### Découvrez nos autres modules en soudage :

- TIG, MIG, MAG, pulsé, fil fourré avec / sans gaz, rechargement
- Arc avec électrode enrobée, fil fourré avec / sans gaz
- Brasage, oxyacétylénique OA
- Oxycoupage, laser, soudage plasma et découpe
- Par résistance (point, bossage, molette et bout), micro-soudage
- Assurance qualité en soudage, cahier de soudage, etc.









### **FORMATION - QUALIFICATION - ASSISTANCE**

2, rue Jean BART 37510 Ballan-Miré - France

Tél.: **02.36.16.24.07** - Fax : 08.21.48.17.56

Email: info@sdservice.fr

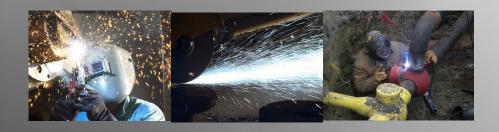
www.sdservice.fr

SD Service S.A.R.L. - RCS Tours 498 481 969 Enregistré sous le numéro d'organisme de formation n° 24 37 02 793 37



### Le soudage:

Le procédé arc avec électrode enrobée





# Qu'est ce qu'un Acier?



·	
·	

### 1) Rappels métallurgiques:

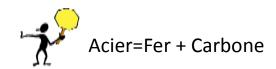
1.1) L'acier:

### Composition:

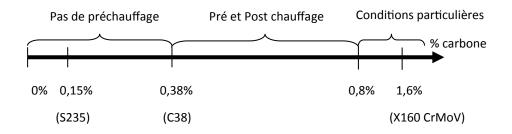
- Fer + Carbone + éléments d'alliages + impuretés

### Température de fusion :

- 1300° à 1500 °Celsius



### 1.2) Diagramme FER/CARBONE simplifié:





Carbone> 0,4 % Pré et Post Chauffage

### 1.3) Eléments d'alliages et éléments d'additions:

Un élément d'addition est un élément chimique ajouté intentionnellement dans l'obtention de propriétés données et dans un but précis.

• Mn : fixe le soufre , il est désulfurant

• **Si**: empêche l'effervescence

• Al: anti-vieillissement et calmant

• Cr, Mo: augmente la tenue au fluage

• Ni: Bonne tenue au froid

• *Ti,Nb*: désoxydant, dénitruant



### Eléments d'alliages: Améliorent les caractéristiques mécaniques

### 1.4) Les impuretés:

Les impuretés sont des éléments chimiques incorporée non intentionnellement dans l'acier, donc indésirables. Ces impuretés présentent souvent une influence négative sur les propriétés générales du matériau.

- **S**: Diminue la température de fusion, risque de fragilité à chaud
- **H**: Le plus néfaste, éviter l'humidité
- **N**: Vieillissement de matériaux
- O: Effervescence du matériaux



Impuretés:
Diminues les caractéristique
mécaniques

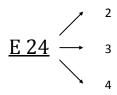
 	·	

# Note:

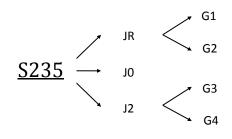
### 1.5) Désignation des aciers non alliés, faiblement alliés et fortement alliés:

### Les aciers non alliés, type S235:

Ancienne norme: NFA 35501



Nouvelle norme: NFEN 10027



E= Limite d'élasticité, Re=24 KgF/mm²

2=JR= énergie de rupture à -20°C

3=JO= énergie de rupture à 0°

4=J2= énergie de rupture à 20°C

S= Acier de construction, Re=235 N/mm<sup>2</sup>

G1= effervescent

G2= Non effervescent

G3= Normalisé

G4= Etat de livraison au choix

### Les aciers alliés, type C38:

Ancienne norme: NFA 35501

### XC 38

Nouvelle norme: NFEN 10027

% de carbone x100 soit acier avec 0,38% de carbone

### C 38

### Les aciers faiblement alliés, type 10 Cr Mo 9 –10:

Les éléments d'alliages sont compris entre 1% et 5%.

Ancienne norme: NFA 35501

### 10 CD 9-10

Nouvelle norme: NFEN 10027

% de carbone x100 soit 0,1 %de carbone

C=Cr= % de Chrome x4 soit 2,25 de chrome

**D=Mo=** %de molybdène x10 soit 1 % de molybdène

### 10 Cr Mo 9-10

### Les aciers fortement alliés, type Z 160 CDV 6:

Les éléments d'alliages sont supérieurs à 5%.

