

Référentiel de Compétition

MÉTIER N° 10

SOUDAGE

Soumis par :

Frédéric VIENNOT, Expert WorldSkills France

TABLE DES MATIÈRES

1.	NOM ET DESCRIPTION DU MÉTIER	3
2.	CONNAISSANCES ET PORTÉE DU TRAVAIL.....	4
3.	LE SUJET D'ÉPREUVE.....	7
4.	NOTATION	8
5.	EXIGENCES DE SÉCURITÉ LIÉES AU MÉTIER	13
6.	ÉQUIPEMENTS ET MATÉRIAUX	14

1. NOM ET DESCRIPTION DU MÉTIER

LE NOM DU MÉTIER EST SOUDAGE

DESCRIPTION DU MÉTIER

La compétition est une compétition individuelle, les soudeurs sont des hommes et des femmes qui ont besoin de compétence pratique pour faire un travail professionnel.

Différents procédés de soudage sont requis avec différents matériaux. Afin de répondre aux exigences de qualité, les soudeurs ou soudeuses doivent être en mesure de comprendre les dessins représentatifs d'assemblage, de normes et de marquages, appliquer les procédés de soudage nécessaires et comprendre les caractéristiques des matériaux. Il faut également connaître les normes de sécurité du travail en soudage. La compétence couvre l'assemblage par soudage des composants et structures, plaques, tuyaux, réservoirs sous pression dans des matériaux comme l'acier, l'acier inoxydable et l'aluminium.

Connaître les termes et références standards et les définitions des procédés de soudage. Les positions de soudage et des essais de soudure doivent être aux normes de l'International Standard Organisation (ISO) et européenne (EN). Lorsqu'un conflit survient, les normes européennes ont préséance. Si aucune norme ne s'applique alors la norme ISO pertinente doit être utilisée.

DOCUMENTS COMPLÉMENTAIRES AU RÉFÉRENTIEL DE COMPÉTITION

Le Référentiel de Compétition Métier ne contient que des informations relatives au métier. Il doit donc être utilisé en association avec le règlement de la Compétition Nationale des Métiers et ne peut contredire ce Règlement. En cas de contradiction qui resterait dans le présent document, c'est le Règlement de la Compétition qui prime.

2. CONNAISSANCES ET PORTÉE DU TRAVAIL

La compétition est une démonstration et évolution de tout ou partie des compétences associées avec le métier en question. Le sujet d'épreuve est uniquement composé de travaux pratiques.

COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES

Les concurrents doivent acquérir la connaissance et la compréhension des compétences suivantes.

Les modules du projet peuvent inclure tout ou partie d'une compétence ou sous-compétence dans :

Environnement de travail

Connaissance et compréhension du milieu de travail :

- Comprendre et respecter les normes et les règles relatives à la sécurité et l'hygiène en soudage dans l'industrie et des constructions.
- Décrire les différents éléments des équipements de protection individuelle requis pour une situation donnée, décrire les précautions pour l'utilisation des outils en toute sécurité.
- Décrire les possibilités pour le développement durable dans le soudage dans l'industrie de la construction.

Les concurrents doivent être en mesure de :

- Se familiariser avec la documentation concernant la santé et la sécurité du pays où ils opèrent.
- Connaître les affichages sur l'utilisation sûre et correcte de tous les équipements utilisés dans l'industrie du soudage et de construction.
- Identifier et utiliser les poubelles pour séparer les déchets de types équipements de protection.

Matériaux

Connaissance et compréhension des matériaux :

- Décrire les propriétés mécaniques et chimiques de l'acier.
- Décrire les propriétés mécaniques et chimiques de l'acier inoxydable.
- Décrire les propriétés mécaniques et chimiques de l'aluminium.
- Décrire les propriétés et la classification des consommables de soudure.

Les candidats doivent être capables de :

- Travailler avec les différents matériaux mentionnés ci-dessus en considérant leurs différentes propriétés mécaniques et chimiques.

