

MINISTERE DE LA COMMUNAUTE FRANCAISE
ADMINISTRATION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT
ENSEIGNEMENT DE PROMOTION SOCIALE

DOSSIER PEDAGOGIQUE

UNITE D'ENSEIGNEMENT

BASES DE LA SOUDURE T.I.G.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE SUPERIEUR DE TRANSITION

| |
|---|
| <p>CODE : 27 70 42 U21 D1 CODE DU DOMAINE DE FORMATION : 205 DOCUMENT DE REFERENCE INTER-RESEAUX</p> |
|---|

Approbation du Gouvernement de la Communauté française du 14 août 2002
sur avis conforme de la Commission de concertation

| |
|--|
| <p style="text-align: center;">BASES DE LA SOUDURE T.I.G.</p> <p style="text-align: center;">ENSEIGNEMENT SECONDAIRE SUPERIEUR DE TRANSITION</p> |
|--|

1. FINALITES DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

1.1. Finalités générales

Conformément à l'article 7 du décret de la Communauté française du 16 avril 1991 organisant l'enseignement de promotion sociale, cette unité d'enseignement doit :

- ◆ concourir à l'épanouissement individuel en promouvant une meilleure insertion professionnelle, sociale et culturelle ;
- ◆ répondre aux besoins et demandes en formation émanant des entreprises, des administrations, de l'enseignement et d'une manière générale des milieux socio-économiques et culturels.

1.2. Finalités particulières

L'unité d'enseignement vise à rendre l'étudiant capable, à partir du descriptif du mode opératoire de soudage (DMOS), dans le respect du Code du Bien-être au Travail et des critères de qualité :

- ◆ de réaliser des soudures sur tôles, bout à bout et en positions, par le procédé T.I.G. (141) sur acier du groupe W 01, sur acier inoxydable et sur aluminium ;
- ◆ d'utiliser le vocabulaire technique spécifique afin de développer des aptitudes à la communication professionnelle et au respect des procédures ;
- ◆ de lire et de comprendre la documentation technique.

2. CAPACITES PREALABLES REQUISES

2.1. Capacités

L'étudiant sera capable,

en soudure à l'arc avec électrode enrobée : niveau 1,

- ◆ de réaliser des soudures d'angle, en position PA (gouttière), sur des tôles du groupe W01 d'épaisseur de 3 mm à 6 mm ;
- ◆ de réaliser des soudures d'angle, en position PB, sur des tôles du groupe W01 d'épaisseur de 3 mm à 6 mm ;
- ◆ de réaliser des soudures bout à bout à bords droits, en position PA, sur des tôles W01 d'épaisseur de 3 mm et de 4 mm ;

en bases de soudage et du coupage oxyacétyléniques,

à partir d'un plan et de consignes :

- ◆ de réaliser des soudures au chalumeau de tôles de 1 à 2 mm en positions PA (bout à bout et en angle), PB ;
- ◆ d'oxycouper des tôles en acier de 6 à 8 mm d'épaisseur ;
- ◆ de soudobraser en positions PA et PB ;
- ◆ de décrire un poste de travail et d'en expliquer la maintenance courante.

2.2. Titres pouvant en tenir lieu

Attestations de réussite des unités d'enseignement « SOUDURE A L'ARC AVEC ELECTRODE ENROBEE : NIVEAU 1 » et « BASES DE SOUDAGE ET DU COUPAGE OXYACETYLENIQUES » de la section métallier industriel.

3. ACQUIS D'APPRENTISSAGE

Pour atteindre le seuil de réussite, l'étudiant sera capable, à partir du DMOS, dans le respect du Code du Bien-être au Travail et des critères de qualité énoncés dans le programme:

- ◆ de souder par le procédé T.I.G.(141) sur acier du groupe W 01 :
 - ◆ en angle intérieur, en position PB, des tôles de 2 à 3 mm d'épaisseur et de 150 mm de longueur minimum,
 - ◆ bout à bout, en positions PA et PF, des tôles de 2 mm, 3 mm et 8 mm d'épaisseur et de 300 mm de longueur minimum ;
- ◆ de souder par le procédé T.I.G. (141) sur acier inoxydable :
 - ◆ en angle intérieur, en position PB, des tôles de 1,5 à 2 mm d'épaisseur et de 150 mm de longueur minimum,
 - ◆ bout à bout, en positions PA et PF, des tôles de 1,5 à 2 mm d'épaisseur et de 300 mm de longueur minimum ;
- ◆ de souder par le procédé T.I.G. (141) sur aluminium :
 - ◆ bout à bout, en position PA, des tôles de 3 mm d'épaisseur et de 300 mm de longueur minimum ;
- ◆ de justifier les données technologiques du DMOS des capacités reprises ci-dessus.

