

Le risque toxique lors des opérations de brasage fort dans le secteur du BTP

F. MICHIELS¹, B. BOUARD¹, F. RIVIERE¹, C.MALLANTS²



Rappels technologiques

Brasage: « collage » de deux pièces métalliques par un métal d'apport.

- Travail avec une flamme nue
- Seul le métal d'apport fond
- Température $> 450^{\circ}\text{C}$ (600 à 900)
- Utilisation de flux



Applications dans le BTP

- « plomberie »: Génie climatique, robinetterie, conduites d'eau.
- Réseaux de conduites de gaz (baguettes agréées ATG)
- Serrurerie, tôlerie
- Menuiserie métallique



Origine de la toxicité: les « fumées »

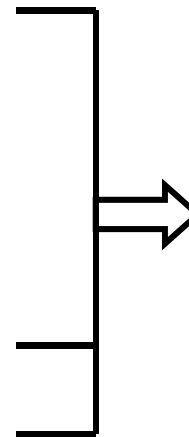
« suspension de particules solides dans un gaz »

- Phase gazeuse:

- Gaz
- Vapeurs

- Particules:

- emport direct
- par condensation
- par solidification



Comparaison des
températures de travail
et des propriétés
physiques des
éléments présents



Données toxicologiques à intégrer

- Composition des métaux de base
 - Composition du métal d'apport
 - Composition du flux
 - Gaz générés
 - Présence de résidus indésirables
-
- ⇒ Composition initiale accessible
 - ⇒ Identification des composés secondaires: ?



Méthodologie de l'analyse

- Phase 1:
 - Analyse de la composition des matériaux de base et d'apport chez les principaux fabricants
 - Recherches des propriétés fondamentales des métaux repérés
- Phase 2: recherches bibliographiques sur la toxicité de chaque métal (analyse du danger)
- Phase 3: synthèse des données et essai de « hiérarchisation » (approche du risque théorique)



métaux de base (non exhaustif)				
alliage	composant	taux	Température de fusion	température d'ébullition
	cuivre	100	1083	2595
laiton	Cu	54/96	1083	2595
	Sn	0/1,3	232	2270
	Zn	3,6/42,7	420	907
	Pb	0/3,5	327,4	1740
	Ni	0,1/3	1453	2732
	Fe	0/4	1536	2750
	Al	0/7	660,4	2467
	As	0/0,05	814 à 36atm	615
	Mn	0/5	1247	1962
	Si	0/5	1410	2355
P	0/0,01	44,1	280,5	
bronze	Cu	61,25/98,24	1083	2595
	Sn	0,5/22	232	2270
	Zn	0/9	420	907
	Pb	0/28	327,4	1740
	Ni	0/2,5	1453	2732
	Fe	0/0,7	1536	2750
	P	0/0,4	44,1	280,5
	Sb	0/0,6	631	1380
	S	0/0,1	113	445
or	Au	100	1062	2000
platine	Pt	100	1772	3800



métaux d'apport				
type	métal	taux	Température de fusion	température d'ébullition
avec Cd	Cd	20 à 24	321	765
	Zn	13 à 22	420	907
	Cu	15 à 27	1083	2595
	Ag	30 à 40	960,5	2000
sans Cd	Cu	2 à 97	1083	2595
	P	0 à 7	44,1	280,5
	Ag	0 à 56	960,5	2000
	Zn	0 à 17	420	907
	Sn	0 à 5	232	2270



Synthèse de la première phase

⇒ Éléments métalliques théoriquement présents dans l'atmosphère de travail à un taux « significatif »

Liés au métal de base		Liés au métal d'apport
Cuivre	Etain	Cadmium
Aluminium	Zinc	Zinc
Arsenic	Plomb	Cuivre
Phosphore	Or	Argent
Antimoine		Phosphore
Soufre		Etain

⇒ borates, fluorures et colophane (flux); oxydes d'azote

Données de la littérature: classements

Métal	Classement CE	Classement CIRC	Phrases R
Plomb	R1	2B	61, 62
Cadmium	C2 M3 R3	1	26, 45, 62, 63, 68
Etain	/	/	
Cuivre	/	/	
Phosphore	/	/	R26/28
Zinc	/	/	
Argent	/	/	
Aluminium	/	/ (production : 1)	
Arsenic	Non CMR	1	R23/25
Antimoine	/ (trioxyde C3)	/ (trioxyde : 2B)	
Soufre	/	/ (dioxyde : 3)	
Bore	R2 (30ème ATP)	/	(60, 62)