Les types de matériaux spécifiques englobent (mais ne sont pas limités à) :

- Acier carbone.
- Acier inoxydable austénitique de la série 300.
- Aluminium des séries 5000 et 6000.
- Vérifier le matériel en fonction de la liste de matériel fournie pour le sujet d'épreuve.
- Préparer les matériaux pour souder.
- Sélectionner le type de matériau de remplissage approprié, la taille du procédé de soudure sélectionné et la configuration du joint.
- Manipuler et ranger les matériaux afin d'éviter toute contamination.
- Manipuler et ranger les consommables afin d'éviter toute contamination individuelle des différents métaux.

Les candidats doivent être capables de :

- Montrer qu'ils savent utiliser tous les équipements du secteur de la soudure et de la construction de manière appropriée et en toute sécurité.
- Identifier et utiliser les EPI adaptés.

- Séparer les déchets des différents métaux recyclables.
- Travailler soigneusement dans leur environnement de travail ou sur l'espace de compétition pour un meilleur recyclage dans le respect de l'environnement...

COMPÉTENCES THÉORIQUES

Les connaissances théoriques sont requises, mais ne seront pas testées à proprement parler :

Connaissance et compréhension en soudage :

- Décrire les différents procédés de soudure utilisés dans le secteur ;
- Décrire les techniques disponibles pour l'assemblage de matériaux par soudure ;
- Comprendre la métallurgie de base ;
- Décrire les différentes méthodes de contrôle des soudures.

Les candidats doivent être capables de :

- Lire et interpréter des schémas et des spécifications.
- Installer l'équipement de soudure en conformité avec les spécifications des fabricants.
- Sélectionner le procédé de soudage requis, comme indiqué sur les schémas.
- Définir et ajuster les paramètres de soudure requis, y compris (mais pas limités à) :
 - La polarité
 - L'ampérage
 - Le voltage
 - La vitesse d'alimentation du fil
 - La vitesse manuelle de soudage
 - Les angles torche/électrode
 - Le mode de transfert de métal.
- Maintenir en état l'équipement de soudure de manière à assurer les résultats requis ;
- Souder dans toutes les positions sur plaques ou conduits pour tous les procédés détaillés dans ISO 2553.
- Souder des tôles et tubes d'acier en utilisant le procédé de soudure :
 - Arc électrique Electrode Enrobée (111).
- Souder des tôles et tubes d'acier en utilisant le procédé de soudure :
 - Metal Inert Gas MAG (135).
- Souder des tôles et tubes d'acier en utilisant le procédé de soudure :
 - Metal Inert Gas MAG-fil fourré (136).
- Souder des tôles et tubes d'acier, aluminium et acier inoxydable en utilisant le procédé de soudure :
 - Tungstène Inert Gas (141).
- Nettoyer les soudures en utilisant des brosses métalliques, des burins, des grattoirs...

La connaissance des règles et règlements de compétition ne sera pas testée.

TRAVAUX PRATIQUES

Les candidats doivent être capables de mener à bien, seuls, les tâches suivantes :

Souder bout à bout et faire des cordons d'angle sur des tôles, des tubes, des sections de métal cintré, dans toutes les positions et avec des fils de différents angles d'inclinaison et de rotation. La terminologie des positions de soudage doit à la fois correspondre aux standards ISO 2553 et EN.

- Toutes les soudures verticales sur plaque, tube et réservoir sous pression doivent être faites selon une progression verticale (montante) ;
- Pour les modules du sujet d'épreuve avec des tôles d'aluminium et d'acier inoxydable, toutes les soudures doivent être faites en un seul passage avec du métal d'apport.

Tôles ou tubes	Position	ISO et EN
Tôles	À plat	PA
Tôles	Horizontale	PC, PB
Tôles	Verticale montante	PF
Tôles	Au plafond	PE, PD
Tubes	Axe vertical, fixé	PC
Tubes	Axe horizontal, fixé	PF/PH
Tubes	Axe de 45°, fixé	H-L045

Les compétences techniques minimum appropriées sont :

- Sélectionner la taille et le type d'électrode ou le matériau de remplissage les mieux adaptés ;
- Sélectionner le courant et la polarité appropriés pour le procédé de soudure ;
- Sélectionner le type de gaz, la pression et le débit appropriés ;
- Ajuster et souder avec différents modes de transfert de métal (ex. arc court, transfert globulaire, par pulvérisation ou arc pulsé) ;
- Ajuster tous les paramètres de soudure pour obtenir le type de soudure désiré (ex. voltage, vitesse, débit angles, tube contact pour travailler à distance, etc.)

