

SOUDURE



Conception : Groupe Toxicologie – Anancy Santé au Travail
Présentation : Docteur MALASSAGNE – Amaury BECUE (IPRP)



CONTEXTE

- La SOUDURE est une technologie pointue et très complexe
- Nombreuses interrogations des médecins du travail sur le suivi médical à mettre en place
- Le groupe toxicologie d'Annecy Santé au Travail a donc axé depuis 2006 une étude collective sur ce vaste sujet



METHODOLOGIE

- Recherches bibliographiques
- Formation Afometra et Institut international de la soudure : 1,5 jours
- Réalisation d'un livret de synthèse sur les différentes technologies de soudage et leurs risques associés pour la santé
- Etude de terrain (prélèvements atmosphériques, indice biologique d'exposition)



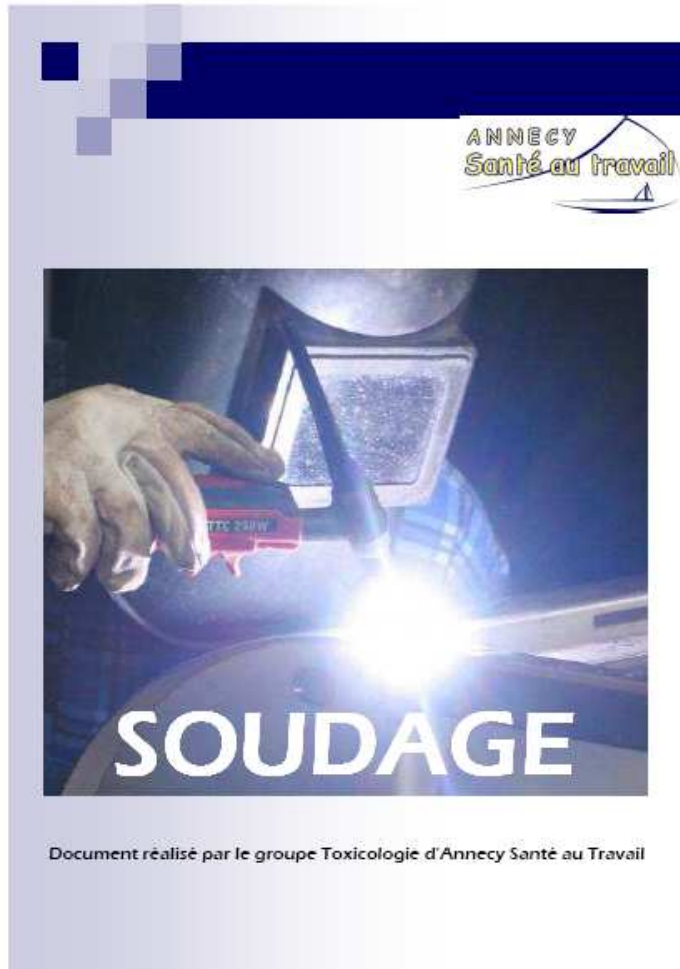
FORMATION

- 30 médecins formés : AST74 et AST-BTP
- Formation réalisée en Juin 2006

- Formateur INSTITUT INTERNATIONAL SOUDURE :
 - Daniel BEAUFILS (Directeur IIS) et Monsieur VERITE (ingénieur IIS)
 - ½ journée sur les différentes techniques de soudage
 - ½ journée sur la problématique fumée de soudage (composition)

- Formateur AFOMETRA :
 - Françoise JACQUET (MIRTMO, formatrice afometra)
 - ½ journée sur les risques pour la santé et la réglementation

LIVRET SOUDURE



Anncy Santé au Travail - Groupe Toxicologie - 2007

- Classification
- 1 page par type de soudure précisant comment reconnaître le type de soudure (schéma, définition) ainsi que les risques associés
- Moyens de prévention

