

# DOCUMENT SUR LES PROCÉDURES DE SOUDAGE

## DESCRIPTION DU CONCOURS DE COMPÉTENCES

Description du (des) rôle(s) professionnel(s) associé(s) ou des occupations.

Le soudage est un processus critique qui est contrôlé par des normes et des spécifications nationales et internationales afin de réglementer la qualité du métal déposé et les compétences du soudeur.

Un soudeur prépare et joint une gamme de métaux et d'alliages métalliques en utilisant principalement des procédés où un arc électrique est la source de chaleur. Les procédés à l'arc électrique utilisent un écran de gaz ou un flux pour protéger la zone de soudure fondue de la contamination par l'atmosphère environnante. Un soudeur doit être capable d'interpréter les dessins techniques, les normes et les symboles et de traduire correctement ces exigences en structures et fabrications précises.

Les soudeurs doivent avoir une connaissance et une compréhension approfondies des pratiques de travail sûres, des équipements de protection individuelle et des risques et pratiques associés aux industries du soudage et de la fabrication. Ils doivent acquérir une connaissance spécifique d'un large éventail d'équipements et de procédés de soudage, ainsi qu'une compréhension de la manière dont le soudage affecte la structure du matériau à souder. Ils doivent être familiers avec l'électricité et la façon dont elle est utilisée pour le soudage.

Le soudeur prépare, assemble et joint un large éventail de métaux et d'alliages métalliques à l'aide de divers procédés de soudage, notamment le soudage manuel à l'arc métallique, le soudage à l'arc métallique sous gaz de protection, le soudage à l'arc métallique sous gaz de protection, le soudage à l'arc tungstène sous gaz de protection, le soudage à l'arc tungstène sous gaz et le soudage à l'arc avec fil fourré. Le soudeur utilise principalement des procédés où la chaleur utilisée pour le soudage est un arc électrique pour assembler une gamme de matériaux, y compris les matériaux couramment assemblés et fabriqués, comme l'acier au carbone, les aciers inoxydables, l'aluminium, le cuivre et leurs alliages. Ils doivent être capables de sélectionner l'équipement, les variables du processus et la technique de soudage appropriés, en fonction du matériau à assembler.

Les soudeurs peuvent utiliser des procédés de découpe thermique et doivent être capables d'identifier la préparation correcte pour l'assemblage en fonction du type, de l'épaisseur et de l'utilisation prévue du joint. Ils utilisent des équipements de meulage et de coupe pour préparer les joints soudés.

Les méthodes modernes d'assemblage, en plus de celles mentionnées ci-dessus, comprennent des procédés mécanisés tels que le soudage à l'arc submergé, le soudage au plasma, le soudage de goujons et le soudage au laser.

Les soudeurs assemblent des sections, des tuyaux et des plaques et fabriquent des récipients sous pression de petite et grande taille. Le soudeur peut travailler dans une unité ou une usine qui produit des fabrications et/ou des structures pour des industries aussi diverses que le génie civil, le génie mécanique, les transports, le génie maritime, la construction, les services et les loisirs. Les soudeurs travaillent également à la préparation des sites, à la construction, à la réparation et à l'entretien des structures. Un soudeur peut travailler dans de nombreux endroits et situations, allant d'un banc dans une usine aux chantiers navals, centrales électriques et structures off-shore. Les soudeurs travaillent également dans des usines d'ingénierie, de construction, de production d'énergie et de pétrochimie. L'environnement de travail peut comporter des risques, comme le fait d'être au large, dans des conditions météorologiques extrêmes et dans des espaces confinés où l'accès au joint à souder est limité.

Le soudeur moderne peut se spécialiser dans un ou plusieurs procédés et environnements de soudage. On peut également lui demander de travailler sur des alliages exotiques tels que les aciers inoxydables duplex et super duplex et les cupronickels. Les soudeurs sont appelés à effectuer les travaux les plus fins, là où les défauts et les défaillances peuvent avoir les conséquences les plus graves en termes de coûts, de sécurité et de dommages environnementaux.