3. LE SUJET D'ÉPREUVE

FORMAT / STRUCTURE DU SUJET D'ÉPREUVE

Le sujet d'épreuve se compose d'une série de modules indépendants qui doivent être validés comme suit :

- Module 1 : témoins métalliques, type épreuve de qualification de soudeur constitué d'un tube, de deux assemblages bout à bout et 1 angle intérieur.
- Module 2 : réservoir sous pression (structure de tôle et tubes) devant tenir à 60 bars.
- Module 3 : structure en aluminium.
- Module 4 : structure en acier inoxydable.

Matériel et équipement / sources de courant de soudage :

- 111 Arc avec Électrode Enrobée (enrobage basique).
- 141 Soude à l'arc sous protection gazeuse avec électrode réfractaire en tungstène AC/DC, type convertisseur 300A à haute fréquence, Fréquence CA (Hz) et onduleur.
- 135 MAG Soudage à l'arc sous protection gazeuse avec fil fusible.
- 136 FFAG Soudage à l'arc sous protection gazeuse avec fil fusible à fort taux de dépôt : DC, 300A avec onduleur.

DISTRIBUTION / CIRCULATION DU SUJET D'ÉPREUVE

Le sujet sera remis aux candidats lors du Séminaire de préparation à la Compétition Nationale, seul le module 1 pourra avoir des changements au niveau des positions de soudage et procédés et ne sera diffusé que le premier jour de compétition.

4. NOTATION

CRITÈRES D'ÉVALUATION

Répartition des points par critères.

Le tableau ci-dessous permet de présenter la répartition des points par domaines.

Le total est toujours sur 100.

Domaines de compétences	NOTE		
	Judgement (si applicable)	Measurement	Total
Visuel	X	X	50
Test de pression		X	15
Test destructif et non destructif		X	25
Compétences	X		10
Total =			100

Critère	Domaines de compétences	Sous-critère	Nom	Note	Note maximale
A	Visuel				50
		A1	Module 1 — Soudure d'angle 12 mm	2	
		A2	Module 1 — Témoin métallique 12 mm	2	
		A3	Module 1 — Témoin métallique 16 mm	2	
		A4	Module 1 — Témoin métallique (tube)	2	
		A5	Module 2 — Réservoir sous pression	20	
		A6	Structure d'aluminium	10	
		A7	Structure en acier inoxydable	10	
B	Test de pression				15
		B1	Module 2 — Réservoir sous pression — test de pression	15	
C	Test destructif et non destructif				25
		C1	Module 1 — Soudure d'angle 1 — test de résistance	4	
		C2	Module 1 — témoin 10 mm — test de radiographie	7	
		C3	Module 1 — témoin 16 mm — test de radiographie	7	
		C4	Module 1 — témoin métallique (tube) — radiographie	7	
D	Compétences				10
		D1	Tous les modules — Interprétation d'assemblage et de compétence	10	
Total					100

Note : un candidat ne peut pas se voir déduire des points pour la même imperfection plus d'une fois.

SPÉCIFICATION D'ÉVALUATION DU MÉTIER

Pour information, le « Judgement » est une notation subjective qui fait appel à l'appréciation des membres du jury (exemple : esthétique, finition...) Le « Measurement » est une notation objective correspondant à des critères mesurables (exemple : dimensions, tâche réalisée ou non...).

La notation sera faite par équipe de 3 jurés sur chaque sous-module.

Les jurés devront avoir les jauges de mesures, réglets, lampes, miroir, loupe et autres appareils de mesure nécessaires.

Toute la notation sera objective et ne prendra pas en compte les standards habituellement utilisés, sauf pour les examens radiographiques qui seront faits suivant l'ISO 5817 pour les critères d'acceptation.