Pour la détermination du degré de maîtrise, il sera tenu compte des critères suivants :

- ◆ la qualité des réalisations,
- ◆ le respect des procédures,
- ◆ les connaissances technologiques.

4. PROGRAMME

4.1. Travaux pratiques de soudage T.I.G. et méthode

L'étudiant sera capable, dans le respect du Code du Bien-être au travail et des critères de qualité :

- ◆ d'appliquer le descriptif du mode opératoire de soudage (DMOS) tel que précisé dans les normes EN 287-1, EN 287-2 et EN 288-2 ;
- ◆ de préparer les pièces et les éprouvettes ;
- ◆ de souder par le procédé T.I.G. (141) sur tubes acier du groupe W01:
 - ◆ en angle extérieur et intérieur, en positions PA et PB, des tôles de 2 mm d'épaisseur et de 150 mm de longueur minimum,
 - ◆ en angle intérieur, en position PF, des tôles de 3 mm d'épaisseur et de 150 mm de longueur minimum,
 - ◆ bout à bout, en position PA, des tôles de 2 mm d'épaisseur et de 300 mm de longueur minimum,
 - ◆ bout à bout, en position PF, des tôles de 3 et 8 mm d'épaisseur et de 300 mm de longueur minimum ;

- ◆ de souder par le procédé T.I.G. (141) sur acier inoxydable :
 - ◆ en angle extérieur et intérieur, en positions PA et PB, des tôles de 1,5 à 2 mm d'épaisseur et de 150 mm de longueur minimum,
 - ◆ bout à bout, en position PA, des tôles de 1,5 à 2 mm d'épaisseur et de 300 mm de longueur minimum ;

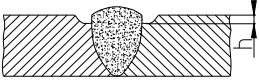
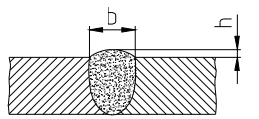
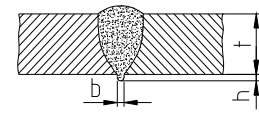
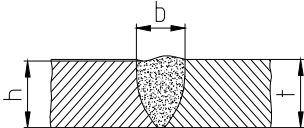
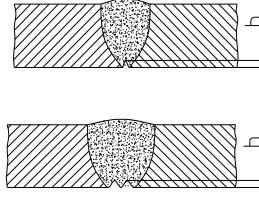
- ◆ de souder par le procédé T.I.G. (141) sur aluminium :
 - ◆ bout à bout, en positions PA et PF, des tôles de 3 mm d'épaisseur et de 300 mm de longueur minimum.

Critères de qualité

Soudure sur tôles en acier du groupe W01

1. Examen visuel (NBN EN ISO 25817)

| | <u>DEFAUTS</u> | <u>COMMENTAIRES</u> | <u>REMARQUES</u> |
|---|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Fissures | Non admises | Sauf micro fissures (h-l) < 1 mm |
| 2 | Fissures de cratère | Non admises | |
| 3 | Porosités locales | 1% de la surface | Maximum 3 mm |
| 4 | Nid de porosités | 4% de la surface | Maximum 2 mm |
| 5 | Canaux de gaz | Non admis | |
| 6 | Inclusions solides | Défauts longs Défauts courts | Non admis Max. 2 mm |

| | | | |
|----|---|-----------------------------|--|
| 7 | Collages | Non admis | |
| 8 | Manques de pénétration | Non admis | |
| 9 | Morsures | $h < 0,5 \text{ mm}$ |  |
| 10 | Convexité (surépaisseur excessive) | $h < 1 \text{ mm} + 0,15 b$ | Max. 7 mm  |
| 11 | Pénétration excessive | $h < 1 \text{ mm} + 0,6 b$ | Max. 4 mm  |
| 12 | Alignement | $h < 0,15 t$ | Max. 4 mm |
| 13 | Cordon trop faible | $h < 0,1 t$ | Max. 1 mm  |
| 14 | Retassure à la racine Caniveau à la racine | $h < 0,5 \text{ mm}$ |  |
| 15 | Débordement | Inacceptable | |
| 16 | Mauvaise reprise | Inacceptable | |
| 17 | Amorçage à côté du joint | Inacceptable | |
| 18 | Projections | Inacceptable | |
| 19 | Rochage | Inacceptable | |