## DOCUMENTS ASSOCIÉS

- ISO 5817-Soudage - Assemblages soudés par fusion en acier, nickel, titane et leurs alliages.
- ISO 9606-Essai de qualification des soudeurs - Partie 1 : aciers.
- ISO 10042-Soudage des joints soudés à l'arc en aluminium et alliages.
- ISO 9017-Essais destructifs des soudures dans les matériaux métalliques-essais de rupture.
- ISO 15608 - Directives de soudage pour le système de groupement des matériaux métalliques.
- ISO 17635- Contrôle non destructif des soudures. Règles générales pour les matériaux métalliques.
- ISO 10025- Produits laminés à chaud en aciers de construction. Conditions techniques générales de livraison.
- ISO 2553-Soudage et procédés connexes Représentation symbolique sur les dessins Joints soudés.
- ISO 9606-2- Epreuve de qualification des soudeurs Partie 2 : Epreuve de qualification des Welders Fusion Welding-Partie 2 : Aluminum and Aluminum Alloys.
- AWS A2.4 - Symboles normalisés pour le soudage, le brasage et l'examen non destructif.
- AWS A3.0 - Termes et définitions standard pour le soudage.
- Note : En cas de conflit, les normes ISO ont la priorité. Si aucune norme ISO n'est applicable, la norme AWS pertinente doit être utilisée.

## STRATÉGIE D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Les critères d'évaluation des compétences sont des spécifications d'aspect claires et concises qui expliquent exactement comment et pourquoi une note particulière est attribuée. Le tableau suivant est un guide pour l'évaluation visuelle des cordons de soudure.

—

Le niveau d'évaluation des imperfections ne doit pas être inférieur à celui attendu pour la qualification d'un soudeur selon la norme ISO 9606 Qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 1 : Aciers et Partie 2 : Aluminium et alliages d'aluminium. Le niveau d'imperfection n'est pas inférieur au niveau "B" de la norme ISO 5817 "Soudage. Joints soudés par fusion en acier, nickel, titane et leurs alliages (à l'exclusion du soudage par faisceau) Niveaux de qualité. Pour les inspections RT des plaques d'essai et des tuyaux, la RT numérique doit être utilisée si possible, mais si ce n'est pas possible, des pratiques de film à double charge doivent être utilisées. Les deux pratiques doivent être réalisées conformément à la norme ISO 17635.

ISO 10042 Joints soudés à l'arc en aluminium et ses alliages soudables.

## Directives sur les niveaux de qualité pour les imperfections

Description de l'imperfection	Explication	Limites pour les imperfections
1. Fissures	La surface de la soudure est-elle exempte de toute fissure ?	non autorisées
2. Début de soudure et cratères	Les cratères et les départs de cordon de soudure sont-ils complètement remplis ? (De la couronne au fond du cratère, ou de la couronne de l'arrêt et de la couronne du redémarrage)	Tâche deux (PV) $\leq 1,5$ mm
3. Frappes d'arc parasite et broyage parasite	Les projets d'arc sont-ils exempts d'amorces d'arc ? Y a-t-il du meulage parasite ?	Non autorisé (les projets doivent être exempts de meulage parasite dans le but d'éliminer les coups d'arc).
4. Élimination des scories et des éclaboussures	Toutes les scories et éclaboussures de surface ont-elles été enlevées du joint et de la zone environnante ?	Plus de 99 % des scories et des éclaboussures doivent être éliminées.
5. Marques de meulage	La surface de la soudure est-elle exempte de meulage ou de tout autre enlèvement de métal lors de la ou des passes du chapeau et de la pénétration, dans le but d'améliorer la soudure finie ?	Aucun enlèvement de métal n'est autorisé sur la soudure finie
6. Inclusions visuelles	Le métal de la soudure est-il exempt d'imperfections courtes et solides ? (scories, flux, oxydes ou inclusions métalliques).	Tâche deux (PV) Marquage incrémentiel de deux défauts au maximum
7. Porosités superficielles ou internes et pores de gaz	Le métal soudé est-il exempt de porosité ?	Tâche un (Coupon X-Ray) Voir la norme internationale ISO 5817 Tâche un (Coupon Visual) Non autorisé. Tâche trois (AL) - Marquage incrémental Tâche quatre (SS) - Marquage incrémental Tâche un - Voir la norme internationale ISO 5817

Tâche quatre (SS) -  
Marquage incrémentiel de  
deux défauts au maximum.

