
LE SOUDAGE

AU SERVICE DE LA MAINTENANCE



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE



Projet cofinancé par l'Union européenne.
L'Europe s'engage en région Centre
avec le fonds européen de développement régional.



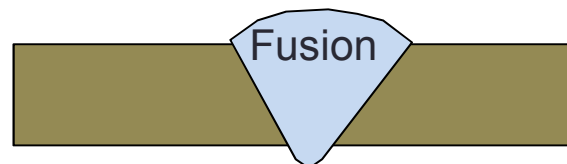
Le soudage

- Assemblage de plusieurs éléments suite à la fusion obtenue par l'apport d'une énergie

Source d'énergie



Chaleur

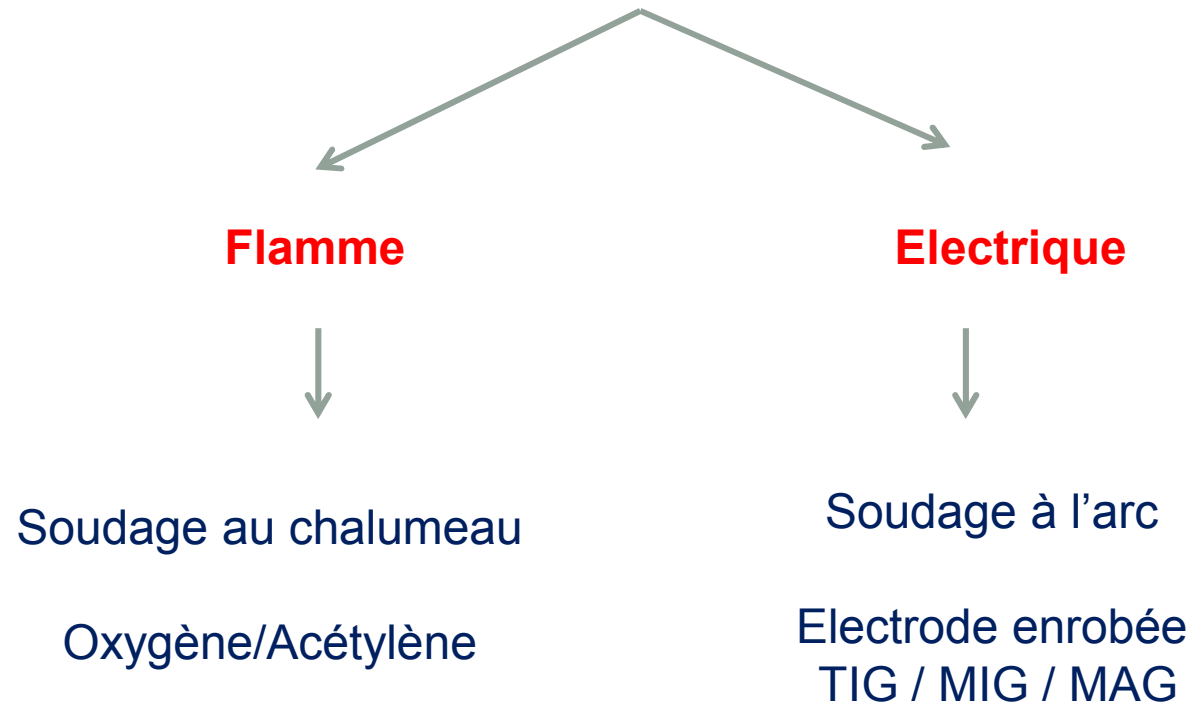


Effets de la chaleur sur les métaux

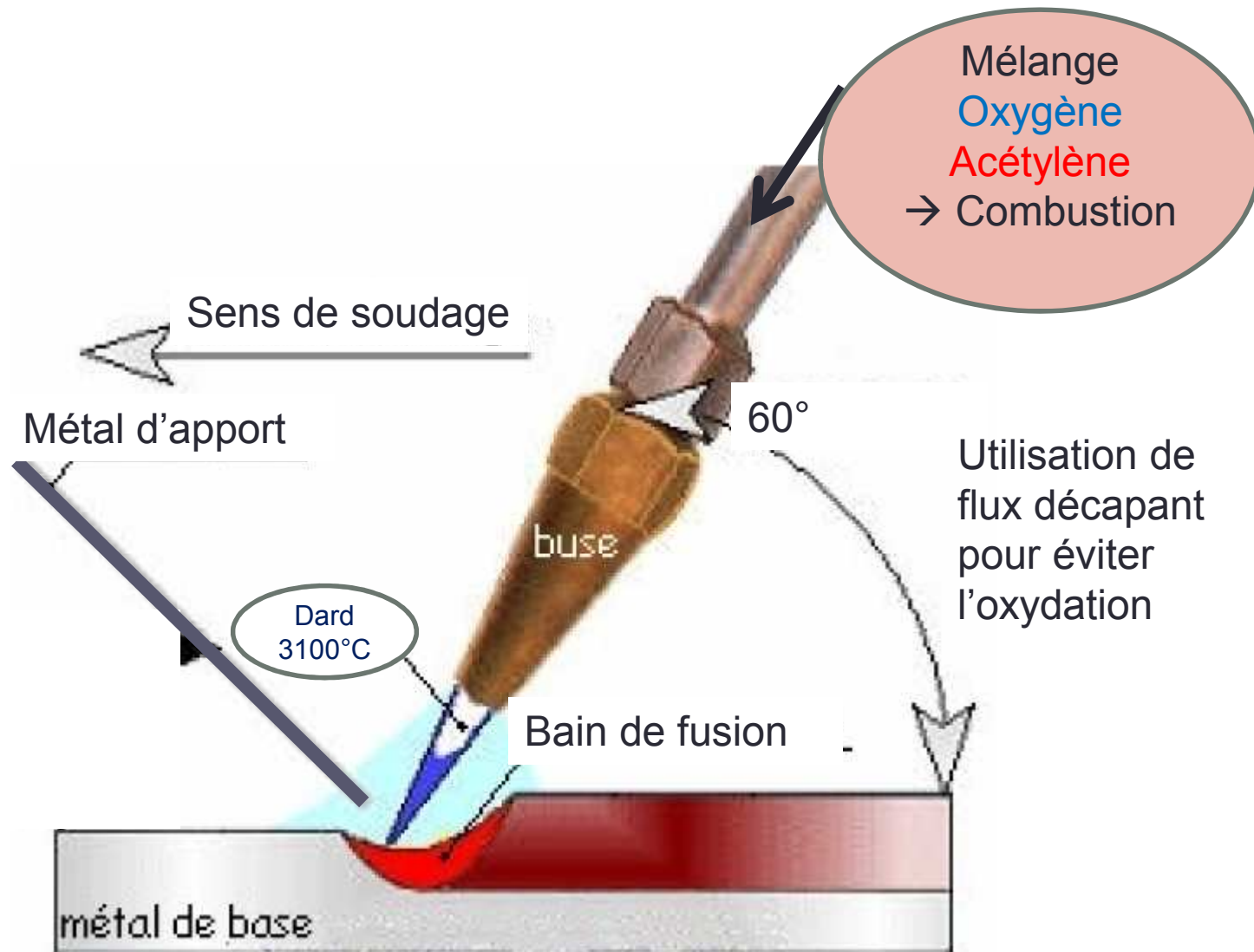
- Fusion et oxydation due à la présence d'oxygène
 - Protéger le métal fondu
- Modifications de la structure du matériaux
 - Souder avec des paramètres bien définis
- Déformations après refroidissement
 - Souder avec des paramètres bien définis
 - Traitement après soudage