Ancienne norme: NFA 35501

### Z 160 C D V 6

Nouvelle norme: NFEN 10027

Z=X=Acier fortement allié

% de carbone x100 soit 0,1 %de carbone

C=Cr= % de Chrome soit 6% de chrome

**D=Mo=** % de molybdène

V= % de vanadium

### X 160 Cr Mo V 6

### 3) Reconnaitre la panoplie du soudeur:

Indiquez, en regard de la dénomination, le numéro correspondant à l'outil ou à l'équipement désigné.

lunettes de protection
gants de cuir
tablier de cuir
pince
boléro
brosse métallique
guêtres
masque
marteau à piquer
casque

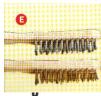






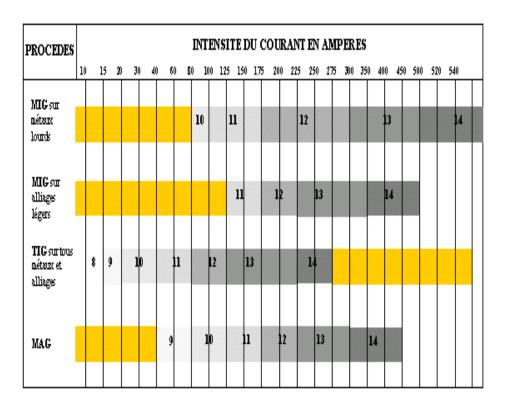












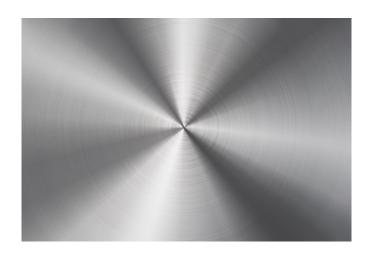


Captation des fumées à la source, Filtration des poussière, Evacuation des gaz à l'extérieur, Ventilation générale, Arrivée d'air frais

46



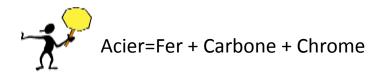
# Qu'est ce qu'un Acier Inoxydable?



### 1) Rappels métallurgiques:

### 1.1) L'acier: inoxydable:

Les aciers inoxydables sont des alliages fer-carbone (à bas carbone), fortement alliés au chrome, et souvent alliés à d'autres éléments comme le Nickel, le molybdène, le titane ou le nobium.



### 1.2) Le rôle chimique du chrome:

Le chrome confère l'inoxydabilité des aciers. En se combinant à l'oxygène, il fabrique à la surface des pièces une couche d'oxyde dite de passivation car elle rend l'acier imperméable aux produits corrosifs.

L'acier est considéré comme inoxydable à partir 10,5% de chrome et moins de 1,2% de carbone.



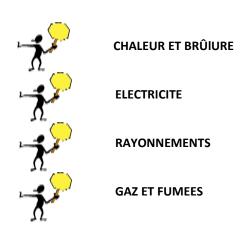
1.3) Les différents types d'aciers inoxydables:

### Martensitique:

- Contiennent 12 à 18 %de chrome
- Contiennent 0,1% à 1,5% de carbone
- Peuvent être additionnés de 1 à 4% de Nickel

Utilisation : Coutellerie, pièce de turbine, instruments chirurgicaux

### 1) Les principales nuisances:



### 2) Comment se protéger?:

### 2.1) Chaleur et brûlure:

Gants, Manchettes, Epaulière, Veste de soudeur, Tablier, Guêtre, Masque de soudeur, Cagoule, Paravents

### 2.2) Electricité:

Eviter les espaces confinés et humides, Gants isolant non humide, Chaussures isolées non humide, Vêtements isolants et secs, Conducteurs de courant intact

### 2.3) Rayonnements:

Dans un arc électrique, nous trouvons les Infrarouges et les Ultra-violets. Les risques sont les suivants: Coup d'arc, coup de soleil, conjonctivite.

Cagoules ou masques de protection avec filtres oculaires appropriés, éviter de porter des lentilles de contact.

Voir tableau page suivante



# La sécurité en soudage



### Ferritique:

- Contiennent 0,02 à 0,06 de carbone
- Contiennent 11% à 29% de chrome

<u>Utilisation</u>: Industrie automobile, appareils électroménagers, contact avec eau de mer

### Austénitique:

- Contiennent 16% à 20% de chrome
- Contiennent 8% à 25% de Ni
- Contiennent 0,015%à 0,1% de Carbone