8. Contre-dépouille

Le joint de soudure est-il exempt de  
contre-dépouille ?

≤ 0,5 mm

9. Chevauchement (Over roll)

Le joint de soudure est-il  
complètement exempt de  
chevauchement (surroulement) ?

non autorisées

### Description de l'imperfection

### Explication

### Limites pour les imperfections

10. Manque de pénétration

L'articulation est-elle exempte de  
manque de pénétration ou de fusion  
radiculaire ?

Tâche un (Coupon X-Ray) Voir la norme  
internationale ISO 5817 Tâche un (Coupon  
Visual) Non autorisé.  
Tâche trois (AL) - Marquage incrémental  
Tâche quatre (SS) - Marquage incrémentiel

11. Concavité excessive de la  
racine (sillon de rétraction)

La pénétration de la soudure est-elle  
exempte de concavité excessive à la  
racine (suction) ?

Task one - See International Standard ISO 5817

12. Excessive Penetration

Le joint est-il exempt de pénétration  
excessive ?

Tâche 1 (Coupon) ≤ 2,0 mm  
Tâche 2 (PV) N/A  
Tâche 3 (AL) ≤ 3.0 mm  
Tâche 4 (SS) ≤ 2.5 mm

13. Visage excessif - Renforcement  
(hauteur)

Le joint de soudure est-il exempt  
d'un renforcement excessif de la  
face ?

Tâche 1 (Coupon)- ≤ 2.5 mm  
Tâche 2 (PV) ≤ 2.5 mm  
Tâche 3 (AL) - Tâche 4 ≤ 1.5 mm  
(SS) - Non autorisé ≤ 1.5 mm

14. Incomplètement rempli rainure

La rainure de la soudure en bout est-  
elle complètement remplie ?

Tâche 1 - Voir la norme internationale ISO 5817

15. Désalignement linéaire (haut/  
bas)

L'articulation est-elle exempte de  
désalignement linéaire (haut/bas) ?

Tâche 2 (PV)  
Tâche 3 (AL)  
Tâche 4 (SS) ≤ 1.0 mm  
Tâche 1 (Coupon) -0/+2 mm  
Tâche 2 (PV) -0/+2 mm Tâche 3 (AL) -0/+2 mm  
Tâche 4 (SS) -0/+1 mm

16. Dimensions des soudures  
d'angle

La taille des filets est-elle conforme  
aux spécifications ? (Mesure de la  
longueur de la jambe)

Contour du rayon complet (à évaluer par notation  
d'appréciation)

17. Renforcement (hauteur)

Le joint présente-t-il un contour à  
rayon complet = à l'épaisseur de la  
plaque ?

18. Sillon entièrement rempli

La largeur des perles est-elle  
uniforme et régulière ? (Mesurer la  
partie la plus étroite par rapport à la  
partie la plus large)

Tâche un (Coupon) ≤ 2,0 mm  
Tâche deux (PV) ≤ 2,0 mm  
Tâche trois (AL) ≤ 1,5 mm

## **PROCÉDURE D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES**

### **Procédure pour l'essai de pression hydrostatique**

- Remplir le récipient d'eau et s'assurer que tout l'air s'échappe ; boucher le récipient et le pressuriser à la pression de la ville ;
- S'assurer que le récipient est complètement sec à l'extérieur ;
- Si le récipient présente une fuite. Si le récipient présente une fuite, marquez un point et le test est terminé ; Si aucune fuite n'est observée à la pression de la ville, le récipient est pressurisé par étapes (au moins QUATRE étapes) jusqu'à la pression maximale normalement de 69 bars (1000 psi) selon la pompe à pression disponible ;
- Chaque point de maintien est maintenu pendant 60 secondes. Si aucune fuite n'est détectée, la pression est augmentée par paliers jusqu'à ce que la cuve soit pressurisée à la pression maximale. Si la cuve fuit à n'importe quelle étape du test hydrostatique, les points sont attribués en fonction du dernier point de maintien réussi ;
- Vidangez toute l'eau de la cuve.

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

### **EXIGENCES DE CONCEPTION DU PROJET DE TEST 5.1 Exigences générales**

Dans l'ensemble, le projet de test sera modulaire et constituera une évaluation indépendante des compétences du concurrent.

