

FUMÉES DE SOUDAGE

RISQUES POUR LA SANTÉ

Dr Sandra AYMERIC

Centre de Consultation De Pathologie Professionnelle - CHRU De Tours

La Chaussée Saint Victor, 07 Novembre 2019



Les fumées de soudage et des techniques connexes

INTRODUCTION

- Activité de soudage et techniques connexes (brasage, coupage, projection thermique)
- Dangers
 - Fumées
 - /!\ Ne pas oublier les autres risques:
 - Electrification, électrocution, chutes, brûlures
 - Lésions oculaires, lésions auditives
 - Troubles musculo-squelettiques
 - Opérateur ET personnes à proximité

FUMÉES DE SOUDAGE (& Co)

- Fumées = gaz + poussières (particules métalliques ultrafines)
- Composition dépend :
 - Du procédé
 - Soudage, brasage, coupage, projection thermique
 - À la flamme, à l'arc, au laser, plasma, T°
 - Gaz protecteur (actif, inerte, débit)
 - Intensité, tension, vitesse, position
 - Des matériaux
 - De base: pièce métallique, revêtement, contaminants
 - D'apport: électrode/fil (enrobage, diamètre)
- En contact avec:
 - Les voies respiratoires (voies aériennes sup, bronches, alvéoles pulmonaires)
 - Agression des muqueuses et des alvéoles
 - Passage dans le sang → rein, système nerveux (cerveau...)
 - Yeux

GAZ et PARTICULES : vue d'ensemble

- Fumées = gaz + poussières (particules métalliques)

Gaz

NO, NO₂

CO

Ozone

Phosgène

Formaldéhyde

Cyanure d'H

Colophane

Diisocyanate de toluylène

Hydrocarbures
(benzene, styrene,
pyrene, xylene)

...

Particules métalliques

Oxydes de:

Fe Al Sn Mn Cu

Zn Ni Co Mg Pb

Cd Be Molybdène

Fluorures

Baryum

Chrome VI

Dioxydes de titane

Pentoxyde de vanadium

Dioxyde de thorium...

FUMÉES DE SOUDAGE : vue d'ensemble

- **A la flamme**
 - oxydes d'azote
- **A l'arc avec électrodes enrobés**
 - oxydes de Fe, de K, de Mn, de Na, de Alu, de Ca, de Cu, de Ni, de Co
 - dioxydes de silicium, titane, fluorures
 - chrome VI
- **A l'arc sous protection gazeuse**
 - MIG et MAG → CO, ozone, oxyde de Fe, de Ni, de Cu, d'Al, chrome III
 - TIG → ozone, oxyde de Ni, thorium
- **Soudage par résistance**
 - oxydes métalliques
 - Pièces enduites d'huile ou graisse → substances organiques
- **Soudage laser**
 - NO_x, CO, O₃, oxydes Co, de Ni, d'Al, de Fe, de Cu, Chromes III (et VI)

Les principaux polluants émis lors des différents procédés de soudage en fonction des métaux d'apport

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 ($\leq 20\%$ Cr et $\leq 30\%$ 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 ($\leq 20\%$ Cr et $\leq 30\%$ Ni)	Oxyde de nickel Oxyde de manganèse*
	Acier chrome-nickel fil fourré ($\leq 20\%$ Cr et $\leq 30\%$ 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 ($\leq 20\%$ Cr et $\leq 30\%$ 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

* Lorsque le pourcentage de manganèse dans l'alliage ou dans l'ensemble « alliage et enrobage/fourrage » est $\geq 5\%$.