2. Examen macrographique. Défauts internes

| <u>DEFAUTS</u> | <u>COMMENTAIRES</u> | <u>REMARQUES</u> |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Fissures | Retassures | Non admises |
| Cavités - Soufflures | Allongées (vermiculaires ou internes) | Non admises |
| | Sphéroïdales isolées | Admises sous critères d'acceptation |
| Inclusions | Laitier, oxydes, tungstène | Non admises |

| | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|
| Manque de fusion des bords | Collage | Non admis |
| | Manque de pénétration | |

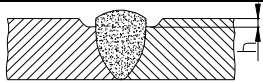
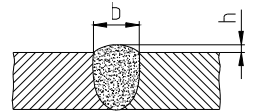
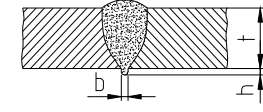
3. Autres contrôles

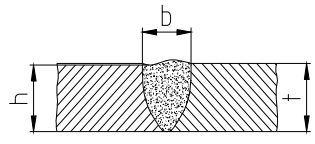
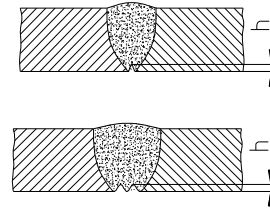
| |
|--|
| Dans certains cas l'éprouvette réalisée pourra faire l'objet d'une radiographie. L'étudiant sera initié à la lecture d'un protocole et à l'utilisation d'un négatoscope. |
| Un essai de fracture remplace avantageusement un examen radiographique. |

Critères de qualité

Soudure sur tôles en acier inoxydable

1. Examen visuel (NBN EN ISO 25817)

| | <u>DEFAUTS</u> | <u>COMMENTAIRES</u> | <u>REMARQUES</u> |
|----|---------------------------------------|---------------------------------|--|
| 1 | Fissures | Non admises | Sauf micro fissures [(h-l) < 1 mm] |
| 2 | Fissures de cratère | Non admises | |
| 3 | Porosités locales | 1% de la surface | Maximum 3 mm |
| 4 | Nid de porosités | 4% de la surface | Maximum 2 mm |
| 5 | Canaux de gaz | Non admis | |
| 6 | Inclusions solides | Défauts longs Défauts courts | Non admis Max. 2 mm |
| 7 | Collages | Non admis | |
| 8 | Manques de pénétration | Non admis | |
| 9 | Morsures | $h < 0,5 \text{ mm}$ |  |
| 10 | Convexité (surépaisseur excessive) | $h < 1 \text{ mm} + 0,15 b$ | Max. 7 mm  |
| 11 | Pénétration excessive | $h < 1 \text{ mm} + 0,6 b$ | Max. 4 mm  |
| 12 | Alignement | $h < 0,15 t$ | Max. 4 mm |
| 13 | Cordon trop faible | $h < 0,1 t$ | Max. 1 mm |

| | | | |
|----|---|-------------------------|---|
| | | |  |
| 14 | Retassure à la racine Caniveau à la racine | $h \leq 0,5 \text{ mm}$ |  |
| 15 | Débordement | Inacceptable | |
| 16 | Mauvaise reprise | Inacceptable | |
| 17 | Amorçage à côté du joint | Inacceptable | |
| 18 | Projections | Inacceptable | |
| 19 | Rochage | Inacceptable | |

2. Examen macrographique. Défauts internes

| <u>DEFAUTS</u> | <u>COMMENTAIRES</u> | <u>REMARQUES</u> |
|----------------------------|--|--|
| Fissures | Retassures | Non admises |
| Cavités - Soufflures | Allongées (vermiculaires ou internes) | Non admises |
| | Sphéroïdales isolées | Admises sous critères d'acceptation |
| Inclusions | Laitier, oxydes, tungstène | Non admises |
| Manque de fusion des bords | Collage | Non admis |
| | Manque de pénétration | |

3. Autres contrôles

| |
|---|
| Dans certains cas l'éprouvette réalisée pourra faire l'objet d'une radiographie. L'étudiant sera initié à la lecture d'un protocole et à l'utilisation d'un négatoscope. |
| Un essai de fracture remplace avantageusement un examen radiographique. |