Description de l'imperfection	Explication	Limites pour les imperfections
1 — Craquements	La soudure comporte-t-elle des craquements ?	Non autorisé
2 — Départs et cratères	Les cratères de billes et les départs sont-ils complètement remplis ? (de la couronne jusqu'au fond du cratère, ou de la couronne de fin et de la nouvelle couronne de départ)	Tâche 2 — $\leq 1,5$ mm Tâche 3 — $\leq 1,0$ mm Tâche 4 — $\leq 1,0$ mm
3 — Coup d'arc égaré	La soudure ne comporte aucun coup d'arc égaré ?	Non autorisé
4 — Suppression des projections et des scories	Toutes les projections et les scories de surface ont-elles été retirées du joint et de la zone alentour ?	Plus de 99 % de toutes les projections et de toutes les scories à enlever
5 — Marques de polissage	La surface de la soudure ne comporte aucune trace de polissage ou d'un tout autre procédé pour retirer le métal, afin d'améliorer l'aspect du travail fini ?	Aucun procédé pour retirer du métal sur un travail fini autorisé.
6 — Inclusions visuelles	Le métal de soudure ne comporte aucune imperfection courte et solide (scorie, flux, oxyde ou inclusions métalliques) ?	Tâche 2 : notation progressive. 2 défauts maximum
7 — Trous de vers	Le métal de soudure est-il sans trous de vers visuels ou cavités ? (Cavités allongées)	Tâche 1 (témoin) — voir les standards internationaux ISO 5817
8 — Porosité de surface ou interne, pores de gaz	Le métal de soudure est-il sans porosité ?	Tâche 1 (témoin) — voir les standards internationaux ISO 5817 Tâche 2 — Notation progressive. 2 défauts maximum Tâche 3 — Notation progressive. 2 défauts maximum Tâche 4 — Notation progressive. 2 défauts maximum
9 — Réduction	Le métal de soudure est-il sans réductions ?	$\geq 0,5$ mm
10 — Chevauchement	Le joint de soudure est-il sans chevauchement ?	Non autorisé
11 — Absence de pénétration	Le joint ne comporte pas d'absence de pénétration ou de fusion de la base ?	Tâche 1 (témoin) — voir les standards internationaux ISO 5817 Tâche 3 — Notation progressive. Tâche 4 — Notation progressive.
12 — Concavité excessive de la base (contraction de rétrécissement)	La pénétration de la soudure ne comporte pas de concavité excessive de la base ?	Tâche 1 (témoin) — voir les standards internationaux ISO 5817

13 — Pénétration excessive	Le joint ne comporte pas de pénétration excessive ?	Tâche 1 (coupon) : — ≤ 2,0 mm Tâche 2 : N/A Tâche 3 : — ≤ 3,0 mm Tâche 4 : — ≤ 2,5 mm
14 — Renforcement de surface excessif (hauteur)	Le joint de soudure ne comporte aucun renforcement de surface excessif ?	Tâche 1 (soudure d'angle) : — ≤ 3,0 mm Tâche 1 (bout à bout) : — ≤ 2,5 mm Tâche 2 : — ≤ 2,5 mm Tâche 3 : — ≤ 1,5 mm Tâche 4 : — ≤ 1,5 mm
15 — Rainure pas complètement remplie	La rainure de soudure bout à bout est-elle complètement remplie ?	Non autorisé
16 — Mauvais alignement linéaire (haut et bas)	Le joint de soudure est-il bien aligné (haut et bas) ?	Tâche 1 – voir les standards Internationaux ISO 5817 Tâche 2 : — ≤ 1,0 mm Tâche 3 : — ≤ 1,0 mm Tâche 4 : — ≤ 1,0 mm
17 — Taille des soudures d'angle	Les soudures d'angles correspondent-elles aux spécifications (longueur de la jambe de mesure) ?	Tâche 1 (témoin) : — 0/+2mm Tâche 2 : — 0/+2mm Tâche 3 : — 0/+2mm Tâche 4 : — 0/+1mm
18 — Contour du rayon complet	Le joint présente-t-il un contour de rayon complet égal à l'épaisseur de la plaque ?	Contour de rayon complet
19 — Largeur excessive de la surface de la soudure bout à bout	La largeur des perles est-elle uniforme et régulière ? (Mesure de la portion la plus étroite / portion la plus large)	Tâche 1 (témoin) : — ≤ 2,0 mm Tâche 2 : — ≤ 2,0 mm Tâche 3 : — ≤ 1,5 mm Tâche 4 : — ≤ 1,0 mm

Procédures de notation

Procédure pour effectuer le test non destructif :

1. Des procédures spécifiques doivent être utilisées pour tous les tests non destructifs.
2. Les témoins métalliques doivent être radiographiés tel qu'ils ont été soudés (aucun excès de métal ne pourra être retiré).
3. La radiographie des coupons métalliques doit être effectuée en conformité avec la norme ISO 5817.