Matériaux et équipements : Sources d'énergie pour le soudage :

- 111 SMAW, MMAW, 141 GTAW, TIG : AC/DC, 300 Amps Inverter-Type avec commandes Hi-Frequency, AC- Frequency (Hz) et Pulse ;
- 135 GMAW, MAG, 136 FCAW : DC, 350 Amps avec contrôle par impulsion ou synergique Accessoires de soudage
- 111 SMAW, MMAW Câble de soudage et porte-électrode ;
- 141 GTAW, TIG : pistolet et accessoires, pointes de contact, diffuseurs,
- accessoires pour gaz de protection, régulateur, tuyaux, etc.
- accessoires, régulateur, tuyaux, commandes à distance à ampérage variable, à pied ou à main, tuyau de purge ;
- 135 GMAW, pistolet MAG et accessoires, pointes de contact, diffuseurs,
- accessoires pour gaz de protection, régulateur, tuyaux, etc.
- 136 Pistolet et accessoires FCAW, pointes de contact, diffuseurs, accessoires de gaz de protection, régulateur, tuyaux, etc.

Pendant la compétition, seul le matériel fourni par l'organisateur de la compétition peut être utilisé.

Plaques d'entraînement pour le concours.

L'organisateur du concours fournira deux jeux (quatre pièces chacun) de matériau pour chacun des coupons d'essai et dix pièces chacun (100x50 mm) de matériau en aluminium et en acier inoxydable

dans l'épaisseur des tâches, à utiliser comme plaques d'entraînement. Ces plaques seront mises à la disposition du concurrent pour qu'il puisse s'exercer le jour prévu pour l'essai des installations avant la compétition et pour le réglage des paramètres de soudage pendant la compétition. avant la Compétition et pour le réglage des paramètres de soudage pendant la Compétition.

### Dimensions des plaques d'entraînement

Les plaques d'entraînement doivent avoir la même largeur et la même épaisseur que les pièces de module du projet d'essai réel, mais elles doivent être plus courtes de 20 mm chacune.

### Matériaux de base

Groupes d'acier selon CR ISO/TR 15608 (2005), groupe un, deux ou trois pour l'acier à faible teneur en carbone ;  
groupe huit pour l'acier inoxydable (série 300), et l'aluminium dans les séries 5000 et 6000. Le matériau choisi doit figurer sur la liste des infrastructures, avec tous les détails concernant le groupe et la classification du matériau. Les RMP doivent être fournis au Comité technique provincial (CTP) qui en vérifiera l'exactitude et les approuvera avant de commencer la coupe du matériau.

### Plaques

- Acier à faible teneur en carbone de haute qualité, d'une épaisseur de 2 mm à 12 mm, conforme à la norme ISO 10025 ;
- Pour les appareils à pression, les plaques doivent être certifiées par un test d'épaisseur ;
- Acier inoxydable austénitique, épaisseur de 2 à 3 mm, par exemple types 18/8 X5CrNi 18 ; Aluminium 3mm d'épaisseur seulement, par exemple les séries 5000 ou 6000.

### Pipes

- Tubes en acier à faible teneur en carbone de haute qualité selon ISO 10025, dia. 40 mm à 150 mm, épaisseur de paroi de 1,6 mm à 10 mm ;
- Acier inoxydable et aluminium, diamètre de 25 mm à 50 mm, épaisseur de paroi de 1,6 mm à 6 mm.
- Les coupons d'essai doivent être coupés, fraisés ou tournés, de manière à être lisses et parallèles.

### Module 1 : Notes sur les appareils à pression

Description: A completely enclosed plate/pipe structure, which shall encompass all four of the process listed and all weld positions as described in this Technical Description.

- Durée : six heures environ ;
- Taille : Espace dimensionnel global, environ 350 mm x 350 mm x 400 mm ;
- Plate thickness: 6.8 mm and 10 mm; Pipe
- Épaisseur de paroi de 3 mm à 10 mm ;
- Pressure test minimum normally 1000 psi (69 bar).



L'appareil à pression ne doit pas peser plus de 35 kg à l'état soudé.

Le directeur du concours d'habileté se réserve le droit de modifier la pression d'essai nominale de tout récipient sous pression avant le début du concours.  
pression avant le début de la compétition.