Source: INRS

Polluants	Type d'enrobage			
	acide	rutile	basique	cellulosique
Na ₂ O	2 – 4	2 – 4	2 – 4	2 – 4
Al ₂ O ₃	1 – 2	1 – 2	1 – 2	1 – 2
SiO ₂	30 – 40	30 – 40	≈ 10	≈ 10
K ₂ O	10 – 20	10 – 20	20 – 30	—
CaO	1 – 2	1 – 2	15 – 20	—
TiO ₂	< 1	≈ 5	≈ 1	≈ 1,5
MnO	≈ 10	≈ 7	≈ 6	≈ 5
Fe ₂ O ₃	≈ 40	20 – 30	20 – 30	70 – 80
F	—	—	12 – 16	—

Figure 11. La composition (exprimée en pourcentage) des fumées émises lors du soudage manuel à l'arc avec électrodes enrobées en acier non allié ou faiblement allié (selon la norme DIN 1913)

Source BGI 593

Source: INRS

Figure 13. Les principaux constituants des fumées émis lors du soudage MAG/MIG en fonction de la nature du matériau d'apport

Matériaux d'apport	Principal(aux) constituant(s) des fumées
Fil fourré basique non allié ou faiblement allié (sous gaz protecteur)	Oxyde de manganèse
Fil fourré fortement allié	Composés du chrome VI
Fil fourré non allié ou faiblement allié (sans gaz protecteur)	Oxyde de manganèse Composés du baryum (selon le type de fil fourré)

Source BGI 593

Source: INRS

Figure 17. Les constituants principaux des fumées émises lors du soudage laser à gaz CO₂

Procédé	Matériau de base	Constituant principal des fumées
Soudage laser (sans métal d'apport)	Acier non allié, faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Oxydes de fer
	Acier chrome-nickel (≤ 20 % Cr et ≤ 30 % Ni)	Oxyde de nickel
	Acier galvanisé	Oxyde de zinc
Procédé	Matériau d'apport	Constituant principal des fumées
Rechargement par soudage laser	Alliages à base de cobalt (> 60 % Co, > 20 % Cr)	Oxyde de cobalt
	Alliages à base de nickel (> 60 % Ni)	Oxyde de nickel
	Alliages à base de fer (< 40 % Cr, > 60 % Fe)	Oxydes de fer
	Bronzes d'aluminium (≈ 75 % Cu)	Oxyde de cuivre

Source BGI 593

Source: INRS

FUMÉES DES TECHNIQUES CONNEXES : vue d'ensemble

• COUPAGE

• A la flamme

- oxyde de Fe, oxyde d'azote
- Composition du gaz de coupe

• Plasma

- ozone, oxyde de Fe, oxyde de Ni, chrome VI
- Matériau de base découpé
- Nature du gaz plasmogène
- Gaz air comprimé ou azote → NO₂

• Laser

- Gaz de coupe: azote ou O₂

• PROJECTION THERMIQUE

- Polluants fonction du matériau à déposer
- oxydes d'azote, oxyde de Ni, chrome VI

• BRASAGE

• Brasage tendre (T° < 450 °C)

- Peu de particules si T° basse sinon: oxydes de Pb, de Cd, composés de l'étain
- Produits de dégradation des flux à base de colophane
- Selon flux → hydrazine, fluorure, chlorure, isopropanol...

• Brasage fort (T° > 450 °C)

- Produits d'apport + flux
- oxydes de Cd, Cu, Zn, Ag, Ni, Bore, antimoine

• Brasage MIG, laser, plasma (T° > 900 °C)

- oxyde de Zn (revêtement), oxyde de Cu (apport)

Les principaux polluants émis lors du coupage à la flamme, plasma et laser de différents matériaux

Procédé	Matériau de base	Constituant(s) principal(aux) des fumées
Coupage à la flamme	Acier non allié ou faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Oxydes de fer Dioxyde d'azote
Coupage plasma* Coupage laser	Acier non allié, faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Oxydes de fer
	Acier chrome-nickel ($\leq 20\%$ Cr et $\leq 30\%$ Ni)	Oxyde de nickel
	Nickel, alliages nickel ($> 30\%$ Ni)	Oxyde de nickel
	Matériaux à base d'aluminium**	Oxyde d'aluminium Ozone

* En cas d'utilisation d'air comprimé ou d'azote comme gaz plasmagènes, du dioxyde d'azote est également émis.