<u>Utilisation</u>: produit alimentaire, restauration collective, hôpitaux





### Familles principales :

- -Austénitique
- -Ferritique
- -Martensitique



### 1.4) Désignation des aciers inoxydable:

### Martensitique:

Ancienne norme: Z 20 C13 Nouvelle norme: X 20 Cr 13

**Z=X** = Acier fortement allié

20 = Pourcentage de carbone x 100 soit 0,2 %

C=Cr = Chrome

**13** = Pourcentage de Chrome soit 13%

### Ferritique:

Ancienne norme: Z 8 C 17 Nouvelle norme: X 8 Cr 17

**Z=X** = Acier fortement allié

20 = Pourcentage de carbone x 100 soit 0,08 %

C=Cr = Chrome

**17** = Pourcentage de Chrome soit 17%

### Austénitique:

Ancienne norme: Z 2 CN 18-10 Nouvelle norme: X 2 CrNi 18-10

**Z=X** = Acier fortement allié

20 = Pourcentage de carbone x 100 soit 0,2 %

C=Cr = Chrome

N=Ni = Nickel

**18** = Pourcentage de Chrome soit 18%

**10** = Pourcentage de Nickel soit 10%

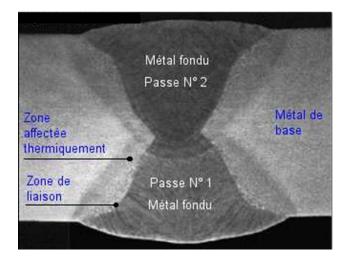
### 4) Récapitulatif des différents essais :

Visuel	Indications de surface
Ressuage	Indications de surface
Magnétosco- pie	Indications de surfaces et sous jacents
Radiographie	Indications internes
Ultrason	Indications internes
Macrogra- phie	Essai destructif

### 3) Les contrôles destructifs :

Le plus utilisé: L'examen macroscopique:

L'examen macroscopique (examen à l'œil nu) ou macrographique (examen avec un optique comme une binoculaire) permet de révéler la structure métallographique homogène ou hétérogène d'une coupe transversale d'une éprouvette soudée. Le réactif chimique appliqué sur la surface polie de l'éprouvette révèle, par dissolution à vitesse inégale, les hétérogénéités physiques et chimiques de la surface métallique examinée.



### 1.5) Quelques désignations::

Désignation Européenne	AISI (Américaine)			
Martensitique				
X30Cr13	420			
Ferri	tique			
X6Cr13	410 S			
X2CrTi12	409			
X3CrTi17	430 Ti			
Austér	nitique			
X5CrNi18-10	304			
X2CrNi18-9	304 L (*)			
X2CrNi19-11	304 L (*)			
X6CrNiTi18-10	321			
Austénitique avec molybdène				
X5CrNiMo17-12-2	316			
X2CrNiMo17-12-2	316 L (*)			
X6CrMoTi17-12-2	316 Ti			

(\*) La lettre L (low) désigne un alliage à bas carbone ; C<0,03%

### 1.6) Choix d'un acier inoxydable:

### Notion de corrosion :

On appelle corrosion l'altération des métaux et de leurs alliages sous l'action du **milieu environnant**. L'attaque corrosive débute à l'interface métal-solution et se propage en profondeur.

C'est pourquoi, les aciers inoxydables tiennent une place remarquable vis-à-vis d'un grand nombre de milieux agressifs grâce au phénomène de passivité ; du à la présence de chrome. Un film très mince, solidaire du métal de base, empêche le contact entre le métal et les agents plus ou moins agressifs du milieu environnant.

Les aciers inoxydables ne couvrent pas tous les types de corrosion , d'où l'élaboration d'une importante variété de nuances d'aciers inoxydables.



### Corrosion : altération du métal Acier Inoxydable



### Les milieux corrosifs :

**-**

-Gazeux : atmosphère industrielle, urbaine, marine

=

- **Solide** : résidus de combustion, dépôts calcaires

7

- **Liquide** : eaux, acides, substances organiques et minérales, métaux à l'état liquide.

### **Quelques exemples typiques:**

Substance en contact	Température d'utilisation	Nuance d'acier inoxydable
Vapeur d'eau	300-600	X2CrNiMo 17-13
Vins blancs	20	X2CrNiMo 17-10
Vins rouges	20	X6CrNi 18-09
Kérosène	200	X6CrNi 18-10
Jus de légumes	Conserverie	X8Cr 17
Gaz d'échappement		X15CrNi 24-13
Eau potable	20	X20Cr 12
Eau de mer		X8CrNiMoTi 18-12

### 2.4) Les ultrasons:

Le contrôle par ultrasons peut-être mis en œuvre sur un certain nombre de matériaux : métallique et non métallique. A noter que le contrôle des fontes, des alliages cuivreux, des aciers alliés et plus particulièrement des aciers inoxydables

austénitiques est délicat. Les ultrasons sont des ondes vibratoires qui se propagent dans les milieux élastiques. Lorsque les ondes rencontrent une interface de nature différente de la nature du milieu de propagation, il y aura réflexion de tout ou partie de l'onde incidente.

