



Opération très répandue dans de nombreux domaines professionnels, le brasage tendre peut exposer à plusieurs types de risques.

Après un rappel des différents outils et procédés, les principaux risques sont détaillés ainsi que les effets sur la santé des substances chimiques dangereuses susceptibles de se dégager..

Le brasage tendre

Le brasage n'est pas un procédé de soudage mais l'assemblage de deux pièces métalliques à l'aide d'un métal de nature différente des pièces assemblées. Ce métal d'apport a une température de fusion inférieure à celle des pièces à assembler et lui seul participe à la constitution du joint d'assemblage. L'assemblage des pièces se fait par recouvrement, comme pour un collage.

On distingue le brasage tendre et le brasage fort, selon que la température de fusion du métal d'apport est respectivement inférieure à 450 °C ou supé-

rieure à 450 °C. **Le brasage fort ne sera pas traité dans ce document.**

DESCRIPTION

Les métaux à assembler par brasage tendre peuvent être très variés : cuivre, laiton, zinc, acier, plomb, aluminium...

Le métal d'apport est généralement un alliage d'étain binaire voire ternaire avec divers métaux comme le plomb, l'argent mais aussi le cuivre, l'anti-

moine, le bismuth, l'indium, le cadmium, le zinc, l'or... L'alliage le plus couramment utilisé est composé d'environ 60 % d'étain et 40 % de plomb. La teneur en plomb peut cependant varier de 15 à 95 % en fonction de l'utilisation envisagée. Les alliages d'apport sont vendus dans le commerce sous des formes diverses (baguettes, tiges, barres, brames, fils, couronnes, pastilles, poudres, crèmes...).

Le brasage tendre est utilisé en plomberie (canalisation d'eau, de gaz...), en électronique (circuits imprimés...), en

électricité (connexion de fils...) ou encore en ferblanterie, en zinguerie, dans le secteur du bâtiment et des travaux publics, aussi bien par les professionnels que les particuliers.

Le flux

Le flux est un additif indispensable car il permet de décaper les pièces à assembler, de faciliter le mouillage de l'alliage d'apport et d'éviter la formation d'oxydes lors du brasage. Le choix du flux approprié dépend essentiellement de la nature des matériaux à braser.

Les flux peuvent être :

- résineux, à base de colophane,
- organiques non résineux, solubles ou non dans l'eau, à base d'alcools (isopropanol, propanol, éthanol) ou de solvants organiques...
- inorganiques, à base de chlorures, de fluorures, de borates, d'acide phosphorique, d'amines...

Leurs propriétés peuvent être modifiées par l'addition d'agents activants : composés halogénés, amines aliphatiques, acides organiques (glutamique, adipique, formique, oxalique...), hydrazine.

Les flux peuvent être incorporés dans les alliages d'apport. La quantité de flux varie selon les produits de 0,6 % à 3,9 %. Les fils à flux incorporé sont parfois appelés fils à âme décapante. Les flux peuvent aussi être appliqués séparément, sous forme liquide, solide ou pâteuse.

Certains flux sont très corrosifs (acide fluorhydrique, chlorhydrique...), d'autres moins, voire non corrosifs mais peuvent être allergisants comme la colophane, très couramment utilisée en brasage manuel.

LES OUTILS UTILISÉS

Le **FER ÉLECTRIQUE** peut monter jusqu'à la température de 250 °C voire 450 °C pour les fers utilisés en ferblanterie et en chaudronnerie.

Le **FER À GAZ OU LA LAMPE À SOUDER**, la température de ce type de fer s'échelonne de 350 à 600 °C environ. L'utilisation de cet outil se situe à la limite entre le brasage tendre et le brasage fort.

L'**ÉTAMAGE** consiste à recouvrir une pièce métallique d'une fine couche d'alliage d'apport

(généralement étain-plomb) en la trempant dans un creuset contenant l'alliage fondu. La température des creusets (au gaz ou électrique) est régulée à environ 200 - 250 °C. La pièce métallique doit préalablement être passée dans un bain de flux acide pour débarrasser sa surface des oxydes métalliques.