**Matériaux à base d'aluminium : aluminium pur, alliages d'aluminium.

Source BGI 593

Source: INRS

Les principaux polluants émis lors des différents procédés de projection thermique en fonction des matériaux à déposer

Procédé	Matériau à déposer	Constituant(s) principal(aux) des fumées
Projection thermique à la flamme (métallisation)	Acier non ou faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Oxydes de fer Dioxyde d'azote
	Acier chrome-nickel (≤ 27 % Cr et ≤ 22 % Ni)	Oxyde de nickel Dioxyde d'azote
	Nickel et alliages de nickel (> 60 % Ni)	Oxyde de nickel Dioxyde d'azote
	Aluminium et alliages d'aluminium	Oxyde d'aluminium Dioxyde d'azote
	Alliages de plomb	Oxyde de plomb Dioxyde d'azote
	Cuivre et alliages de cuivre	Oxyde de cuivre Dioxyde d'azote
Projection thermique à l'arc électrique	Acier non ou faiblement allié (éléments d'alliage < 5 %)	Oxydes de fer
	Acier chrome-nickel (≤ 27 % Cr et ≤ 22 % Ni)	Oxyde de nickel
	Nickel et alliages de nickel (> 60 % Ni)	Oxyde de nickel
	Aluminium et alliages d'aluminium	Oxyde d'aluminium
	Cuivre et alliages de cuivre	Oxyde de cuivre
Projection thermique plasma	Alliages cuivre-aluminium et cuivre-étain	Oxyde de cuivre
	Acier chrome-nickel (≤ 27 % Cr et ≤ 22 % Ni)	Oxyde de nickel Ozone
	Nickel alliages de nickel (> 60 % Ni)	Oxyde de nickel
	Alliages à base de cobalt (> 50 % Co)	Oxyde de cobalt

Source: INRS

Les principaux polluants émis lors des différents procédés de brasage en fonction des matériaux de base et d'apport

Procédé	Matériau de base	Matériau d'apport	Constituant(s) principal(aux) des fumées
Brasage MIG	Acier galvanisé	CuSi 3	Oxyde de cuivre Oxyde de zinc
	Acier chrome-nickel	AlBz 8	Oxyde de cuivre
Brasage laser	Acier galvanisé	CuSi 3	Oxyde de cuivre Oxyde de zinc
	Acier chrome-nickel	AlBz 8	Oxyde de cuivre
Brasage plasma	Acier galvanisé	CuSi 3	Oxyde de cuivre Oxyde de zinc
	Acier chrome-nickel	AlBz 8	Oxyde de cuivre

Source BGI 593

Source: INRS

PATHOLOGIES : vue d'ensemble

Pathologies **aiguës** et Pathologies **chroniques**

• Pathologies aiguës

- Appareil respiratoire
 - Irritation des voies aériennes sup
 - Irritation des bronches
 - Allergie
 - Fièvre des métaux
 - Œdème aigu du poumon
- Yeux
- Peau
- Appareil digestif

• Pathologies chroniques

- Appareil respiratoire
 - Bronchite chronique
 - Asthme
 - Surcharge pulmonaire (pneumoconiose)
 - Fibrose pulmonaire
 - Cancer broncho-pulmonaire
- Système nerveux central
- Rein

TOXICITÉ: vue d'ensemble (1)

Figure 8. Les principaux polluants contenus dans les fumées de soudage et des techniques connexes ainsi que leurs effets potentiels sur la santé

Polluants						
Particulaires (à base de ou d'oxydes de)				Gazeux		
Aluminium	Aluminium	Cobalt	Chrome VI	Formaldéhyde ³	Cyanure d'hydrogène ³	Formaldéhyde ³
Antimoine	Etain	Béryllium	Béryllium	Dioxyde d'azote		
Baryum	Fer		Cadmium	Ozone	Monoxyde de carbone	
Chrome	Titane		Cobalt	Phosgène ³		
Cuivre			Nickel	Diisocyanate de tolylène ³	Monoxyde d'azote	
Fluorures			Plomb	Colophane		
Magnésium			Titane			
Manganèse			Vanadium			
Molybdène						
Nickel						
Plomb						
Titane						
Vanadium						
Zinc						
Zirconium						
Irritants	Surcharge pulmonaire	Fibrose pulmonaire	Potentialité cancérogène ⁴	Irritants	Toxiques	Potentialité cancérogène
Toxiques					Anoxie	
Allergisants						
Atteintes bronchopulmonaires						

TOXICITÉ: vue d'ensemble (2)

Les principales pathologies qui peuvent être rencontrées chez les salariés amenés à effectuer des travaux de soudage, de coupage, de brasage, etc.