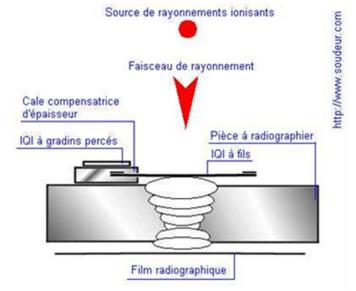


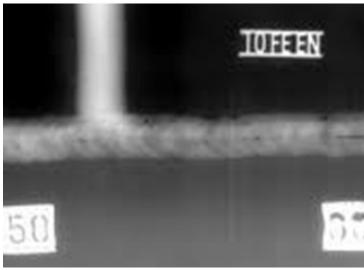


### 2.3) La radiographie:

Ce procédé permet de déceler les défauts de compacité orientés favorablement par rapport au rayonnement électromagnétique issu d'un générateur de rayons X ou d'un radioélément artificiel. Ce procédé s'applique à toutes sortes de matériaux de natures très différentes (papiers, matières plastiques, matériaux métalliques)

L'utilisation des rayonnements ionisants ne peut-être confiée qu'a du personnel apte médicalement et ayant suivi une formation en radioprotection.







# Qu'est ce qu'un Aluminium?



### 1) Rappels métallurgiques:

### 1.1) L'aluminium:

L'aluminium est un métal particulier , il n'existe pas à l'état natif, il possède une grande réactivité face l'oxygène et s'oxyde facilement à l'air. L'aluminium est extrait directement de l'alumine hydratée, provenant de la bauxite.

La température de fusion est d'environ 660° Celsius.



# L'aluminium est extrait de la bauxite

### 1.2) Les alliages d'aluminium:

De nombreuses recherches ont mis en évidence que des éléments tels que le cuivre, le magnésium, le manganèse, le silicium et le zinc peuvent être alliés à l'aluminium

### Voir Tableau ci après



Série 5000 et série 6000 Les plus courants

- L'application du révélateur (Généralement blanc)
- Interprétation des résultats
- La remise en l'état de la pièce

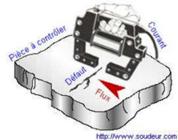




### 2.2) La magnétoscopie:

Appelé aussi « examen par aimantation », ce procédé ne s'applique qu'aux matériaux ferromagnétique : les aciers (sauf les inoxydables austénitiques ), les fontes, le nickel, le cobalt. Cet examen permet la détection des défauts superficiels ouverts mais également des défauts sous-jacents (1 à 2 mm sous la surface).





### 1) Généralités:

Toute assemblage soudé doit offrir des garanties optimales des sécurité et d'endurance aux conditions de service.

La qualité de l'assemblage prend ses racines à divers stades de la construction ou de l'utilisation : avant, pendant et après fabrication, maintenance.



### QUALITE=SECURITE

### 2) Les moyens de contrôles: les contrôles non destructifs

Toutes les opérations de soudage sont liées à la vigilance et à la conscience professionnelle du soudeur. En cours de fabrication, on effectuera un contrôle visuel. Des opérations de contrôles non destructifs peuvent être déclenchées à tout moment en cours de fabrication.

En fin de fabrication, pourra être effectué des examens de surface, **visuel**, **ressuage** et **magnétoscopie**, ainsi que des examens de compacité, **ultrasons** et **radiographie**.

Les normes applicables sur les critères d'acceptation des défauts sont les suivantes:

- -ISO 5817 pour les aciers
- -ISO 10042 pour les aluminiums

### 2.1) Le ressuage:

Cette méthode permet de déceler des défauts débouchant sur tout type de matériaux non poreux. C'est une technique simple à mettre en œuvre et peu coûteuse mais qui nécessite tout de même une qualification des opérateurs de contrôle.

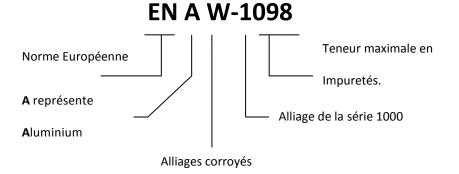
Le contrôle par ressuage comporte 6 opérations :

- Nettoyage de la surface à contrôler
- -L'application d'un pénétrant sur la surface à contrôler (Généralement rouge)
  - -L'élimination de l'excès de pénétrant

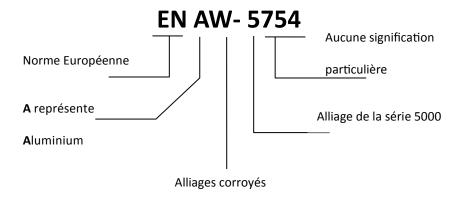
Famille	Eléments d'al- liage	Teneur en %	Où
1000 (Pur à 99%)	Aucun		Emballage Décoration
2000	Cuivre	2 à 6	Industrie aéronautique
3000	Manganèse	0,5 à 0,5	Canettes de boissons Panneaux de bardage
4000	Silicium	0,8 à 1,7	Fils de soudage
5000	Magnésium	0,5 à 5	Tôles Transports terrestres et navales
6000	Silicium + Magnésium	0,5 à1,5 0,5 à 1,5	Fabrications de profilés (Tubes, plats, carré)
7000	Zinc Magnésium Cuivre	5 à 7 1 à 2	Industrie aéronautique Mécanique