Le **SOUDAGE À LA VAGUE** : avec cette technique l'ensemble des micro-composants à la surface de la carte support est soudé en une seule opération à l'aide d'une installation automatisée. Les cartes sont d'abord décapées par un flux désoxydant. Elles effluent ensuite la

TABLEAU I - PRINCIPAUX EFFETS SUR LA SANTÉ DE CERTAINS COMPOSANTS DES FLUX DE BRASAGE

Colophane	
Affection respiratoire de mécanisme allergique du type asthme. Eczémas, dermatites de contact allergique. Plus rarement urticaires de contact.	VME = 0,1 mg/m ³ exprimé en formol TMP N° 65, 66
Fluorures	
Graves irritations des muqueuses, du système respiratoire et de la peau. Les effets chroniques les plus sévères provoqués par les fluorures caractérisés par l'atteinte des os n'ont jamais été observés chez les braseurs.	VME = 2,5 mg/m ³ en F TMP N° 32 FT 6, 191
Chlorures	
Irritations des muqueuses et du système respiratoire. Dermatitis	VLE = 7,5 mg/m ³ FT 13
Isopropanol	
Dermatitis irritatives, eczémas. Syndrome ébrieux	VLE = 980 mg/m ³ TMP N° 84 FT 66
Aminoéthyléthanolamine	
dermatites irritatives et eczémas allergiques	FT 49
Hydrazine	
Chez les braseurs : dermatites irritatives et eczémas allergiques. Classé cancérigène de catégorie 2	VME = 0,1 mg/m ³ FT 21

Légende des tableaux I et II
VME = valeur limite de moyenne d'exposition (mg/cm³)
VLE = valeur limite d'exposition (mg/cm³)

TMP = tableau de maladies professionnelles du régime général
FT = Fiches toxicologiques de l'INRS

RISQUES

Intoxication/irritation

Les fumées de brasage tendre contiennent peu de métaux car les températures atteintes (hormis le chalumeau à gaz) sont situées entre 180 et 250 °C. Le plomb commence à se volatiliser vers 550 °C et l'étain, l'argent, le cuivre bien au-delà. En revanche, ces fumées sont composées des produits de dégradation des flux utilisés (cf. tableau I).

Il est parfois nécessaire de procéder à un nettoyage préalable des pièces à braser à l'aide de solvants ou de solutions aqueuses acides ou alcalines. Ces opérations peuvent exposer les salariés à des produits toxiques, corrosifs ou inflammables. Ces produits chimiques

peuvent également être utilisés après le brasage pour le nettoyage des résidus de brasure.

À températures plus élevées, par exemple lors de l'utilisation de chalumeau à gaz, les fumées peuvent alors contenir des métaux dont les effets éventuels sur la santé sont décrits dans le tableau II.

Le risque d'intoxication au plomb (saturisme) est extrêmement faible lors du brasage manuel avec un fer à souder et un alliage 60 % étain - 40 % plomb. **En électronique, la soudure à l'étain-plomb expose surtout aux fumées de colophane.** Les opérations de grattage ou de limage des soudures peuvent provoquer l'inhalation de poussières métalliques et la contamination des mains.

Avec les fers à gaz, le risque de saturisme est généralement plus grand puisque l'on chauffe de plus grandes quantités d'alliage d'apport et qu'en cas d'échauffement excessif, davantage de fumées de plomb se dégagent. Le risque est encore accru avec l'utilisation de flux contenant du chlorure car le chlorure de plomb formé est beaucoup plus volatil. Il existe d'autres risques tels que l'exposition à l'oxyde de carbone en cas de combustion défectueuse.