Soudage par résistance

Soudage à l'arc électrique

Soudage Oxygaz

Electrode réfractaire

Manuel

Semi automatique
(déroulé de fil)
(électrode fusible)

Protection gazeuse

Flux

Protection gazeuse

par point
• RSW

TIG
(gaz inerte)
• GTAW

à l'arc avec
électrode
enrobée
• à la
baguette
• SMAW

MAG fil
fourré
• FCAW

MAG fil
plein
(gaz actif)
• GMAW

• MIG
(gaz inerte)
• GMAW

• au
chalumeau
• autogène
• à la flamme
• OFW

SOUDEGE A L'ARC AVEC ELECTRODE ENROBEE

Soudage à la baguette
Soudage SMAW
Soudage MMA

1. CLASSIFICATION

- Soudage à l'arc électrique
 - Soudage manuel

2. DEFINITION

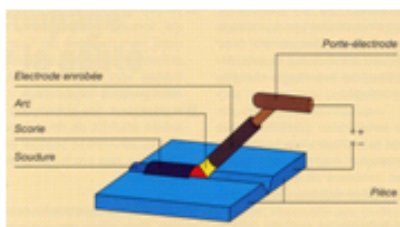
Le soudage à l'arc avec électrode enrobée est le procédé de soudage le plus communément employé pour les travaux d'entretien et de réparation. Dans ce procédé, on fait jaillir un arc électrique entre la pointe de l'électrode et le métal à souder. L'électrode est constituée d'une âme métallique, meublée de flux ou d'un mélangement (enrobage). L'électrode fond au fur et à mesure de l'opération de soudage.

Le flux protège de l'air ambiant les ions métalliques de l'arc et assure ainsi la stabilité de l'arc. A mesure que le flux fond, il dégage des fumées et dépose un laitier protecteur sur le métal en fusion.

Ce type de soudage est utilisé pour les travaux d'entretien et de réparation effectués sur l'acier doux, l'acier inoxydable, l'aluminium et les métaux non ferreux. Dans les ateliers de soudage, ce type de soudage est peu utilisé.

Le soudage à l'arc avec électrode enrobée tend à être remplacé par le soudage MIG- MAG.

3. SCHEMA



OXY GAZ

MIG

MAG-MI plein

MAG-fil fourré

BAGUETTE

TIG

RESISTANCE

OXY GAZ

MIG

MAG-MI plein

MAG-fil fourré

BAGUETTE

TIG

RESISTANCE

4. RISQUES PRINCIPAUX

Les 3 risques principaux sont :

→ Risque lié aux FUMÉES

- Dégageant des particules de métaux ++
 - o Chrome VI+++ et acier inox
 - o Chrome III+
 - o Mn+++ et acier doux
 - o Ni++ et acier inox
 - o Fe+
 - o Silice possible

Globalement :

- les électrodes basiques dégagent plus de fumées
- si l'intensité du courant augmente, l'émission de fumées augmente aussi, de façon exponentielle : le postérieur doit donc bien connaître ce risque pour juger de la pertinence des indications.

→ Risque lié aux RAYONNEMENTS UV et IR (essentiellement pour soudage MMA sur aluminium)

→ Risque lié aux GAZ formés

- o Formation d'osone (O₃), NO, NO₂
- o Pouls de CO car pas de gaz d'apport
- o Dégageant de phos-gène si métal de garniture avec cobalt chloré
- o Autres gaz si métal point

Les autres risques sont :

- Brûlures (projection de laitier - 5000 à 6000 °C)
- Électriques

5. GENERALITES :

- Type d'utilisation : essentiellement pour les travaux d'entretien et réparation.
- Métaux soulés possibles : tous types de métaux
- Métal d'apport (âme de l'électrode) : fonte, acier, inox, titane
- Type d'enrobage possibles :
 - o électrodes rutiles (symbole R) : $TiO_2 + SiO_2 + FeO + Na_2O$ + oxyde de fer
 - o électrodes basiques (symbole B) : $CaO + CaF_2 + SiO_2 + FeO + Na_2O$
 - o cellulose (symbole C)
 - o oxydantes (symbole O)
 - o acides (symbole A)
- Courant :
 - o courant alternatif ou continu (tension : 17 à 80 V / Courant : 10 à 550 A)
 - o électrode + processus basique
 - o électrode - processus rutile.