### 1.3) Désignation des alliages d'aluminium::

### Alliage série 1000:



### Alliage série 2000 à 7000:



16



# L'assurance Qualité en soudage

### 5.7) Quelques photos:





36

### 1.4) Quelques correspondances:

1050 A	A 5
1070 A	A 7
2117	AU 2 G
2618	AU 2 G
3003	AM 1
3005	AM G 0,5
4043	AS 5
4047	AS 12
5754	AG 3
5086	AG 4
5356	AG 5
6060	AGS
6081	ASGM 0,3
7020	AZ 5G
7049	AZ 5 GU

### 1.5) Choix des métaux d'apports:

Alliages d'aluminium à souder	1060 1100 1350 3003 3004	5052	5083 5086	5454	6060 6061 6063 6351	7004
7004	5356 (3)	5356 (3)	5356 (3)	5366 (3) 5554 (3)	5356 (3)	5356 (3)
6060 6061 6063 6351	4043 5356 (3)	5356 (3) 5564 (4)	5356 (3)	5366 (3) 5564 (4)	4043 5356 (2-3)	
5454	5356 (3) 5554 (4)	5356 (3) 5554 (4)	5356 (3)	5554 (4) 5356 (3)	·	9
5083 5086	5356 (3)	5356 (3)	5356 (3)			
5052	5356 (3)	5356 (3) 5554 (4)				
1060 1100 1350 3003 3004	4043 5356 (3) 1100 (1)	(2) L'alliago 5256 est le plus courant de la cérie 5500 Les alliages 5193 et				



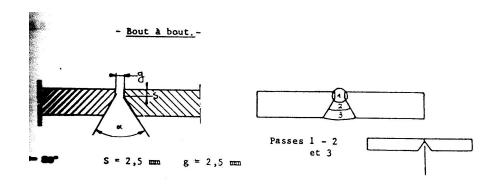
# Le procédé ARC (SMAW) 111



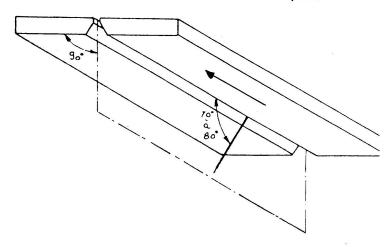
### 5.6) Quelques défauts courants à l'électrode enrobée:

TABLEAU DES DÉFAUTS RENCONTRES					
DÉFAUTS RENCONTRES	ORIGINES PROBABLES	SOLUTION A ADOPTER			
Morsures et caniveaux le long du cordon de soudure	Mauvais balancement de l'électrode Intensité de soudage trop élevée Vitesse de soudage trop rapide Tôles insuffisamment blanchies	Insister sur les bords du chanfrein lors du soudage. Vérifier les paramètres de soudage. Nettoyer correctement les rives.			
Cordon trop bombé ou cordon trop creux	Vitesse de soudage inadaptée et intensité mal réglée.	Vérifier vos valeurs de soudage et faites varier les deux paramètres lors du soudage.			
Manque de pénétration	Diamètre de l'électrode trop grosse en première passe. Préparation des chanfreins inadaptée. Jeu d'écartement entre les deux pièces trop faible ou non constant. Entraînement du soudeur insuffisant.				
Soufflures dans la soudure	Causes multiples : Pièces humides ou sales. Électrodes non étuvées donc humides. Arc trop long lors du soudage. Intensité trop faible.	Sécher et dégraisser les pièces à assembler. Étuver les électrodes basiques dans un four à 300° C pendant au moins 1 heure. Étuver les électrodes rutiles dans un four à 100° C pendant au moins 1 heure. Réduire la distance électrode/pièce lors du soudage.			
Projections sur les bords des pièces	Intensité trop forte. Mauvais raccordement de la connecteur de pièce. Électrodes non étuvées	Adapter l'intensité du courant au diamètre de l'électrode. Étuver les électrodes basiques dans un four à 300° C pendant au moins 1 heure. Étuver les électrodes rutiles dans un four à 100° C pendant au moins 1 heure.			
Rougissement important de l'électrode	Intensité trop élevée. Arc trop long lors du soudage.	Adapter l'intensité du courant au diamètre de l'électrode. Réduire la distance électrode/pièce lors du soudage.			

### Bout à bout cplafond: BW-PE



Exécution de la lère passe



### 1) Définition du procédé:

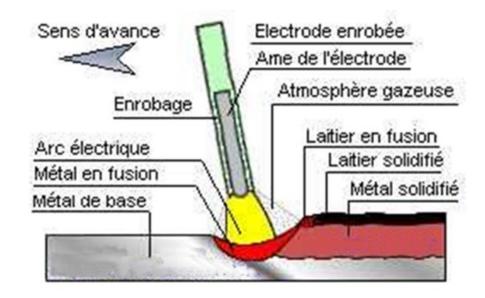
Le soudage à l'arc électrique avec électrode enrobée est un procédé manuel qui utilise un arc électrique qui jaillit entre l'extrémité de l'électrode enrobée fusible servant de métal d'apport et la pièce à souder.