Lors de l'étamage, les flux utilisés peuvent dégager des vapeurs et brouillards irritants pour les voies respiratoires. Ces mêmes vapeurs irritantes sont produi-

tes lorsque la mince couche de flux subsistant sur la pièce est vaporisée au moment de l'étamage. L'introduction d'eau dans le creuset peut provoquer des projections de métal en fusion. Le risque de contamination des mains lors de la mise en œuvre des flux est également préoccupant et il peut entraîner une ingestion de produits irritants ou toxiques ou encore un contact oculaire.

Les opérations de soudage à la vague ont lieu à l'intérieur d'une machine capotée et équipée d'une aspiration locale des vapeurs. La mise en place de telles mesures est indispensable car les quantités d'alliage d'apport (étain-plomb) sont importantes (jusqu'à plusieurs centaines de kilos) et des surchauffes locales peuvent avoir lieu. Avec une machine correctement ventilée, le risque d'intoxication par inhalation est généralement moindre que lors des activités de brasage tendre manuel.

Les activités de soudage à la vague et d'étamage génèrent des oxydes de plomb solides à la surface et sur les bords des bains de métal en fusion. Ces oxydes de plomb, plus communément appelés « scories », peuvent entraîner un risque de contamination des mains de l'opérateur lors des opérations d'écumage quotidien des bains de métal ou de la vague et lors du raclage hebdomadaire du matériel.

Brûlures thermiques

Ce sont la pointe et la panne du fer électrique qui sont responsables des brûlures, tandis qu'avec les fers et les lampes à gaz, c'est généralement le brûleur ou la flamme émise qui sont en cause. Un rangement inapproprié ou un entretien insuffisant peuvent aussi être à l'origine des brûlures thermiques.

Électrisation ou électrocution

Ce risque est généralement lié à l'utilisation de fer à souder électrique déféctueux ou au brasage de composants sous tension, notamment en électrocinétique et lors des travaux électriques. Les défauts souvent constatés sur un fer à souder sont des détériorations de l'isolant du câble d'alimentation provoquées par un contact avec la partie chaude du fer.

Blessures dues à la manutention

Ces blessures sont essentiellement des coupures, liées à la manipulation des

outils utilisés par les opérateurs tels que les pinces, les fils de métaux d'apport... Ces risques, bien que modérés, doivent cependant être prévenus car ils pourraient en engendrer d'autres : pénétration facilitée de poussières toxiques par les plaies...

Incendie

Ce risque dépend de l'état des fers à braser et du poste de travail. Il est amplifié en présence de matériaux ou de substances inflammables (solvants, papiers, plastiques) ou explosives.

PRÉVENTION DES RISQUES

Dans un premier temps, il convient d'évaluer les risques professionnels à chaque poste de travail.

Information et formation du personnel

Les opérateurs doivent être informés des produits utilisés ou générés lors du brasage tendre ainsi que de leurs dangers et des risques encourus. Ils doivent aussi être formés à l'utilisation des équipements de protection collective et individuelle mis à leur disposition, aux mesures de prévention à appliquer.

Protection collective/Aménagement des locaux

Afin d'éviter le risque d'intoxication au plomb, il est recommandé d'utiliser des alliages d'apport sans plomb.

Ce sont en particulier des alliages étain-argent, étain-cuivre ou étain-argent-cuivre disponibles commercialement.