Le soudage

Source d'énergie

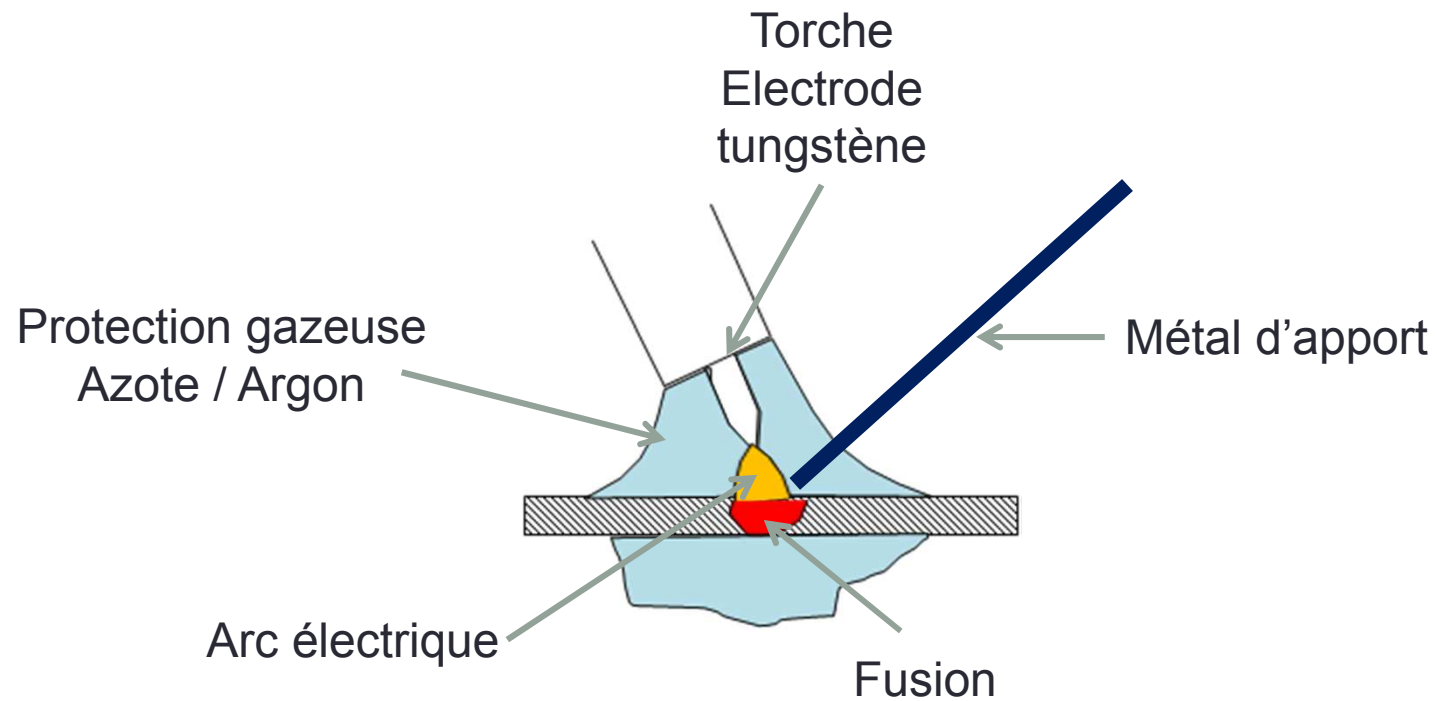


Soudage au gaz (chalumeau)