La protection du bain de fusion est assurée par des gaz et du laitier provenant de la décomposition et de la fudion de l'enrobage qui entoure l'âme métallique.

Procédé 111

Ou

**SMAW= Shielded Metal Arc Welding** 



### 2) Principe d'utilisation:

L'électrode enrobée est placée et serrée sur la pince porte-électrode relié sur l'une des bornes électriques de sortie du poste de soudage.

La connecteur de pièce est reliée au générateur et est placée sur la pièce à souder.

L'amorçage de l'arc est réalisée en frottant l'extrémité généralement graphitée de l'électrode sur la pièce et en écartant de quelques millimètres le bout de l'électrode lorsque l'arc jaillit.

Ensuite il faut entretenir cet arc électrique afin d'éviter la rupture d'arc en veillant à maintenir une distance constante la plus faible possible entre l'extrémité de l'électrode et la pièce à souder.

### 3) Installation du procédé:

### 3.1) Les sources de courant:

Le courant fourni ne convient pour le soudage. Il est alternatif (Certaines électrodes ne fonctionnent pas en courant AC), avec des tension élevée (Trop dangereuse pour le soudeur). Il est donc nécessaire d'avoir une source permettant de transformer ce courant fourni.

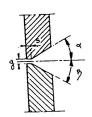
- 2 types de courants:
- -Soudage en courant alternatif
- -Soudage en courant continu

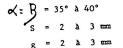
### Le courant continu:

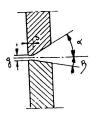
Utilisable sur tous les métaux, permet de souder facilement les aciers inoxydables, les acier réfractaires. L'amorçage de l'arc est doux et stable. De ce fait, lil est plus facile de souder de faibles épaisseur avec des électrodes de petits diamètres..

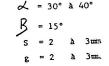
Par contre, le courant continu est soumis au soufflage magnétique, lors du soudage en forte intensité, par exemple. Le soufflage magnétique complique les passes de pénétration ainsi que les soudures d'angle.

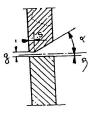
### Bout à bout corniche: BW-PC



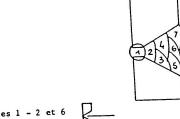


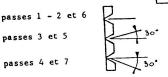


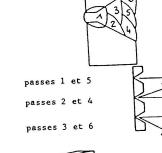


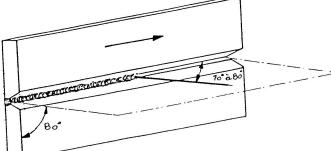




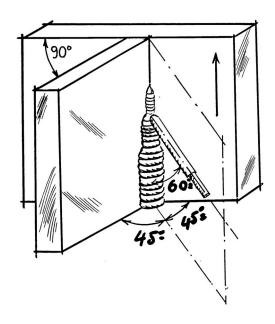




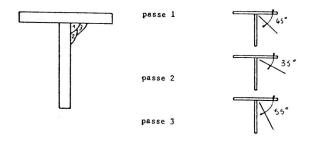




### Angle en montant: FW-PF



### -Angle plafond : FW-PD



### Le courant alternatif:

Ce courant est obtenu plus facilement. Le réseau de distribution fourni déjà du courant alternatif. Il suffit donc de le transformer pour obtenir des tensions moins dangereuses pour le soudeur. Le soufflage magnétique est inexistant.

Par contre, l'arc électrique est peu stable est nécessite donc des tensions d'amorçages élevées (U0). Certaines électrodes ne supportent pas le courant alternatif. Il faut savoir aussi, qu'à tension égale, le courant alternatif est plus dangereux pour l'homme..

En conclusion, dans la majorité des cas, on utilise plus facilement le courant continu. Néanmoins, les deux courants pourront donner des résultats équivalents.

### 3.2) Les électrodes enrobées:

L'électrode est constituée de deux parties distinctes :

**L'âme** : partie métallique cylindrique placée au centre de l'électrode. Son rôle principal est de conduire le courant électrique et d'apporter le métal déposé de la soudure.

L'enrobage: partie extérieure cylindrique de l'électrode. Il participe à la protection du bain de fusion de l'oxydation par l'air ambiant en générant une atmosphère gazeuse entourant le métal en fusion. L'enrobage dépose, lors de sa fusion, un laitier protecteur sur le dessus du cordon de soudure. Ce laitier protège le bain de fusion de l'oxydation et d'un refroidissement trop rapide. L'enrobage a un rôle électrique, assure la stabilité et la continuité de l'arc par son action ionisante. L'enrobage a un rôle métallurgique, il permet d'apporter les éléments chimiques spéciaux d'addition nécessaires.

Sa composition chimique et physique est très complexe.