1. CLASSIFICATION

- ⇒ Soudage à l'arc électrique
 - Soudage manuel

2. DEFINITION

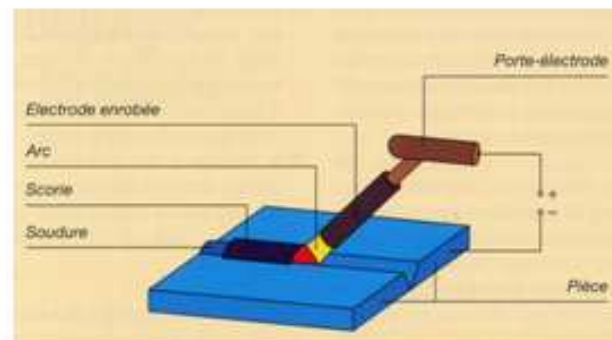
Le soudage à l'arc avec électrode enrobée est le procédé de soudage le plus couramment employé pour les travaux d'entretien et de réparation. Dans ce procédé, on fait jaillir un arc électrique entre le bout de l'électrode et le métal à souder. L'électrode est constituée d'une âme métallique, recouverte de flux ou d'un revêtement (enrobage). L'électrode fond au fur et à mesure de l'opération de soudage.

Le flux protège de l'air ambiant les ions métalliques de l'arc et assure ainsi la stabilité de l'arc. A mesure que le flux fond, il dégage des fumées et dépose un laitier protecteur sur le métal en fusion.

Ce type de soudage est utilisé pour les travaux d'entretien et de réparation effectués sur l'acier doux, l'acier inoxydable, l'aluminium et les métaux non ferreux. Dans les ateliers de soudage, ce type de soudage est peu utilisé.

Le soudage à l'arc avec électrode enrobée tend à être remplacé par le soudage MIG MAG

3. SCHEMA



4. RISQUES PRINCIPAUX

Les 3 risques principaux sont

⇒ Fumées :

- Dégagement de poussières de métaux ++
 - Chrome VI +++ si acier inox
 - Chrome III +
 - Mn +++ si acier doux
 - Ni ++ si acier inox
 - Fe +
 - Silice possible

Globalement :

- les électrodes basiques dégagent plus de fumées
- si l'intensité du courant augmente, l'émission de fumées augmente et ce, de façon exponentielle : le préventeur doit donc bien connaître ce risque pour juger de la pertinence des indications.

⇒ Rayonnements UV et IR : essentiellement pour soudage MMA sur aluminium

⇒ Gaz formés :

- Formation d'O₃, NO, NO₂
- Peu de CO car pas de gaz d'apport
- Dégagement de phosgène si métal dégraissé aux solvants chlorés
- Autres gaz si métal peint

Les autres risques sont :

⇒ **Brûlure** (projection de laitier – 5000 à 6000 °C)

⇒ **Chocs électriques**



5. GENERALITES :

- Type d'utilisation : essentiellement pour les travaux d'entretien et réparation
- Métaux soudés possibles : tous types de métaux
- Métal d'apport (âme de l'électrode) : fonte, acier, inox, stéelite
- Type d'enrobages possibles :
 - **électrodes rutiles** (symbole R) : $TiO_2+SiO_2+K_2O+Na_2O$ + oxyde de fer
 - **électrodes basiques** (symbole B) : $CaO+CaF_2+SiO_2+K_2O+Na_2O$
 - **cellulosiques** (symbole C)
 - **oxydantes** (symbole O)
 - **acides** (symbole A)
- Courant :
 - courant alternatif ou continu (tension : 17 à 80 V / Courant : 10 à 550 A)
 - électrode + si procédé basique
 - électrode - si procédé rutile.