Soudage TIG - 141

- Tungstène Inerte gaz

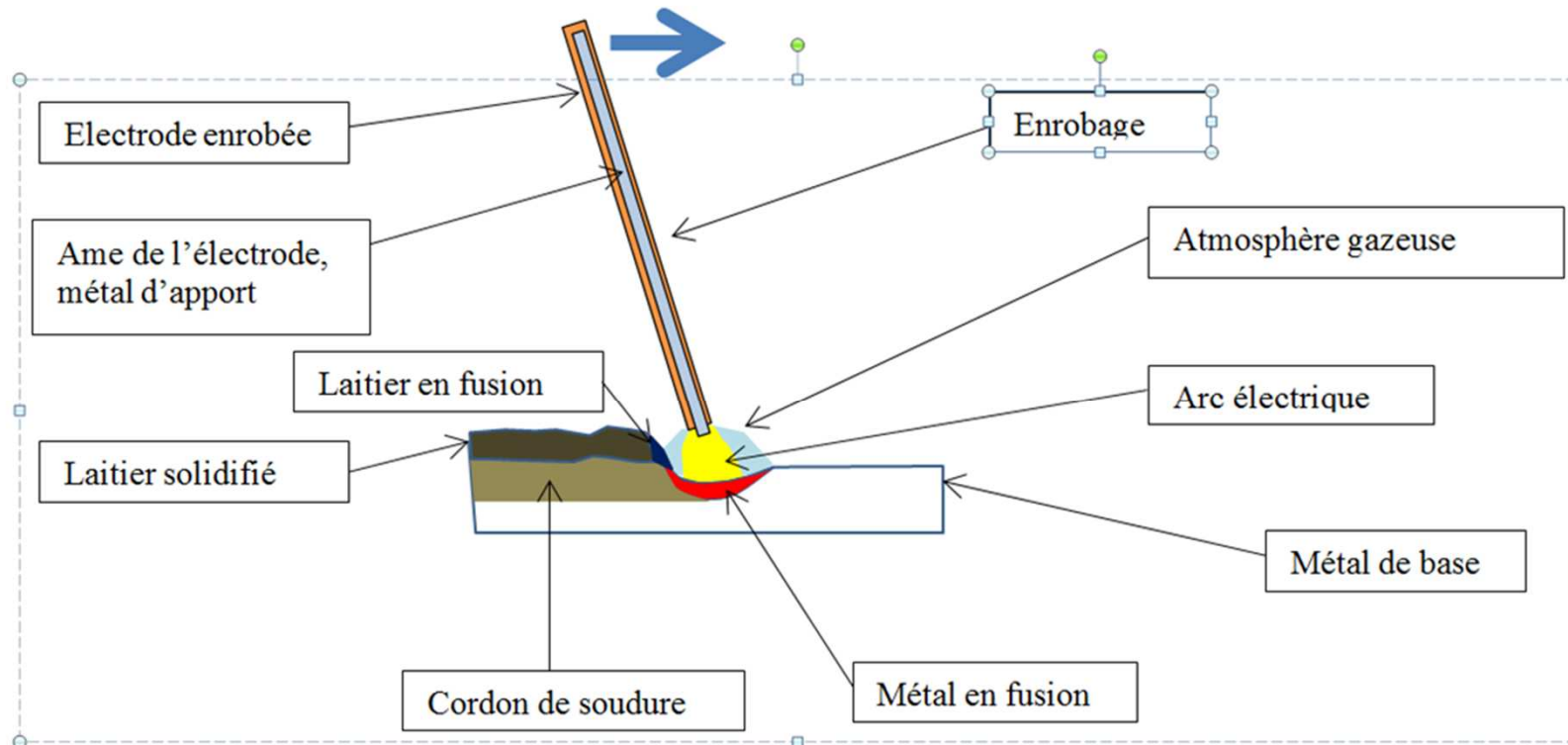


Soudage Electrode Enrobé – EE - 111

- Electrode fusible (qui fond) enrobée
- Dépôt d'un laitier provenant de l'enrobage