## Module 2 : Structure de l'aluminium

Description : Une structure partiellement fermée en aluminium, qui sera soudée au TIG (141).

- Durée : trois heures environ ;
- Taille : Espace dimensionnel global d'environ 200 mm x 200 mm x 250 mm ;
- épaisseur du matériau de la plaque/tube en aluminium de 3 mm.
- Tous les joints doivent être soudés en un seul passage avec du métal d'apport. Le dépôt d'un deuxième passage avec ou sans métal d'apport n'entraînera AUCUNE note pour l'ensemble de la structure.
- Le module du projet d'essai peut être scié en deux, si nécessaire, pour permettre l'inspection de la pénétration des soudures et le marquage.
- Lors de l'assemblage et du soudage de la structure en aluminium, il ne doit y avoir aucun vide dans les soudures.

## Module 3 : Structure en acier inoxydable

Description : Une structure partiellement fermée en acier inoxydable, qui sera soudée par GTAW (141).

- Durée : trois heures environ ;
- Dimensions : Espace dimensionnel global d'environ 150 mm x 150 mm x 200 mm ;
- Épaisseur du matériau de la plaque/tube en acier inoxydable de 2 mm à 3 mm.
- Ce module de projet d'essai peut être scié en deux, si nécessaire, pour permettre l'inspection et le marquage de la pénétration des soudures.
- Tous les joints doivent être soudés en un seul passage avec du métal d'apport. Le dépôt d'une deuxième passe avec ou sans métal d'apport entraînera l'absence de points pour l'ensemble de la structure.

Lors de l'assemblage et du soudage de la structure en acier inoxydable, il ne doit y avoir aucun vide dans les soudures.

## COMPETITION SPECIFIC INSTRUCTIONS

Utilisation des machines, outils et équipements de soudage

- L'organisateur du concours doit fournir des machines à souder qui peuvent être utilisées dans les modes de fonctionnement de base ;
- Les machines à souder peuvent être utilisées au maximum de leur potentiel technique ;

- L'organisateur de la compétition doit mettre à la disposition de tous les pays/ régions participants des manuels d'utilisation détaillés au moins six (6) mois avant la compétition ;
- Les machines à souder fournies doivent pouvoir être utilisées à la fois avec une commande d'ampérage standard et une commande d'ampérage à distance. Des dispositifs de commande à distance de l'ampérage variable doivent être disponibles ;

Des commandes de commutation à distance, à main ou au pied, doivent être prévues. Le meulage et l'utilisation de matériaux et d'équipements abrasifs :

- L'enlèvement de matériau n'est pas autorisé sur les surfaces de la pénétration de la racine ou de la soudure de recouvrement. La passe de bouchon est définie comme la couche finale de la soudure qui respecte la taille, les rainures et les congés de la soudure. Les reprises peuvent être préparées avant de souder par-dessus.
- Le meulage des surfaces du matériau du coupon de congé avant le soudage est autorisé mais
- l'angle de préparation usiné doit rester à 90 degrés.  
Brossage à la brosse métallique : Le brossage à la brosse métallique, manuel ou motorisé, peut être utilisé sur toutes les surfaces soudées des plaques/tuyaux d'essai (module 1) et du récipient sous pression (module 2).  
Le brossage à la brosse métallique ou le nettoyage chimique ne sont PAS autorisés sur les soudures achevées du projet en aluminium (module trois) ou du projet en acier inoxydable
- (module quatre).

#### Barres/plaques d'appui et dispositifs de retenue

- Aucune plaque de refroidissement, aucun ruban ou barre de support en céramique ni aucune languette de sortie ne doivent être utilisés dans le cadre de la compétition ;
- L'équipement de purge ne peut être utilisé qu'avec le procédé de soudage à l'arc sous gaz tungstène sur le projet en acier inoxydable ;
- Les dispositifs de retenue ne doivent pas être utilisés pendant le soudage des plaques d'essai : Des pinces, des gabarits, des montages ou des plaques d'acier, soudés par points aux plaques d'essai ;
- Le soudage des plaques d'essai doit être effectué sans l'aide de dispositifs de retenue (à l'exception du matériel de retenue fourni pour les coupons de soudure d'angle) afin que les experts puissent évaluer le contrôle de la distorsion ;
- Seules les fixations standard ou les aides au positionnement (positionneurs), fournies par l'organisateur du concours, peuvent être utilisées lors du soudage des coupons d'essai. En fonction des projets sélectionnés, ils doivent à tout moment être soudés et meulés à 100% sur l'établi. Un compétiteur peut meuler un coupon alors qu'il se trouve encore dans le positionneur, à condition que le meulage ne projette pas d'étincelles au-dessus de la cellule de soudage. Le concurrent est arrêté immédiatement si le meulage est effectué d'une manière dangereuse.