Procédure pour effectuer les tests de fracture sur le témoin soudé en soudure d'angle :

1. Chaque pièce doit être positionnée pour la rupture en conformité avec la norme ISO 9173.
2. Chaque témoin doit être évalué visuellement après la rupture pour vérifier l'absence de fusion et de porosité.

Procédure pour le test de pression hydraulique :

1. Les jurés sont autorisés à assister au test du réservoir de leur candidat.
2. Remplir le réservoir d'eau et s'assurer que tout l'air peut s'échapper.
3. Brancher le réservoir et le pressuriser à 2 bars (30 psi).
4. S'assurer que l'extérieur du réservoir est parfaitement sec.
5. Si le réservoir présente une fuite : 1 point, le test est terminé.
6. Si le réservoir ne présente aucune fuite, pressuriser à 35 bars (500 psi). Attendre 10 secondes de stabilisation avant de commencer l'inspection.
7. Attendre 60 secondes. Si une fuite est observée : 1 point, le test est terminé. Si aucune fuite n'est détectée, pressuriser à 70 bars (1000 psi). Attendre 10 secondes de stabilisation avant de commencer l'inspection.
8. Attendre 60 secondes. Si une fuite est observée : 7,5 points. Si aucune fuite n'est observée : 15 points, le test est terminé.

9. Drainer l'eau du réservoir.

Note : Si une fuite est détectée, elle doit être mise en avant à l'aide d'un marqueur pour métal.

5. EXIGENCES DE SÉCURITÉ LIÉES AU MÉTIER

Durant la compétition, les candidats doivent utiliser les équipements de protection individuelle suivants aussi bien dans leur box que sur l'aire de l'atelier :

- Lunettes de protection ;
- Chemise de coton avec manches longues ;
- Pantalon de coton ;
- Bottes de travail, à coque d'acier ;
- Protections auditives ;
- Protection faciale.

6.ÉQUIPEMENTS ET MATÉRIAUX

LISTE D'INFRASTRUCTURES

La liste des infrastructures reprend tous les équipements courants, matériaux et installations mis à disposition des compétiteurs sur les espaces de concours en général.

MATÉRIAUX, ÉQUIPEMENTS ET OUTILS QUE LES COMPÉTITEURS APPORTERONT DANS LEUR CAISSE À OUTILS

Limes plates	2
Limes demi-ronde	2
Réglet ou mètre à ruban	1
Équerre à 90°	1
Meuleuses 220V	1 ou 2
Brosse métallique pour meuleuse	1 boite
Disque à flapper	5 ou 6
Disque à meuler	1 boite
Pointeau	1
Marteau	1 ou 2
Serre-joints de 200, 100	2 ou 3
Grattoir	1
Chiffon	1
Scotch aluminium	1
Brosse métallique à main	1
Cagoule de soudeur	1
Caisse à outils avec cadenas	1
EPI	

Une liste complémentaire pourra être distribuée lors du séminaire de préparation à la Compétition Nationale et/ou apparaitre sur le sujet d'épreuve.

MATÉRIAUX ET ÉQUIPEMENTS INTERDITS SUR L'ESPACE DE COMPÉTITION

- Aucun matériel pouvant être utilisé pour assembler un projet ou une partie d'un projet n'est autorisé durant la compétition.
- Aucun autre consommable additionnel n'est autorisé.
- Seul le matériel mentionné dans la liste d'infrastructure est autorisé.
- L'utilisation des téléphones portables est interdite pendant le concours.

Une liste complémentaire pourra être distribuée lors du séminaire de préparation à la Compétition Nationale et/ou apparaître sur le sujet d'épreuve.