Soudage Electrode Enrobé – EE - 111

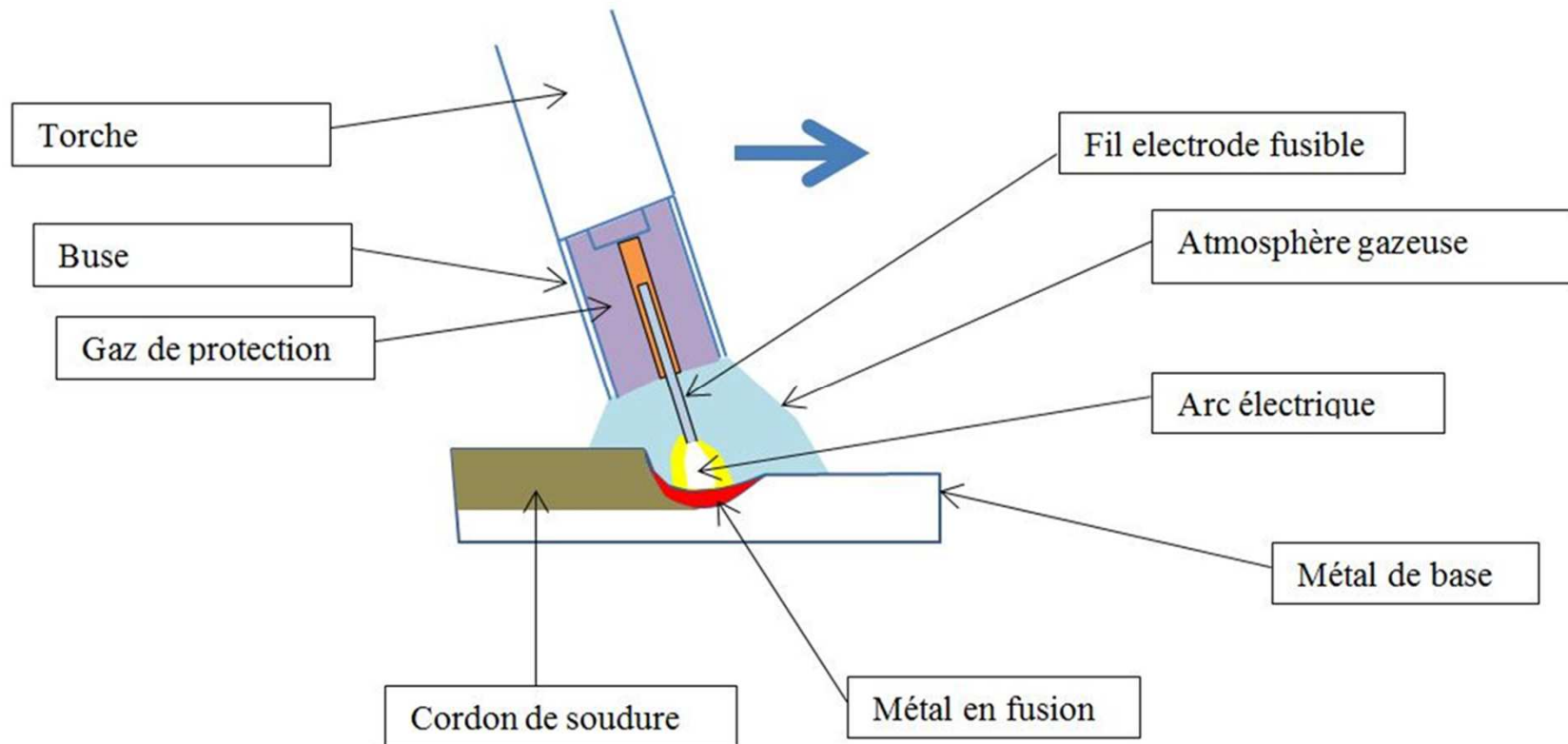


MIG – Metal Inerte Gaz - MAG - Metal Active Gaz



- Arc électrique
- Electrode fusible (qui fond)
- Gaz de protection

MIG – Metal Inerte Gaz - MAG - Metal Active Gaz



Consignes d'hygiène et sécurité

- Soudage oxygène / Acétylène

- Bouteilles de gaz

- Utilisation de chariots
 - Zone de stockage ventilées



- Circuit de gaz

- Tuyaux de couleur
 - Clapet anti-retour
 - Matériel homologué pour acétylène



Consignes d'hygiène et sécurité

- Arc électrique

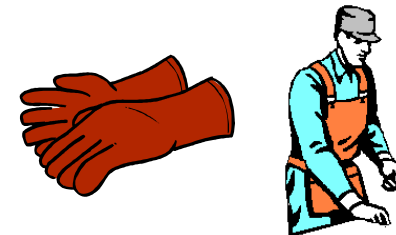
- Coups d'arc

- Protection des yeux
 - Masque
 - Réglage de la sensibilité en fonction des intensité
 - Protection des autres
 - Panneaux



- Rayonnement UV

- Protection de la peau
 - Masque
 - Vêtements couvrants



Consignes d'hygiène et sécurité

- Fumées

- Aspiration
- Bonne ventilation



- Gaz inerte – l'argon est plus léger que l'air

Ne jamais laisser un soudeur seul
à l'intérieur d'une cuve

2 - Le soudage au service de la maintenance

Le soudage au service de la maintenance

- Réparation par soudage
 - Exigences réglementaires ou des clients ?
 - Canalisations pour produits alimentaires
 - Canalisations pour produits pharmaceutiques
 - Exigences de sécurité ?
 - Rails de sécurité
 - Appareils à pression
 - Potence de levage
 - Tuyauterie de gaz



Soudeurs qualifiés



Contrôles



Le soudage au service de la maintenance

- Qualification des soudeurs → examen
 - Sur un type de matériau
 - Avec un type de procédé
 - Dans une position définie
 - Pour une plage d'épaisseur
- Durée de validité



Le soudage au service de la maintenance

- Réparation en interne
- Intervention d'un sous-traitant

Le soudage au service de la maintenance

- Processus
 - Définir le type de soudure DMOS → QMOS
 - Préparation de la soudure
 - Réalisation de la soudure
 - Contrôles

Les Qualifications de Mode opératoire de soudage

Chaque type de soudure donne lieu à un Descriptif de Mode Opératoire de Soudage (DMOS) qui fait lui-même référence à une qualification préalable (QMOS)