#### Nettoyage des soudures des projets GTAW (141)

- Les faces de soudure sur les projets GTAW (TIG) en aluminium et en acier inoxydable doivent être présentées dans l'état "tel que soudé". Le nettoyage, le meulage, la laine d'acier, la brosse métallique brosse métallique ou nettoyage chimique ne sont PAS autorisés sur les soudures, sauf pour la préparation des points d'arrêt sur l'acier inoxydable.  
préparation des points d'arrêt sur le projet en acier inoxydable.

### Soudures par points

- L'inspection des points de soudure est un POINT D'ARRÊT
- La longueur maximale d'une soudure en point pour un projet donné est de 15 mm.
- Pour le pointage des appareils à pression, de l'acier inoxydable et de l'aluminium, des points de 15 mm peuvent être combinés autour des axes X, Y et Z ;
- Pour le pointage dans le module 1, récipient sous pression, le concurrent peut utiliser n'importe lequel des procédés de soudage énumérés dans la présente description technique pour le pointage dans n'importe quelle position ;
- Aucune soudure par points ne doit être effectuée à l'intérieur d'un projet. Si elles sont découvertes pendant la présentation, le concurrent est prié de les retirer. Le temps n'est pas compensé pour cela.

### Soudage de l'appareil à pression

Si l'une des configurations de joint sur l'appareil à pression, c'est-à-dire le soudage bout à bout, le soudage d'angle ou le soudage des coins extérieurs, est réalisée avec le mauvais procédé ou dans la mauvaise position, cette configuration de joint ne sera pas évaluée visuellement et aucun point ne sera attribué.

#### Soudage des structures en aluminium ou en acier inoxydable

Si l'un des joints est soudé dans une position incorrecte, aucune inspection supplémentaire n'est effectuée et aucune note n'est attribuée pour la structure complète.

Après le pointage, l'inspection et la vérification par estampage, il ne peut y avoir d'autre enlèvement de matière, aucun meulage, limage ou nettoyage ne doit être effectué sur la structure.

**Note :** Un concurrent qui est vu en train d'effectuer une opération qui compromet l'une ou l'autre des règles ou des directives de la présente description technique est immédiatement informé qu'il ne doit plus effectuer de travaux sur le projet jusqu'à ce que la question soit réglée. Le concurrent ne sera pénalisé d'aucune pénalité de temps pendant l'enquête.

La liste standard pour les coupons de test détaillera la position du coupon, le processus pour la passe de la racine, et le processus pour les passes de remplissage et de bouchage. Le responsable de la compétition d'habileté déterminera les quatre coupons d'essai à souder

**TOUTES LES SOUDURES VERTICALES OU INCLINÉES NE PEUVENT ÊTRE EFFECTUÉES QU'AVEC UNE PROGRESSION VERS LE HAUT.**

**LES MODULES DEUX ET TROIS DOIVENT ÊTRE SOUDÉS EN UNE SEULE PASSE AVEC AJOUT DE MATIÈRE D'APPORT.**

## PROCÉDURES GÉNÉRALES DE BONNES PRATIQUES

Sujet/Tâche	PROCÉDURES GÉNÉRALES DE BONNES PRATIQUES
Défaillance de l'équipement	<ul style="list-style-type: none"><li>• Si l'équipement ou les outils apportés par le concurrent tombent en panne, aucun temps supplémentaire n'est accordé.</li><li>• Si l'équipement ou les outils fournis par l'organisateur de la compétition tombent en panne, le temps supplémentaire n'est accordé que si le technicien du sponsor ou de la société fournisseuse le spécifie et prouve qu'il ne s'agit pas d'une "erreur de l'utilisateur".</li></ul>