Le diamètre de l'électrode enrobée varie de  $\emptyset$  1,6 à  $\emptyset$  8 mm. La longueur totale est comprise entre 250 et 500 mm. Certaines électrodes peuvent atteindre 1 mètre pour des applications spécifiques (soudage automatique à l'arc électrique avec électrodes enrobées).



### Les 3 rôles de l'enrobage:

Le rôle électrique:

L'enrobage favorise l'amorçage et le maintien de l'arc électrique.. Il a une action ionisante.

Le rôle mécanique:

Un cratère est formé lors de l'amorçage et ensuite pendant le maintien de l'arc. Ce cratère guide l'arc dans le bain de fusion. L'enrobage est décomposé par la chaleur de l'arc. Cette décomposition protège les gouttes de métal pendant leur transfert

Le rôle métallurgique:

Le laitier, produit de la décomposition de l'enrobage, protège le cordon de l'air ambiant, donc de l'oxydation. Il permet aussi d'introduire des ferro-alliages (éléments additionnels). On augmente le rendement de l'électrode en h ajoutant de la poudre de fer.

### Les différents types d'électrode:

- 1) Acide ou A (à base d'oxyde de fer et de ferro-alliages)
- 2) Basique ou B (à base de carbonate de calcium et de fluor de calcium)
- 3) Cellulosique ou C (à base de cellulose)
- 4) Oxydant ou O (à base d'oxyde de fer et de ferro-alliages)
- 5) Rutile ou R (à base d'oxyde de titane)
- 6) Haut rendement ou RR (à base de poudre métallique)
- 7) Spécial ou S

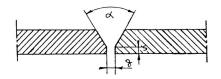
Les électrodes enrobées utilisées sont couramment :

Rutiles pour les travaux courants.

Basiques pour tous les travaux de sécurité (appareils à pression)

Cellulosiques pour les soudures à forte pénétration en position descendante

### Bout à bout en montant: BW-PF



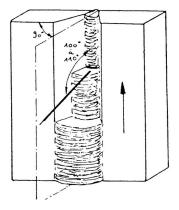
 $\alpha = 70^{\circ}$ 

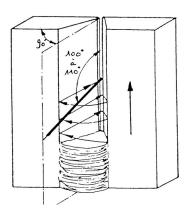
S = 2,5 mm

g = 2.5 mm

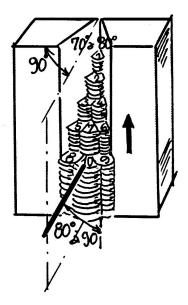
### Passes larges

Passes triangulaires



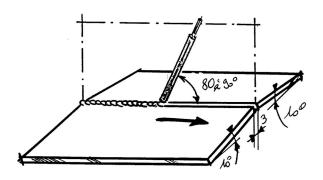


### Passe étroites

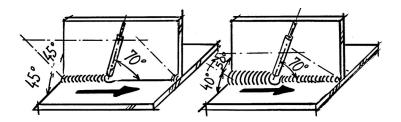


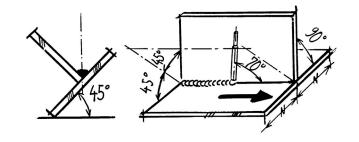
### 5.5) Les positions de soudage:

### Bout à bout à plat: BW-PA



### Angle à plat: FW-PB





### **Conservation des électrodes:**

En fonction du degré hygrométrique de l'air et de la nature des électrodes, la teneur en eau des enrobages varient.

Pour les enrobages oxydants, acides, rutiles et basiques, il est conseillé de de conserver ces électrodes au sec dans des armoires étanches.

Concernant les **électrodes basique**, une attention particulière devra être faite; afin d'éviter l'apparition de soufflures dans le bain de fusion. Un étuvage est indispensable. Il faut donc les sécher **2 heures à 350 degrés. Elles seront maintenues.** Un nouveau système de fabrication et d'emballage sous vide permet d'obtenir des électrodes à enrobage basique à très faible taux d'humidité qui ne nécessitent aucun étuvage avant utilisation. (SAFDRY ou VACPAC)

Les électrodes cellulosiques, par contre, n'ont pas besoin d'être desséchées.

### 4) Marquage des boites:

### L'essentiel à savoir:

EN 499 :E 380 RC 11 ISO 2560 :E 43 2 R 12 AWS 5.1 :E 6013

DxL= 2.5 x 350mm ----- (-) 45 V min I (A) MOY:70 V

I (A) MAX: 90V

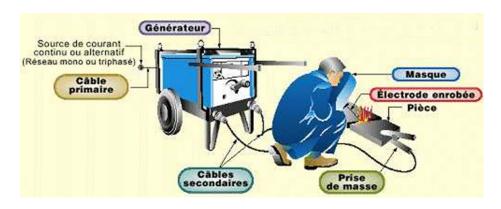
### 5) Le soudage:

### 5.1) Le matériel nécessaire:

Les principaux outils sont:

- -La pince porte électrode
- -Le câble de soudage soulple
- -La prise de masse
- -Le marteau à piquer
- -La brosse métallique
- -Pinces diverses...