PREVENTION

Risques liés aux fumées et aux gaz :

- **Diminution de taux de production de fumées et de contaminants**
 - Elever la peinture, l'huile outout autre recouvrement de surface
 - Eviter d'utiliser des solvants chlorés
 - Assurer un temps de séchage suffisant des solvants
- **Modification du procédé afin de diminuer les fumées**
 - Diminution possible de l'intensité du courant
 - Diminution possible de la longueur de l'arc
 - Diminution possible du diamètre des électrodes et/ou modification de l'enrobage de l'électrode
 - Préférer le soudage sur courant continu négatif ou courant alternatif
 - Parmi les procédés de soudage sous gaz protecteur, privilégier le TIG au MIG et le MIG au MAG
 - Dans le cadre du TIG, privilégier les baguettes de tungstène cérié aux baguettes de tungstène thoré. A défaut, privilégier les embouts contenant le moins de thorium (diminution du risque radioactif)
 - L'addition de zinc dans le fil d'apport (MIG) élimine quasiment la présence de chrome hexavalent dans les fumées émises
- **Mesures organisationnelles**
 - Isoler autant que possible les opérations de soudure du reste de l'aire de travail. Des mesures organisationnelles, du type du regroupement des postes de soudage dans un secteur donné où la ventilation générale est adéquate
- **Captation à la source des fumées et contaminants (cf. annexe)**
- **Protection respiratoire**
 - Masque jetable (pas d'effet sur les gaz)
 - Masque à cartouche
 - Masque à addition d'air

Risques pour la peau et les yeux

- **Protection contre les rayonnements**
 - Porter un masque (ou lunette pour l'oxygaz) équipé d'un filtre adéquat (cf. annexe)
 - Porter des vêtements manches longues
 - Eviter les vêtements synthétiques car ils peuvent laisser passer le rayonnement UV
 - Protéger les travailleurs avoisinant à l'aide d'écran de protection ou rideaux (hauteur > 2m, bord inférieur à 50 cm du sol)
- **Protection contre les brûlures et les projections**
 - Porter des gants de cuir ou en fibre de verre (avec manchon pour protéger les avant bras)
 - Porter des chemises à manche longue
 - Chaussures de sécurité en cuir montantes à semelles isolantes
 - Eviter tous vêtements synthétiques (collent à la peau sous l'effet d'une étincelle ou de gouttelettes de métal en fusion)
 - Utiliser des écrans pour confiner la projection d'étincelle
 - Pas de briquet dans la poche

Risque d'incendie – explosion

- Extincteur adapté à proximité
- Eloigner les matériaux combustibles des postes de soudage
- Stocker les bouteilles de gaz à l'ombre et à une température inférieure à 50 °C
- Stocker les bouteilles d'oxygène à l'écart des bouteilles combustibles (minimum 6 m)

Risques d'électrisation

- Mettre l'équipement hors tension si l'équipement n'est pas utilisé
- Port de gant de cuir, d'un tablier de soudure permet de réduire le risque de décharge électrique
- Port de vêtements secs
- Utiliser un support isolant pour déposer le poste électrode
- Laver régulièrement les vêtements de travail afin d'éviter l'accumulation d'huile ou de graisse



EN COURS

- Etude technique en entreprise
 - Soudeur TIG / MIG
 - 25 entreprises du bassin annécien
 - Dosage atmosphérique : particules totales + 4 métaux (chrome, nickel, manganèse, fer)
 - IBE urinaire (3 métaux : chrome – nickel - manganèse)
- Définition d'un suivi médical (en collaboration avec AST grand Lyon)



MERCI DE VOTRE ATTENTION

**Livret soudure disponible sur le site internet
d'ANNECY SANTE AU TRAVAIL**

www.ast74.fr/presentation/IPRP/etudes/index.html