

## LES DÉFAUTS DE SOUDAGE

La fiche technique de ce numéro passe en revue les caractéristiques majeures des deux principales catégories de défauts rencontrés en soudage : géométriques et structuraux. La nature des défauts est examinée et leurs causes potentielles y sont décrites. Cette fiche constitue un complément d'information suite à notre présentation sur le contrôle de qualité en soudage.

Catégories	Définition	Stade	Nature	Causes potentielles
Défauts géométriques	Différences ou écarts dimensionnels dans la préparation ou l'ajustage d'un joint.  Autrement ce sont des discontinuités dimensionnelles que l'on considère d'ailleurs comme défauts géométriques quand leurs dimensions dépassent les limites établies par une norme ou une spécification de soudage.	Avant le soudage	<p><b>Dimensions incorrectes reliées à la préparation du joint ou à l'ajustage :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Angle de chanfrein ou d'ouverture</li> <li>▶ Méplat</li> <li>▶ Écartement de la racine</li> <li>▶ Désalignement</li> </ul> <p><b>Irrégularités des surfaces à assembler</b></p>	<p>Un ou plusieurs des facteurs suivants peuvent être en cause, selon la nature des défauts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Non-respect des procédures de soudage</li> <li>▶ Positionnement incorrect de l'assemblage</li> <li>▶ Géométrie du joint incorrecte</li> <li>▶ Intensité de courant trop forte</li> <li>▶ Tension trop faible</li> <li>▶ Angle d'inclinaison de l'électrode incorrect</li> <li>▶ Diamètre d'électrode trop grand</li> <li>▶ Vitesse d'avancement trop lente</li> <li>▶ Contamination des surfaces</li> </ul>
		Après le soudage	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gorge insuffisante</li> <li>▶ Caniveau excessif</li> <li>▶ Surépaisseur (convexité) excessive</li> <li>▶ Débordement</li> <li>▶ Déformation angulaire</li> </ul>	
Défauts structuraux	Ce sont des discontinuités structurales qui se manifestent par des ruptures ou manque de cohésion dans la soudure proprement dite et dont l'importance et la taille dépassent les limites acceptables dictées par une norme ou une spécification de soudage.	Après le soudage	<p><b>Soufflures ou porosités :</b> Cavités formées par un gaz resté prisonnier au cours de la solidification.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Électrodes contaminées (saleté, huile, graisse, humidité...)</li> <li>▶ Débit de gaz de protection insuffisant ou excessif; perte de protection gazeuse par le vent</li> <li>▶ Soufflage de l'arc</li> <li>▶ Composition inappropriée (métal de base)</li> </ul>
			<p><b>Inclusions solides :</b> Corps solide emprisonné entre le métal fondu et le métal de base (laitier, autres)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Inclusions de laitier dues à un mauvais nettoyage entre passes de soudure</li> <li>▶ Mauvaise préparation et nettoyage avant soudage</li> </ul>
			<p><b>Déficiences reliées à la fusion :</b> Manque de fusion ou de pénétration</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mauvaise conception du joint</li> <li>▶ Mauvaise préparation du joint et de l'assemblage</li> <li>▶ Dimension de l'électrode</li> <li>▶ Mauvaise manipulation de l'électrode</li> <li>▶ Température insuffisante entre les passes</li> <li>▶ Non-respect de la procédure de soudage</li> </ul>
			<p><b>Fissures :</b> Fissuration à chaud ou à froid</p>	<p>À chaud : dues à la composition, à la mauvaise conception du joint ou au profil de la soudure ; À froid : contraintes résiduelles et excès d'hydrogène emprisonné dans le métal fondu</p>
			<p><b>Irrégularités de surface, cratères, coups d'arc ...</b></p>	Mauvaise exécution du soudage



USINE DE BOUCHERVILLE

### ARRÊTEZ DE VOUS CASSER LA TÊTE!



Numéro 49 - janv. / fév. 2009

**Dans ce numéro :**

**Le soudage de l'acier inoxydable**  
Le contrôle de qualité

**Fiche technique**  
Les défauts de soudage

**Pour nous joindre**

Téléphone : 450.449.4000  
Sans frais : 800.449.4429  
Télécopieur : 450.449.4002  
Courriel : info@groupeiai.com  
Site Internet : www.groupeiai.com

# LE CONTRÔLE DE QUALITÉ EN SOUDAGE

Les procédés et les normes en soudage ont fait l'objet d'une présentation dans le numéro précédent du journal IAI. Nous poursuivons ici sous le même thème en abordant cette fois la question critique du contrôle de qualité.