### Et biens sûr les EPI!!



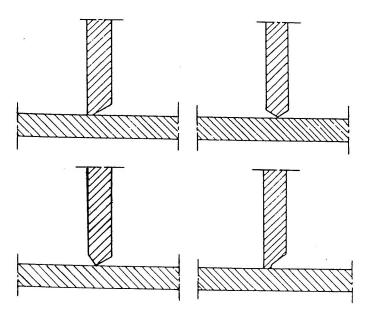
### 5.2) Réglage de l'intensité::

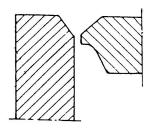
Le réglage de l'intensité est fonction du diamètre d'électrode et de la position de soudage. Vous trouverez, comme vu précédemment, le réglages des paramètres sur les paquets d'électrodes. Néanmoins, voici 2 formules vous permettant de retrouver ces différents réglages:

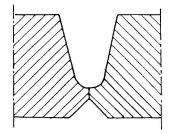
50 x (Diamètre -1 mm)

30 A/mm d'âme à 40/mm d'âme

### L'angle intérieur et préparation mixte

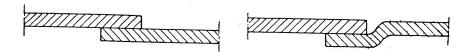


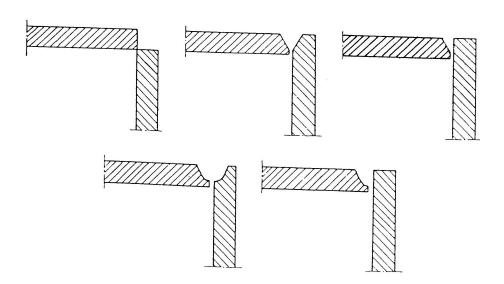




### Les différents préparations:

### Le recouvrement et l'angle extérieur





### Exemple:

Pour une électrode de diamètre 2,5 mm, l'intensité sera donc de:

50 x (2,5-1) soit **75 A** 

ou de

30 x 2,5 à 40 x 2,5 soit **75 A à 100 A** 

Cette dernière formule permet ainsi de définir une plage d'utilisation en fonction de la position de soudage; deuxième facteur important pour le réglage de l'intensité.

### 5.3) Le choix de la polarité en courant continu::

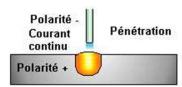
Regarder le paquet d'électrode!!!

Dans un cas bien particulier, surtout pour les électrodes basque voici la démarche à effectuer:

**A)** Les passes de pénétration (non reprises à l'envers) réalisées à l'électrode enrobée basiques avec un générateur à courant continu sont généralement effectuées avec la polarité négative à l'électrode.

La fiche du câble de la pince porte-électrode est raccordée à la borne(-)

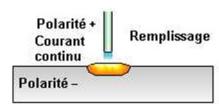
La fiche du câble de la pince de masse ou connecteur de pièce est raccordée à la borne (+)



**B)** Les passes de remplissage devront être réalisées en polarité inverse.

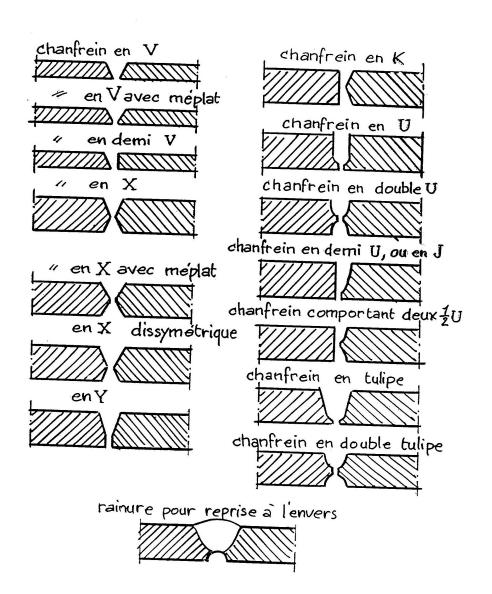
La fiche du câble de la pince porte-électrode est raccordée à la borne(+)

La fiche du câble de la pince de masse ou connecteur de pièce est raccordée à la borne (-)



### 5.4) La préparation des bords::

### Les différents types de chanfreins:



### Les différents préparations:

### Le bout à bout:

e ≤ 5 mm bords droits  $6 \text{ mm} \le e \le 15 \text{ mm}$ Chanfrein en V 15 < e ≤ 30 mm Chanfrein en X e > 30 mm Préparation en V ou en tulipe e 矣 5 mm 6 mm ⟨e ⟨ 15mm 15 mm < е < 30 mm Accès d'un seul côté Accès des 2 côtés e <u>> 30 mm</u> Accès d'un seul côté Accès des 2 côtés