DMOS

Descriptif de Mode Operatoire de Soudage

- Document regroupant les informations de l'opération de soudage
 - Préparation
 - Procédé
 - Type de gaz et débit
 - Paramètres de soudage
 - Position
 - Matériaux
 - Epaisseurs
 - Référence de la qualification
- Objectif : assurer un niveau de qualité

DMOS

DESCRIPTIF DE MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE MAG												
Référence du DMOS :					Date : 13/07/2011		Site :					
Référence du PV-QMOS :					Organisme d'inspection :							
Procédé de soudage : 135					Norme : EN 15614-1:2004							
Type d'assemblage : Soudure d'angle (pene. partiele)					Position de soudage : PB							
Matière enveloppe (1) : DD13 / NF EN 10111					Matière piquage (2) : C15RPb / EN10277-4							
t (1) :	4,5	validité de	3,0	à	5,4	t (2) :	5,9	validité de	3,0	à	7,1	
Ø (1) :	320,0	validité de	25,0	à	>160	Ø (2) :	50,0	validité de	25,0	à	>50	
Composants concernés :												
Type de fil : EN 14341-A:02 G 42 4 M G3Si 1					Ø du fil : 1,2 mm		Ref. / Fourniss :					
Opération à effectuer :						Résultat obtenu :						
Paramètres machine de base pour l'essai												
Nature du gaz : M21 EN439 Arcal 21 (AR 92% + CO2 8%)					Debit du gaz : 18 ± 1 litre/mn							
Intensité : 240 A ± 10%					Tension générateur : 24,8 v ± 10%							
Type de courant polarité : DC+ Pulsé					Vitesse d'avance : 50,0 cm/min							
Temps de soudage arc à arc : 22,5 Sec.					Energie de soudage : 7,1 kJ/cm ±25%							
Marque du poste de soudage : Miller					Dividage fil : 8,0 m/min							
Nb. de passe : 1					Tension programmée : 29 v							
RESULTATS DES CONTROLES ET ESSAIS (Voir PV - QMOS) :												
Contrôle visuel conforme :						OUI						Commentaires :
Contrôle par ressuage conforme :						OUI						
Examen macrographique conforme :						OUI						
Test de dureté conforme ⁽¹⁾ :						OUI						
METHODES (nom / date / visa)				EXAMINATEUR (nom / date / visa)				QUALITE (nom / date / visa)				