## La qualité...

On entend généralement par qualité d'une soudure : la capacité de celle-ci à maintenir une bonne fiabilité pendant sa vie utile, compte tenu des conditions de service d'un équipement. La notion de « tenue en service » ne se limite pas à la qualité d'exécution, mais comprend également la contribution du concepteur, du spécialiste en matériaux et de l'utilisateur du produit fini.

Généralement contrôlée dans l'atelier ou au chantier, la qualité est donc largement influencée par la compétence du soudeur, de même que par l'expérience de son superviseur. Plusieurs facteurs peuvent influencer la qualité d'une soudure, dont :

- ▶ la conception du joint de soudure;
- ▶ les procédures de soudage;
- ▶ l'équipement de soudage;
- ▶ la supervision du soudage;
- ▶ etc.

## Le contrôle de qualité

On définit le contrôle comme un ensemble d'activités telles que mesurer, examiner, essayer ou passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit. L'objectif étant évidemment de déterminer s'il y a conformité entre les résultats obtenus et les exigences spécifiées.

En soudage, le terme contrôle fait largement référence à « inspection ». Ces activités d'inspection seront réalisées à toutes les étapes de la fabrication, soit : avant, pendant et après le soudage.

### Avant le soudage

L'inspection avant le soudage exige la vérification et l'examen :

- ▶ des codes et des spécifications requises;
- ▶ des dessins de détail (type, dimension, longueur, emplacement des soudures, etc.);
- ▶ des procédures de soudage requises;
- ▶ de la qualification requise des soudeurs, selon le procédé et la position de soudage;
- ▶ de la conformité des métaux de base et d'apport;
- ▶ de l'équipement de soudage;
- ▶ de la préparation des joints de soudure.

### Pendant le soudage

La procédure de contrôle pendant le soudage porte sur deux éléments principaux :

- ▶ la vérification du respect des paramètres de soudage (tension, courant, position de soudage, préchauffage s'il y a lieu, température entre passes, vitesse de déplacement de l'arc, débit de gaz, etc.);
- ▶ la vérification du nettoyage (enlèvement du laitier) après chaque passe de soudure.

### Après le soudage

Cette troisième étape d'inspection implique l'examen des éléments suivants :

- ▶ les dimensions, les longueurs et l'emplacement des soudures;
- ▶ la déformation de l'assemblage;
- ▶ le profil des soudures;
- ▶ les défauts visibles;
- ▶ l'identification des soudures faisant l'objet d'examen non destructif;
- ▶ l'examen visuel proprement dit des joints de soudures.

## Les méthodes d'inspection

Il existe une variété de méthodes couramment utilisées, chacune avec ses avantages et ses inconvénients. Ces méthodes se répartissent en deux familles principales. D'une part, les « examens non destructifs » dont les méthodes de détection de défauts et d'évaluation des soudures. Cette méthode n'entraîne aucun dommage à la pièce examinée. Il y a d'autre part, les « essais destructifs », où un échantillon d'un matériau est soumis à des charges ou des contrôles causant des déformations permanentes à l'échantillon soumis à l'essai.

### Examens non destructifs

**Examen visuel** : c'est le contrôle non destructif le plus élémentaire, peu coûteux, rapide et simple qui est appliqué avant, pendant et après le soudage. L'équipement requis: lumière de poche, jauges (calibres) pour soudure, ruban à mesurer, rapporteur d'angle, pied à coulisse, équerre, dessins de détail ou de référence, etc.

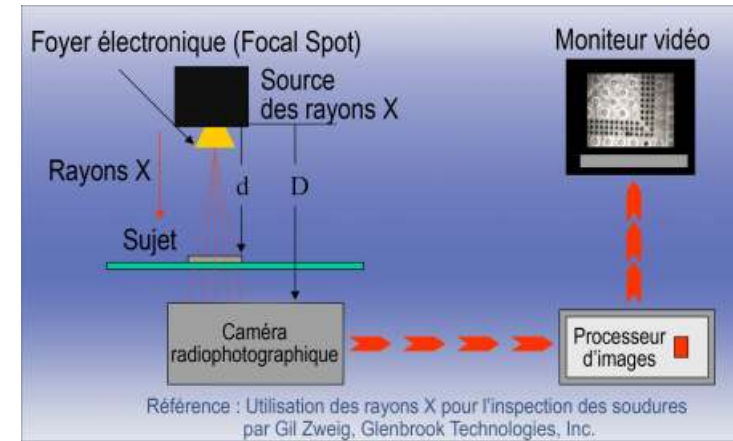
*Désavantages :*

- ▶ ne peut détecter les défauts internes;
- ▶ sujet à l'erreur humaine.

