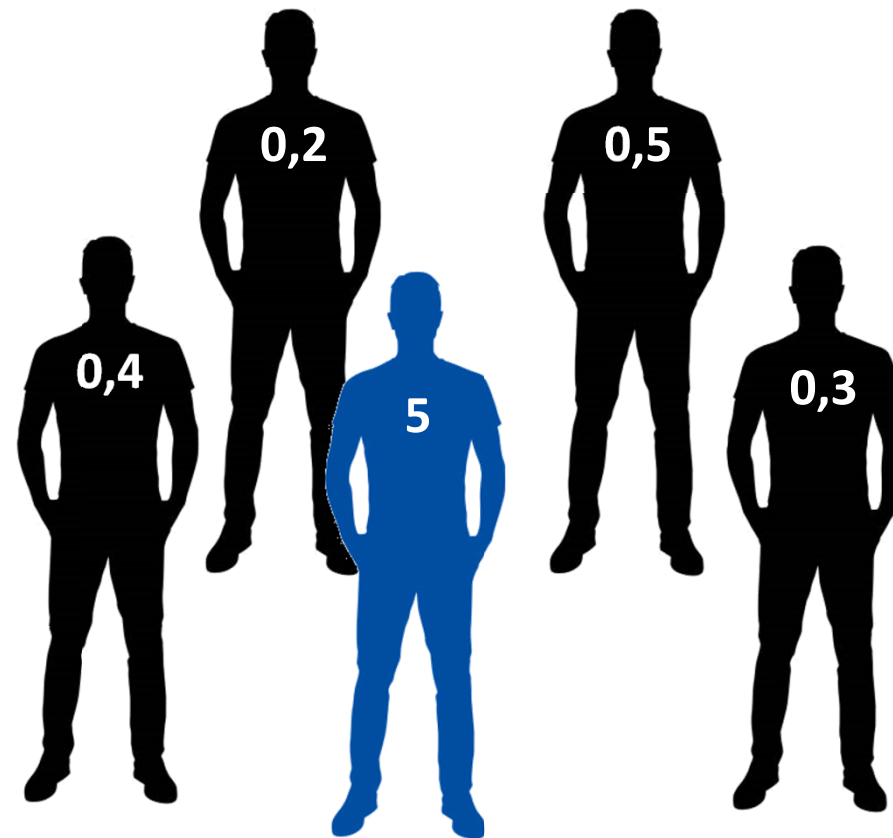
Procédé de soudage

Présence de **ventilation à la source**

Interprétation des résultats



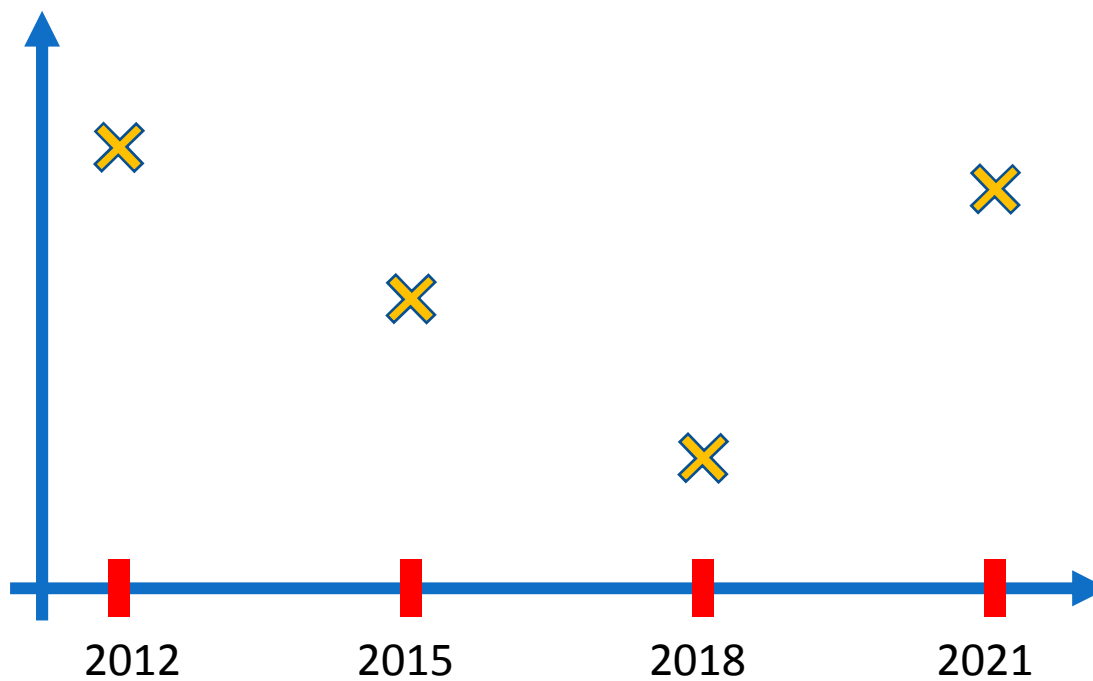




Monitoring d'une entreprise



Chromurie



Conclusion



La SBEP pour les fumées de soudage au regard des objectifs généraux de la SBEP

- Evaluer les risques pour la santé des travailleurs
⇒ **NON**
- Identifier des groupes à risques au sein d'un atelier
⇒ **OUI**
- Evaluer l'efficacité des mesures de réduction des expositions mises en place
⇒ **OUI**
- Assurer la traçabilité des expositions professionnelles à l'échelon individuel et collectif
⇒ **Plutôt OUI**
- Sensibiliser les salariés et l'employeur
⇒ **OUI**

Merci
pour votre attention



AHI33
Prévention et Santé au Travail

    [ahi33.org](https://www.ahi33.org)