Les Qualifications de Mode Opérateur de Soudage

QMOS

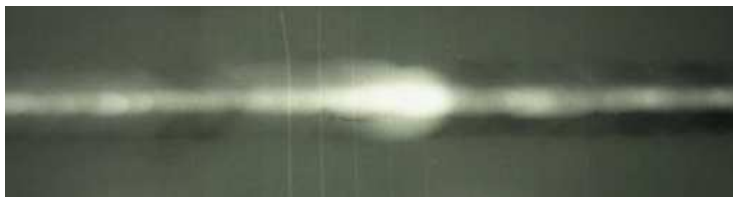
L'épreuve de qualification consiste à la réalisation d'un assemblage témoin, représentatif des conditions de soudage utilisées en fabrication.

QMOS

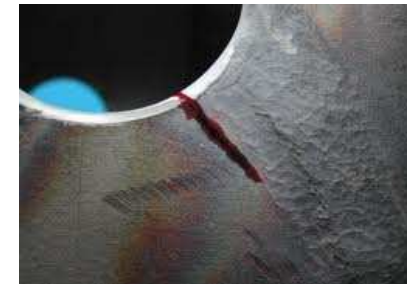
Qualification Mode Opérateur de Soudage

La validation est accordée en fonction des résultats de contrôle

- Contrôle visuel
- Contrôle par ressuage
- Contrôle par ultrasons ou radio



Source : Astech



Source : Mallard-sa

- Examen macroscopique
- Essais de dureté
- Essais mécaniques (traction, flexion, pliage)

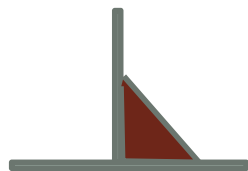


Source : Astech

Domaine de validité d'un QMOS

• Epreuve

- Procédé de soudage
- Matériaux de base
- Epaisseur
- Type de soudure
- Position
- Type de courant
- Températures
- Apport de chaleur

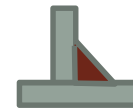


Acier inoxydable
X6CrNi1810



Acier E...

Tous les aciers inoxydables du même groupe



Tous les aciers du groupe



• Domaine de validité défini par la norme

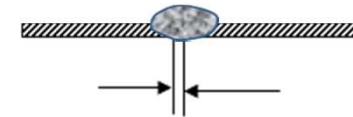
- Procédé identique
- Même groupe de Matériaux
- Soudure de type identique
- Plage d'épaisseur
0,7 ep → 4 ep
- Une ou plusieurs positions autorisées par les normes
- Même conditions de pré-chauffage

La préparation des bords

- Soudure bord à bord

- Epaisseur < 3mm

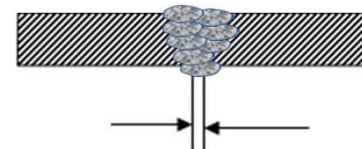
Bord à bord



Espacement 0 à 0,1 mm

- Epaisseur > 3 mm

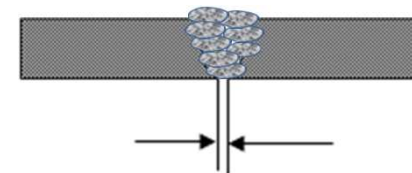
En V



Espacement 1 à 2 mm

- Très forte épaisseur

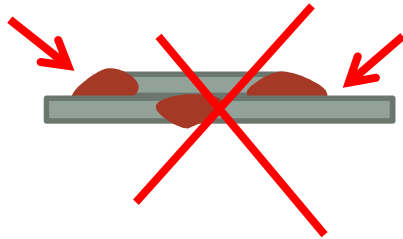
En tulipe



Espacement 1 à 2 mm

Travail en fatigue

- Élément en rotation, vibrations...



Concentration de
contraintes



Amorce de rupture

Travail en fatigue

- → nombre de cycles



Coef 1 → Classe 100



Coef 0,8 → Classe x



Coef 0,6 → Classe xx



Coef 0,5 → Classe xx

La préparation

- Nettoyage des pièces
 - Brossage
 - Solvants à froid

La préparation

- Accostage des bords
- - Alignement
 - Pointage

Les contrôles

- Quelles sont les exigences ?
 - Clients, réglementation
 - → Critères d'acceptation
 - → le type de contrôle

Les contrôles

- Contrôle visuel

 - Défauts de surface

 - Manque fusion

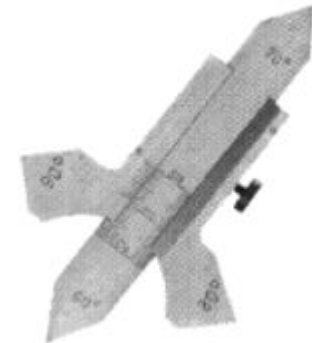
 - Cratères

 - Caniveaux

 - Morphologie du cordon

- Conditions et moyens de contrôle:

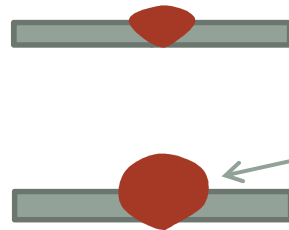
 - Eclairage correct
 - Bonne vue
 - Loupe
 - Jauge à vernier



Les contrôles

Morphologie du cordon

- → fatigue



Concentration de
contraintes



Amorce de rupture

Les contrôles

- Contrôle ressuage

- Applications successives d'un produit pénétrant puis absorbant permettant de visualiser les défauts
- Défauts de surface → Fissures



Source : Mallard-sa

Les contrôles

- Contrôle radiographique
 - Défauts internes
 - soufflures



Source : Astech

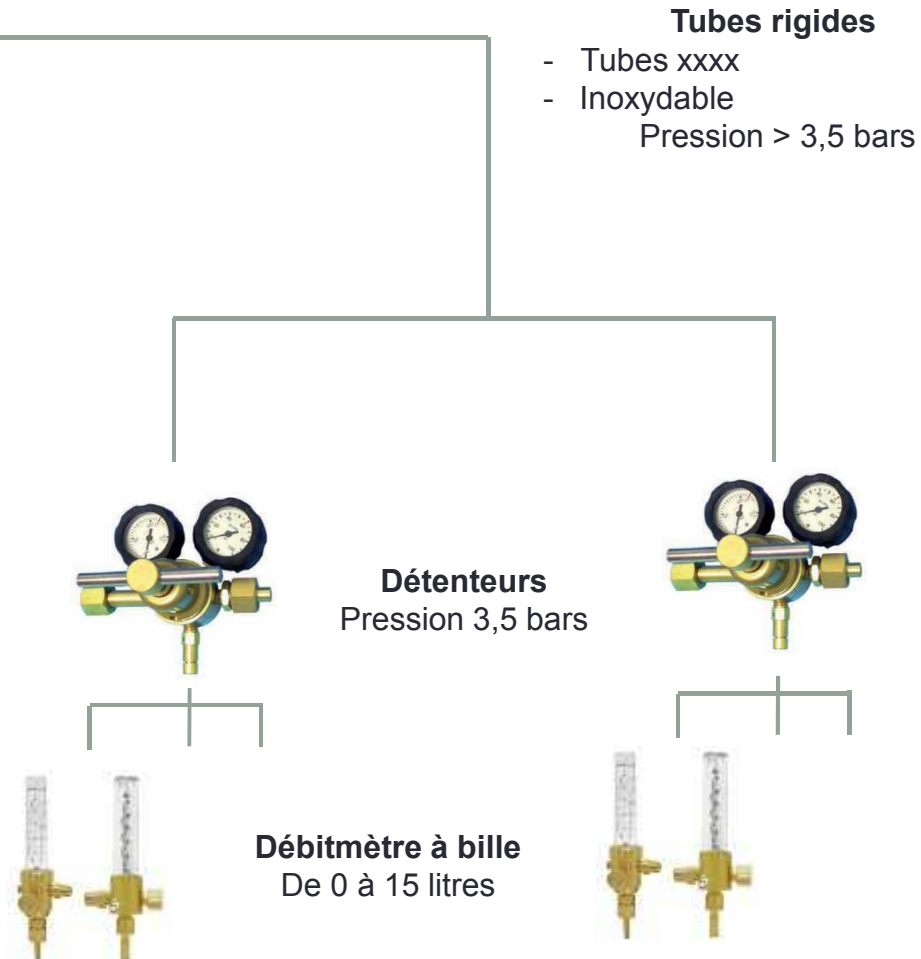
Maintenance d'une unité de soudage (TIG)

- Le circuit de gaz - Argon
- Les générateurs
- Les torches
- Les têtes orbitales

Le circuit de gaz - Argon



Argon pur à 99,995%
 O₂ < 5 ppm
 H₂O < 5ppm



Le circuit de gaz - Argon

- Circuit en mauvais état
 - > pertes de gaz
 - > présence d'humidité
 - > présence d'oxygène