		Polluants
Pathologies aiguës	Œdème pulmonaire	Ozone, oxyde d'azote, phosgène
	Fièvre des métaux	Oxydes de zinc, de cuivre et de magnésium
	Asthme	Colophane, diisocyanate de toluylène, formaldéhyde
	Pneumonie toxique	Oxydes de manganèse, oxyde de cadmium, oxyde de béryllium
Pathologies chroniques	Pneumoconiose	Oxydes de fer, oxyde d'aluminium, oxyde d'étain, oxyde de béryllium
	Bronchite chronique	Oxydes d'azote, ozone, composés du chrome VI, oxydes de nickel, oxydes de manganèse, oxyde de cadmium
	Atteinte du système nerveux central	Oxyde d'aluminium, oxydes de manganèse
	Atteinte rénale	Oxyde de cadmium, oxyde de plomb, dioxyde de thorium
	Cancer bronchopulmonaire*	Oxydes de nickel, composés du chrome VI, oxyde de cadmium, oxyde de béryllium

*La survenue de cancers bronchopulmonaires chez les soudeurs reste discutée. Plusieurs études et méta-analyses retrouvent un risque relatif de cancer du poumon de 1,3 environ chez les soudeurs. Deux facteurs de confusion ont été fréquemment évoqués pour expliquer cet excès de cancer du poumon : le tabagisme et l'amiante.

GAZ TOXIQUES (1)

Monoxyde de carbone	<p><u>Suraigue</u> Coma, arrêt cardio-respiratoire, décès</p> <p><u>Aigue</u> Nausées, vomissements, céphalées, vertiges</p>	Soudage sous gaz actif MAG → CO ₂ → CO
Oxydes d'azote	<p><u>Suraigue</u> Arrêt cardio-respiratoire</p> <p><u>Aigue</u> Irritation des voies aériennes sup (toux, dyspnée) puis œdème du poumon</p>	Flamme ou arc électrique → oxydation de l'azote de l'air → NO, NO ₂
Ozone	<p><u>Aigue</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Respi (toux, dyspnée, œdème poumon)- Yeux irritation- Rein (néphrite)- Neuro (céphalées, vertiges, troubles parole, coordin° mvts, vigilance) <p><u>Chronique</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Respi (bronchopathie, emphysème, fibrose)- Neuro (céphalées, trbles mémoire)	O ₂ de l'air + UV (photolyse) → O ₃

GAZ TOXIQUES (2)

Phosgène	<p><u>Aigue</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Respi (irritation muqueuses nez larynx, toux, œdème poumon)- Dig (vomissements, douleur gastrique)- Peau irritation <p><u>Chronique</u>: mal connu</p>	Agents dégraissants contenant des hydrocarbures chlorés → dégradation thermique ou UV → COCl ₂
Colophane	<p><u>Respi</u>: symptomatologie asthmatiforme (mécanisme allergique – sensibilisation en qq semaines ou plusieurs années)</p> <p><u>Peau</u>: eczéma, dermite de contact allergique</p>	Brasage tendre: flux contenant colophane → dégradation → vapeurs de colophane
Cyanure d'hydrogène	<p><u>Aigue</u></p> <p>Vertiges, confusion, dyspnée, céphalées, coma, arrêt cardio-respi</p> <p><u>Chronique</u>:</p> <ul style="list-style-type: none">- Trbles généraux (céphalées, vertiges)- Dig (nausée, vomissements)- Yeux (conjonctivite)- Sensoriel, endocrinien	Revêtement des pièces

GAZ TOXIQUES (3)