**Examen radiographique** : il permet de détecter le manque de fusion et de pénétration, les inclusions de laitier et les soufflures. Les défauts sont évalués selon les critères d'acceptation de la norme et des spécifications requises.

*Désavantages :*

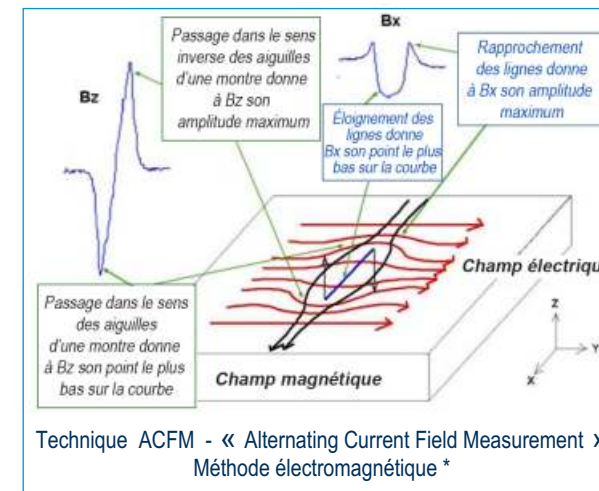
- ▶ danger d'exposition aux radiations;
- ▶ ne peut détecter avec fiabilité des défauts linéaires (par exemple : des laminations).



**Examen magnétoscopique ou par particules magnétiques** : méthode rapide, peu dispendieuse, simple et qui peut être utilisée dans toute les positions.

*Désavantages :*

- ▶ ne convient qu'aux matériaux ferreux;
- ▶ ne détecte que les discontinuités qui débouchent à la surface.



**Examen par ultrasons** : méthode permettant de détecter et de mesurer les discontinuités volumiques « non débouchantes » en surface, telles que soufflures, manque de fusion et de pénétration, inclusions, fissures, etc.

*Désavantages :*

- ▶ opérateurs expérimentés et compétents requis;
- ▶ moins efficace pour les épaisseurs inférieures à 8 mm.

**Examen par ressuage ou au liquide pénétrant** : autre méthode rapide, peu dispendieuse et simple, pouvant être utilisée dans toutes les positions, et sur n'importe quel matériau.

*Désavantages :*

- ▶ ne détecte que les discontinuités qui débouchent à la surface;
- ▶ le nettoyage et la propreté des surfaces à examiner sont très importants;
- ▶ la possibilité de fausses indications.

Pour compléter, signalons qu'il existe d'autres méthodes d'examens non destructifs :

- ▶ **le contrôle d'étanchéité** : au savon, au gaz, au liquide pénétrant, etc.;
- ▶ **l'épreuve hydrostatique**;
- ▶ **le contrôle par émission acoustique**;
- ▶ **le contrôle par courant de Foucault** (« Eddy current »).

## Essais destructifs

Il s'agit des essais mécaniques et chimiques appliqués à une éprouvette ou un échantillon d'un matériau. Ils sont généralement classés selon les propriétés qu'ils doivent définir et sont réalisés conformément à des procédures bien établies selon les normes d'acceptations requises.

Ces procédures comprennent:

- ▶ les essais de traction : soumission à une charge longitudinale conduisant à la rupture;
- ▶ les essais de pliage : pliage à un rayon pré-établi de la section transversale qui comporte la soudure;
- ▶ essais de dureté : pour mesurer l'aptitude d'un matériau aux déformations permanentes ou plastiques;
- ▶ essais de résilience : mesure de la ténacité d'un matériau à absorber l'énergie avant de se rompre;
- ▶ essais de rupture : utilisés pour mesurer économiquement la qualité générale d'une soudure;
- ▶ examen macrographique : données permettant de mesurer l'étendue et la forme de la pénétration;
- ▶ analyses chimiques : permettent d'établir la composition chimique du métal de base.

Il existe aussi différentes méthodes complémentaires reliées aux essais destructifs : essais de fatigue, essais de fragilité, essai d'épreuve (proof test), etc.

La fiche technique de ce numéro complète cette base d'informations sur le contrôle de la qualité du soudage en présentant une description succincte des principaux types de défauts rencontrés en soudage.