TABLEAU II - PRINCIPAUX EFFETS SUR LA SANTÉ DES MÉTAUX ET DE LEURS OXYDES

Plomb			
Saturnisme : Au niveau du sang : anémie Au niveau des reins : perturbation des fonctions d'élimination (insuffisance rénale chronique) Au niveau du système digestif : coliques du plomb Au niveau du système nerveux : troubles de l'humeur et de la mémoire Anomalies au niveau de la reproduction masculine et féminine Les oxydes de plomb sont classés toxiques pour la reproduction de catégorie 1			
	VME = 0,1 mg/m ³	TMP n°1	FT 59
Etain			
La toxicité du métal et de ses composés minéraux est très faible. L'inhalation de fumées d'oxyde peut provoquer des symptômes irritatifs locaux (conjonctivite, rhinite, dyspnée). A long terme, l'inhalation de fumées et de poussières d'oxydes peut entraîner une pneumopathie de surcharge, la stannose. L'étain peut être à l'origine de dermatites de contact.			
Argent			
Le métal est peu toxique. L'oxyde est irritant pour la peau, les yeux et les voies respiratoires et par inhalation prolongée peut provoquer l'argyrie (coloration bleu ardoise des muqueuses)			
	VME = 0,1 mg/m ³		
Cuivre			
L'inhalation de fumées d'oxyde de cuivre peut entraîner une irritation des voies respiratoires, des nausées et provoquer la fièvre des métaux (fièvre, frissons, nausées, toux et parfois vomissements et courbatures). Des dermatites de contact dues au cuivre sont possibles mais rares..			
	VME = 0,2 mg/m ³ en fumées	VME = 1 mg/m ³ en poussières	
Cadmium			
Atteinte pulmonaire, parfois fébrile, aiguë pouvant évoluer vers œdème pulmonaire parfois mortel Insuffisance rénale Cancer pulmonaire, l'oxyde de cadmium est classé cancérigène de catégorie 2			
	VME = 0,05 mg/m ³	TMP n° 61	FT 60
Antimoine			
Les oxydes sont irritants pour la peau, l'œil et les voies respiratoires et peuvent provoquer une bronchite chronique. L'antimoine peut entraîner une pneumopathie de surcharge, la stibiose. Le trioxyde d'antimoine est classé cancérigène de catégorie 3			
	VME = 0,5 mg/m ³	TMP n° 73	
Indium			
Effets toxiques de certains composés observés sur le foie, les reins et les poumons chez l'animal. Mal connue, la part relative de la toxicité de l'indium par rapport aux autres métaux dans les alliages paraît mineure			
Zinc			
L'inhalation de fumées d'oxyde de zinc peut entraîner une irritation des voies respiratoires et digestives et provoquer la fièvre des métaux (fièvre, frissons, nausées, toux et parfois vomissements et courbatures). L'inhalation de poussières de zinc semble moins dangereuse. Dans les deux cas, il ne semble pas y avoir d'effets chroniques.			
	FT 75		

Légende voir tableaux I

TABLEAU III - EXCEPTIONS CONCERNANT L'INTERDICTION DU PLOMB DANS LES SOUDURES (DIRECTIVE ROHS 2002/96/CE DU 27/01/03)

Plomb dans les soudures à haute température de fusion (c'est-à-dire des alliages étain-plomb contenant plus de 85 % de plomb)

Plomb dans les soudures pour les serveurs, les systèmes de stockage et de matrices de stockage (fin d'exemption 2010)

Plomb dans les soudures pour les équipements d'infrastructures de réseaux destinés à la commutation, la signalisation, la transmission ainsi qu'à la gestion de réseaux dans le domaine des télécommunications

Pour le secteur de l'électronique, la directive 2002/95/CE du 27 janvier 2003 du Parlement européen et du Conseil relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (RoHS) interdit entre autres la présence de plomb et de cadmium dans les nouveaux équipements électriques et électroniques mis sur le marché européen à partir du 1er juillet 2006, à certaines exceptions près (cf. tableau III).

Lors des opérations de brasage tendre, la mise en place d'un dispositif de captage des fumées au plus près de la source d'émission est recommandée afin que les fumées ne parviennent pas jusqu'au visage de l'opérateur. Les fumées doivent ensuite être évacuées di-

rectement à l'extérieur du local de travail. L'usage de la soufflette doit être proscrit. La ventilation évite d'une part l'inhalation des fumées par les salariés et d'autre part la pollution de l'atelier, limitant ainsi les risques de contamination par l'intermédiaire des mains ou des vêtements souillés.