**Consommation importante
Non-conformités en soudage**

Le circuit de gaz - Argon

- Détection des fuites

- Bombe aérosol de détection de fuite gazeuse
- Détecteur de gaz par ultrasons



Le circuit de gaz - Argon

- Qualité de l'argon en sortie de circuit

Oxygène : Analyseur d'oxygène

Humidité : Analyseur d'humidité

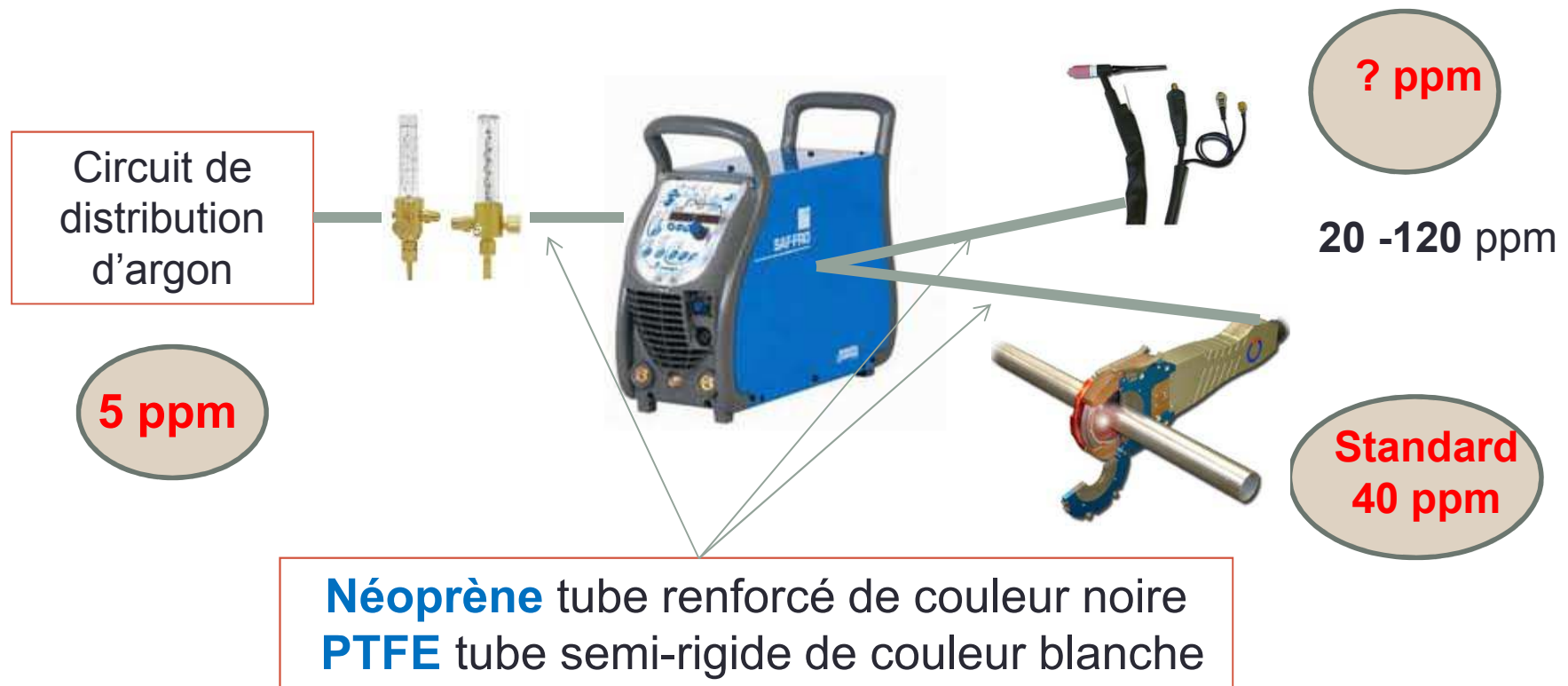


Le circuit de gaz - Argon

- Qualité de l'argon en sortie de circuit
 - Fournisseur de gaz (Linde gaz - Air liquide)
 - Prestataire

Le circuit de gaz - Argon

- Qualité de l'argon en sortie torche (ou tête)



Les générateurs



- Maintenance préventive
 - Nettoyage du système de refroidissement
 - Etalonnage intensité sur trois valeurs
 - En aéronautique : +/- 1A jusqu'à 100A puis 1%
 - Périodicité en fonction des spécifications des clients

Les torches



Etat des fils au niveau de la poignée

Torche de rechange

- Uniformiser les types de torche
- Connectique identique
- Accessoires identiques



- Torche spécifique pour gaucher

Les générateurs TIG automatiques



- Nettoyage du système de refroidissement
- Etalonnage
 - Intensité sur trois valeurs
 - Vitesse de rotation
 - Vitesse de fil
 - Débit de gaz
 - Périodicité en fonction des spécifications des clients

Les têtes orbitales



Photo d'une tête ouverte

- Maintenance préventive
 - Dépose de la partie mécanique
 - Nettoyage du engrenages
 - Nettoyage des contacts électriques

→ périodicité : 230 heures d'utilisation