Formaldéhyde	<p><u>Aigue</u> Irritant respi, oculaire</p> <p><u>Chronique</u> - Sensibilisation: Allergie respi (rhinite, asthme), cutanée (eczéma, urticaire), choc anaphylactique</p> <p>Cancer: nasopharynx, leucémie</p>	Revêtement des pièces
Diisocyanate de tolylène	<p><u>Aigue</u> - Respi (irritation muqueuse voies aériennes sup (rhinite, pharyngite), œdème poumon - Yeux irritation (conjonctivite, kératite) - Digestif irritation - Vertiges, céphalées, trbles concience, équilibre</p> <p><u>Chronique</u> - Sensibilisation: allergies respi, cut (eczéma, asthme) - BPCO</p>	Revêtement des pièces

PARTICULES TOXIQUES (1)

Oxyde de fer	<p><u>Chronique</u> Surcharge pulmonaire (pneumoconiose) = sidérose +/- fibrose pulmonaire</p>	Pièces en acier
Oxyde d'aluminium	<p>Irritation des voies respiratoires <u>Chronique</u> - Surcharge pulmonaire (pneumoconiose) = aluminose - Neuro (trbles mémoire, vigilance)</p>	Pièces en aluminium
Oxyde d'étain	<p>Irritation des voies respiratoires, yeux <u>Chronique</u> - Surcharge pulmonaire (pneumoconiose) = stannose</p>	Revêtement métallique, peinture, anciennes soudures, produit d'apport pour projection thermique ou brasage composé d'étain
Oxyde de manganèse	<p><u>Aigue</u> Irritation : alvéolite caustique <u>Chronique</u> - Neuro (trbles psychiques, moteur) - Respi (favorise maladie pulmonaire)</p>	Soudage à l'arc avec matériau d'apport contenant du manganèse

PARTICULES TOXIQUES (2)

<p>Oxyde de cuivre</p> <p>Oxyde de zinc</p>	<p>Fièvre des métaux (Sd grippal, toux, oppression thoracique)</p>	<p>Revêtement métallique, peinture, anciennes soudures, produit d'apport pour projection thermique ou brasage composé de cuivre → CuO</p> <p>Soudage d'aciers galvanisés ou de métaux peints → ZnO</p>
<p>Oxyde de molybdène</p> <p>Oxyde de magnésium</p>	<p>Irritation des voies respiratoires et yeux</p>	<p>Revêtement métallique, peinture, anciennes soudures, produit d'apport pour projection thermique ou brasage composé de molybdène ou de magnésium</p>
<p>Fluorures</p>	<p><u>Aigue</u> Irritation des voies respiratoires, yeux, peau</p> <p><u>Chronique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fluorose osseuse - Bronches 	<p>Electrodes à enrobage basique</p> <p>Fils avec fluorures</p> <p>→ CaF₂, KF, NaF...</p>

PARTICULES TOXIQUES (3)

<p>Composés du baryum</p>	<p><u>Aigue</u> - Trbles dig, vomissements - Crampes musculaires - Paralysie membres et respi - Trbles cardio-vasculaires</p> <p><u>Chronique:</u> ?</p>	<p>Electrodes à enrobage contenant du baryum Fils fourrés contenant du baryum → BaCO₃, BaF₂</p>
<p>Composés du chrome VI</p>	<p><u>Aigue</u> Irritation voies respiratoires, yeux, peau</p> <p><u>Chronique</u> - Respi (ulcération muqueuse nasale et bronchique, rhinite, laryngite, bronchite) - Peau (ulcération, dermite eczématiforme) - Dig (œsophagite, gastro-entérite, ulcère)</p> <p>Cancérogène poumon</p>	<p>- Soudage à l'arc avec électrode enrobée d'acier contenant du chrome (acier inoxydable) - Revêtement de pièces avec chromate de Zn - Fils fourrés contenant du chrome</p>

PARTICULES TOXIQUES (4)