Critères de qualité

Soudure bout à bout sur tôles d'aluminium

1. Examen visuel NBN EN 30042 – (ISO 10042)

| <u>DEFAUTS</u> | <u>REMARQUES</u> |
|--|---|
| 1. Fissures | Non tolérées |
| 2. Fissures de cratère | Non tolérées |
| 3. Inclusion d'oxyde | Défauts longs non tolérés |
| 4. Inclusion de tungstène | Défauts importants non tolérés |
| 5. Inclusion de cuivre | Non autorisés |
| 6. Manque de fusion (collage) | Défauts longs non tolérés |
| 7. Manque de pénétration (pénétration incomplète) | Quelques défauts permis, aucun défaut systématique toléré |
| 8. Caniveau ou morsure (une transition douce est exigée) | Défauts longs non tolérés |
| 9. Surépaisseur excessive | Une transition douce est exigée |
| 10. Excès de pénétration | $h < 4$ mm |
| 11. Défaut d'alignement | Peu tolérés |
| 12. Manque d'épaisseur | Défauts longs non tolérés |
| 13. Retassure à la racine | Défauts longs non tolérés |
| 14. Caniveau à la racine | Défauts longs non tolérés |

2. Examen macrographique. Défauts internes

| <u>DEFAUTS</u> | <u>COMMENTAIRES</u> | <u>REMARQUES</u> |
|----------------------------|--|--|
| Fissures | Retassures | Non admises |
| Cavités - Soufflures | Allongées (vermiculaires ou internes) | Non admises |
| | Sphéroïdales isolées | Admises sous critères d'acceptation |
| Inclusions | Oxydes, tungstène | Non admises |
| Manque de fusion des bords | Collage | Non admis |
| | Manque de pénétration | |

3. Autres contrôles

| |
|---|
| Dans certains cas l'éprouvette réalisée pourra faire l'objet d'une radiographie. L'étudiant sera initié à la lecture d'un protocole et à l'utilisation d'un négatoscope. |
| Un essai de fracture remplace avantageusement un examen radiographique. |

4.2. Technologie du soudage T.I.G.

Les notions complémentaires de connaissance des matériaux reprises dans ce programme doivent revêtir un caractère essentiellement pratique et récapitulatif.

L'étudiant sera capable :

- ◆ d'expliquer le principe fondamental du soudage T.I.G. ;
- ◆ de décrire brièvement et d'illustrer par un schéma - bloc les différents éléments constitutifs d'une installation de soudage T.I.G. ;
- ◆ de justifier l'utilité du procédé T.I.G. par rapport au soudage oxyacéthylique et du soudage à l'arc avec électrode enrobée ;
- ◆ d'énumérer les avantages et les inconvénients du procédé T.I.G. et les principes d'utilisation ;
- ◆ de caractériser les types de courants utilisés (AC – DC) et de justifier le choix de la polarité ;
- ◆ d'expliquer le choix d'une source de courant (CC, CA, HF,...) et de situer le champ d'application de chaque mode ;
- ◆ de décrire les matériaux de base (W01, W11, W22) et leur soudabilité relative, constructive, métallurgique ;
- ◆ d'identifier les torches de soudage, leurs accessoires et d'en justifier leur utilisation ;
- ◆ de justifier l'emploi des électrodes réfractaires et de comparer les propriétés des différents types d'affûtage ;
- ◆ de citer les différents gaz de protection ainsi que les appareils de détente ;
- ◆ de justifier la protection à l'envers et d'en restituer les principaux cas d'application ;
- ◆ de choisir et d'adapter les paramètres de soudage (le courant, le débit de gaz protecteur, les diamètres et le type de métal d'apport, la qualité de l'électrode, la vitesse d'avancement) en fonction du travail à effectuer ;
- ◆ de justifier la préparation des bords à souder en fonction de l'épaisseur et de la position de soudage ;
- ◆ de décoder les conditions à remplir pour obtenir un agrément conformément aux normes en vigueur ;
- ◆ de restituer la liste des moyens de protection individuelle, collective et de l'environnement.

5. CHARGE DE COURS

Le chargé de cours sera un enseignant ou un expert.

L'expert devra justifier de compétences particulières issues d'une expérience professionnelle actualisée en relation avec le programme du présent dossier pédagogique.

6. CONSTITUTION DES GROUPES OU REGROUPEMENT

En travaux pratiques de soudage T.I.G. et méthode, un groupe ne devrait pas dépasser 12 étudiants.

7. HORAIRE MINIMUM DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

| 7.1. Dénomination des cours | Classement des cours | Code U | Nombre de périodes |
|--|-----------------------------|---------------|---------------------------|
| Travaux pratiques de soudage T.I.G. et méthode | PP | C | 80 |
| Technologie du soudage T.I.G. | CT | J | 16 |
| 7.2. Part d'autonomie | | P | 24 |
| Total des périodes | | | 120 |