Données de la littérature : organes cibles

Métal	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
Aluminium	Fièvre des métaux	Encéphalopathie, ostéomalacie, asthme voire fibrose pulmonaire (?)
Antimoine	Sd digestif aigu, myalgies, céphalées, fièvre, asthénie	Atteinte pulmonaire, jusqu'à la stibiose, dermite et lésions muqueuses ORL Trbles menstruels, fausses couches, malformations congénitales
Argent	/	Métal : / F. solubles: argyrie, argyrose
Arsenic	Sd digestif, encéphalopathie, hépatonéphrite	Dermite, lésions muqueuses ORL, alopecie, polynévrite, tbles sanguins K poumon, peau, foie
Cadmium	Pneumonie, SDRA, insuffisance rénale aiguë	Néphropathie, hépatite, cancer (poumon, prostate?), hyposmie



Données de la littérature : organes cibles

Métal	Toxicité aiguë	Toxicité chronique
Cuivre	Fièvre des métaux, Sd digestif léger, irritant	/
Etain	/ (oxydes : irritants légers)	Stannose
Or	/	Allergie cutanée rare
Phosphore	Sd digestif aigu, insuffisance hépatique, rénale, encéphalopathie, troubles cardiaques	Atteintes hépatique et rénale
Plomb	Coliques, encéphalopathie, insuffisance rénale	Neuropathie, encéphalopathie, IRC, HTA, anémie, (cancer rein?)
Soufre	Irritant muqueuses, Sd digestif	Dermite eczématiforme
Zinc	Fièvre des métaux, irritant	/



Données épidémiologiques

- **Inoue S** (1994): pneumonie **cadmique** après brasage à l'argent
- **Seidal K** (1993) : pneumonie **cadmique** mortelle après brasage à l'argent
- **Cortona G** (1992): baisse isolée discrète du VR à l'EFR chez exposés chroniques au **cadmium**



Données épidémiologiques

- **Mason HJ** (1999): altération non réversible de la fonction rénale et décroissance lente de la **cadmiurie**
- **Gan SL** (1995): taux fréquemment > 10µg/l en cas de brasage à l'argent, avec 29.2% d'élévation de la bêta-2-microglobuline (néphropathie **cadmique**)
- **Rose CS** (1992) : 57% hyposmie ou anosmie chez exposés au **cadmium** (31% hyposmie chez témoins)



Brasage fort

- Données métrologiques

- Apostoli P (1997) : étude métrologique des fumées de huit types de soudage: 23 métaux, surtout: Zn, Al, Cu ...
- Matczak W (2002) : taux de particules métalliques dans les fumées très bas (total < 0.8mg/m³, plomb: 0.014 à 0.023 mg/m³)



Phase 3 : synthèse

- Un souci majeur théorique et pratique:

le cadmium

- A prendre en compte :

Brasage de laitons

Aluminium
Plomb (faible taux)
Arsenic (traces)
Phosphore (traces)

Brasage de bronzes

Plomb : taux parfois élevé
Antimoine (faible taux)

- Borates et colophane des flux



Discussion

- Approche toxicologique théorique
 - ☞ Incertitudes ⇒ critères « larges »
- Niveau de prise en compte arbitraire mais modulable
- Bonne concordance avec les données bibliographiques et métrologiques
- Démarche applicable à toutes les techniques d'assemblage à chaud des métaux



Application sur le terrain

- Recueil des références des métaux assemblés
- Recueil des FDS des baguettes
- Prise en compte des autres sources de risque liés au brasage (flux, gaz, résidus)
- Prise en compte des risques liés aux autres techniques de « soudage »
- Prise en compte des risques induits par les activités rattachées et par l'environnement de travail



Conclusion

- Aucune originalité: démarche toxicologique habituelle !
- Permet d'identifier les éléments potentiellement présents
- Oriente le conseil sur la métrologie
- Oriente la prescription des examens biométrologiques



MERCI