Oxyde de nickel	<p><u>Aigue</u> Détréresse respiratoire</p> <p><u>Chronique</u> Bronchite, trble fonction respi</p> <p>Cancérogène</p> <ul style="list-style-type: none">- Poumon- Cavités nasales	<p>Soudage de pièces nickel, acier inox, acier galvanisé, alliages nickel, métaux nickelés</p> <p>Projection thermique nickel</p>
Oxyde de cadmium	<p><u>Aigue</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Irritation voies respiratoires, digestives (vomissements)- Frissons, T°, céphalées- Œdème poumon <p><u>Chronique</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Respi (rhinite, laryngite, bronchite, emphysème)- Rein- Os (démínéralisation, douleurs) <p>Cancérogène</p> <ul style="list-style-type: none">- Poumon- Prostate	<p>Brasage avec apport de cadmium (brasage à l'argent)</p> <p>Soudage de pièces avec revêtement contenant du cadmium</p>

PARTICULES TOXIQUES (5)

Oxyde de béryllium	<p><u>Aigu</u> - Irritation voies respiratoires - Bronchopneumopathie</p> <p><u>Chronique</u> Surcharge pulmonaire (pneumoconiose) = beryllose</p> <p>Cancérogène poumon</p>	Soudage matériaux contenant du béryllium
Oxyde de cobalt	<p><u>Aigu</u> - Irritation voies respiratoires - Irritation yeux</p> <p><u>Chronique</u> Rhinite, asthme, alvéolite, fibrose pulmonaire</p> <p>Cancérogène poumon</p>	Soudage alliage cobalt Projection thermique cobalt

PARTICULES TOXIQUES (6)

Oxyde de plomb	<p><u>Aigu</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Digestif (œsophagite, gastrite, vomissements, diarrhée)- Neuro (encéphalopathie, hypertension intracrânienne, coma) <p><u>Chronique</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Anémie- Digestif (vomissements, « colique au plomb »)- Neuro (fonctions cognitives)- Rein (néphropathie tubulaire interstitielle diffuse) <p>Cancérogène ?</p>	Revêtement métallique, peinture, anciennes soudures, produit d'apport pour projection thermique ou brasage composé de plomb
Dioxyde de titane	<p><u>Aigu</u></p> <p>Irritant des voies respiratoires,</p> <p><u>Chronique</u></p> <p>Pneumoconiose ?</p> <p>Cancérogène ?</p>	Enrobage des électrodes (électrode rutile)

PARTICULES TOXIQUES (7)

Pentoxyde de vanadium	<p><u>Aigue</u> Irritation voies respiratoires Poumons Gastro-intestinal Peau Cardio Système nerveux</p> <p><u>Chronique</u> Irritation voies respiratoire, bronchite, emphysème Irritation yeux Cancérogène ?</p>	Revêtement métallique, peinture, anciennes soudures, produit d'apport pour projection thermique ou brasage composé de vanadium
Dioxyde de thorium	<p>Contamination radioactive interne par stockage dans os, poumons, ganglions, foie, rein</p> <p>Emission particules alpha → cancérogène:</p> <ul style="list-style-type: none">- foie (angiosarcome)- lymphome- os (sarcome)	Affûtage et polissage des électrodes en tungstène thorié (soudage TIG)

CONCLUSION

- Nombreux effets sur la santé
- Les effets dépendent de la composition des fumées
- La composition dépend des procédés et matériaux

→ Prévention +++

Merci de votre attention

Des questions ?



shutterstock.com • 580048861

Figure 6. **La classification des principaux agents cancérogènes rencontrés lors des activités de soudage et des techniques connexes**

Agents cancérogènes	Union européenne	CIRC
Béryllium, oxyde de béryllium	1B par inhalation	1
Cadmium	1B	1
Chrome VI	1A	1
Cobalt	–	2B
Dioxyde de titane	–	2B
Formaldéhyde ²	2	1
Nickel	2	2B
Certains composés du nickel : oxyde de nickel, dioxyde de nickel, etc.	1A par inhalation	1
Pentoxyde de vanadium	–	2B
Plomb	2 (composés du plomb)	2B (métal) 2A (dérivés inorganiques)
Rayonnements ionisants alpha (thorium)	–	1

Source: INRS