Il faut veiller à l'application de bonnes pratiques d'utilisation et d'entretien du matériel de manière à limiter les risques de brûlures thermiques ou d'électrocution. Il est conseillé de ranger le matériel lorsqu'il n'est pas utilisé, dans un endroit approprié, à l'abri de tout matériau ou substances pouvant entraîner un risque d'incendie (papier, solvant, plastique...).

Les locaux de travail doivent être maintenus dans un bon état de propreté. Les scories et les gouttes de métal doivent être recueillies dans un récipient à couvercle. Il faut éviter qu'elles s'accumulent sur les postes de travail, les sols, le matériel.

Les travaux de brasage doivent être effectués loin de tout matériau combustible. La procédure de permis de feu doit leur être appliquée.

Équipement de l'opérateur/Protection individuelle

L'opérateur doit disposer d'un équipement complet de protection (lunettes,

gants, vêtement de travail...). Le recours à un appareil de protection respiratoire doit être exceptionnel et de courte durée. Les vêtements de l'opérateur et des autres personnes se trouvant dans l'atelier ne doivent pas être souillés de graisse ou de liquides inflammables.

Hygiène

Afin d'éviter toute intoxication par les voies cutanées et digestives, une bonne hygiène corporelle est indispensable. Il faut se laver les mains et le visage avant les repas et avant de quitter son lieu de travail. Il est recommandé de ne pas manger, boire, fumer, mâcher de la gomme ou se maquiller au poste de travail. Le plomb étant un métal très toxique, il faut éviter de tenir le fil de brasure dans la bouche ou de le couper avec les dents.

Il est également recommandé de se doucher après le travail, des douches doivent être à la disposition des salariés. Après le travail, les vêtements doivent être changés.

Surveillance médicale

Si l'opérateur est exposé à des poussières, fumées ou vapeurs de composants dangereux, des examens médicaux une fois par an sont conseillés. Des examens périodiques supplémentaires peuvent être organisés sur décision du médecin du travail, en particulier s'il y a lieu, le dosage du plomb dans le sang et les urines.

Une surveillance médicale particulière est assurée si l'exposition à une concentration en plomb dans l'air est supérieure à 0,05 g/m³, calculée comme une moyenne pondérée en fonction du temps sur une base de huit heures, ou si une plombémie supérieure à 200 µg/l de sang pour les hommes ou 100 µg/l de sang pour les femmes est mesurée chez un travailleur. La valeur limite biologique du plomb est fixée à 400 µg/l de sang pour les hommes et 300 µg/l de sang pour les femmes.

Auteurs : Michèle Guimon, Antoine Mercier •
Photos : Yves Cousson

PUBLICATIONS INRS ET NORMES

- TA 65 - Dermatoses professionnelles à la colophane. *Documents pour le médecin du travail*, 2002
- TR 31 - Asthme professionnel à la colophane. *Documents pour le médecin du travail*, 2003
- ND 1492 - Fils à souder à flux incorporé. Nuisances chimiques lors de la mise en œuvre. *Cahiers de Notes Documentaires*, 1984
- Cataldi met au point un étai aspirant. *Travail & Sécurité*, nov. 2001, pp. 34-35
- ED 742 - Soudage et coupage au chalumeau, 2004.
- ED 752 - Guide de ventilation n° 15. Réparation des radiateurs automobiles, 1992.
- C 90-550 : 1993 - Composants électroniques - généralités, Alliages, flux et crème à braser utilisés pour le brasage tendre, Définition des produits.
- UTE C 90-550 : 1995 - Guide d'application de la norme C 90-550 : 1993, Composants électroniques - généralités, Alliages, flux et crème à braser utilisés pour le brasage tendre.
- NF EN ISO 29453 : 1994 - Alliages de brasage tendre, Composition chimique et formes.
- NF EN ISO 29454-1 : 1994 - Flux de brasage tendre, Classification et caractéristiques, Partie 1 : Classification, marquage et emballage.