


# ESSAI MÉCANIQUE

## LE PLIAGE: EXAMEN DE LA FLEXIBILITÉ ET DE LA RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

L'essai de pliage est un essai qualitatif simple et bon marché qui peut être utilisé pour déterminer tant la flexibilité que la résistance d'un matériau. Il est souvent utilisé comme essai de contrôle de qualité pour les soudures bout à bout. L'avantage de l'essai de pliage est que tant l'éprouvette de pliage que l'appareillage nécessaire pour l'essai sont simples. Des appareillages d'essai onéreux ne sont pas nécessaires, les éprouvettes sont faciles à réaliser et l'essai peut être réalisé à l'atelier. Le résultat peut être utile comme contrôle qualitatif pour assurer la continuité de la production.

 Version originale: Gene Mathers. Adaptation: Leo Vermeulen.  
Traduction en français: Marie-Christine Ritzen

### L'essai de pliage

L'essai de pliage utilise une éprouvette ayant trois points d'appui et pliée jusqu'à l'obtention d'un angle spécifique. Le côté extérieur de l'éprouvette de pliage subit une déformation plastique en traction de telle sorte que chaque défaut ou fragilisation du matériau est nettement visible. Cet essai peut être réalisé de façon à ce que l'éprouvette se plie librement ou que le pliage soit guidé par un mandrin. L'essai de pliage où l'éprouvette s'enroule autour d'un mandrin de diamètre spécifique est celui exigé lors d'essais de qualification de modes opératoires de soudage et de soudeurs. On retrouve, par ex., ces exigences dans l'ASME IX, EN 287, EN 288 et ISO 15614 partie 1. Cet article ne traitera donc que de ce type d'essai illustré à la figure 1a et 1b.

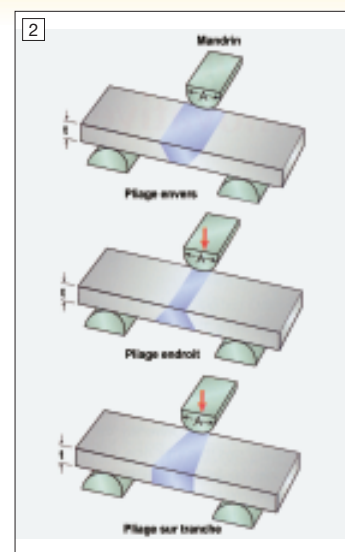
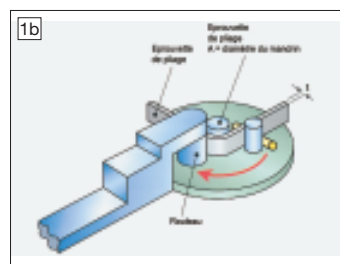
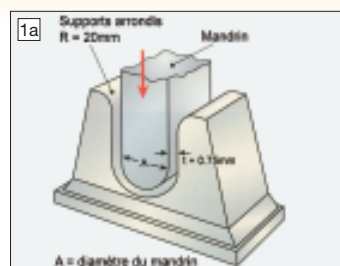
### Tension

La tension dans l'éprouvette de pliage dépend du diamètre du mandrin. Le diamètre est fonction de l'épaisseur 't' et est exprimé en un multiple de 't', par ex. 3t, 4t, etc. Le diamètre est prescrit dans les spécifications de l'essai et varie avec la résistance et la déformabilité du matériau. Pour des matériaux non déformables comme les alliages d'aluminium complètement durcis, le diamètre peut aller jusqu'à 8t. D'autre part, pour des aciers faiblement alliés recuits, des diamètres jusque 3t peuvent être utilisés. L'angle de pliage peut être de 90, 120 ou

180 degrés en fonction des spécifications. Enfin, l'éprouvette est examinée du côté sollicité en traction. La plupart des spécifications considèrent les défauts ayant une longueur de 3 mm ou plus comme devant être rebutés. Dans le cas de soudures bout à bout pour les essais de qualification des modes opératoires et des soudeurs, les éprouvettes sont pliées transversalement ou parallèlement au sens du soudage. Pour une épaisseur inférieure à 12 mm environ, l'éprouvette est pliée transversalement au sens du soudage. En fonction de la position de l'éprouvette de pliage, le côté endroit ou envers de la soudure est soumis à la traction et examiné (figure 2).

### Détection des manques de liaison

Quand l'épaisseur du matériau est trop grande pour plier le tout en une seule fois, les spécifications permettent de réaliser plusieurs plus petites éprouvettes afin de tester le matériau à condition que toute l'épaisseur soit ainsi testée. Normalement, la plupart des spécifications exige par soudure bout à bout deux éprouvettes de pliage à l'endroit et deux éprouvettes de pliage à l'envers ou quatre éprouvettes de pliage côté. L'essai de pliage où on teste la couche terminale, fera apparaître des défauts tels que des caniveaux et des manques de liaison, situés à la surface ou juste en-dessous. L'essai de pliage du côté de la passe de fond est parfait pour



Figures 1 a et b: des exécutions typiques où l'éprouvette de pliage est guidée lors du pliage; Figure 2: voir texte

détecter des manques de liaison et des manques de pénétration. L'essai de pliage côté teste l'entièreté de l'épaisseur de la soudure et est donc approprié pour détecter des manques de liaison à la ligne de fusion mais également des manques de liaison dans la pénétration de joints en double V. Cet essai de pliage côté se prête également bien pour le contrôle de couches de rechargement où toutes les zones fragiles qui se trouvent près de la ligne de fusion sont facilement visibles. Les éprouvettes de pliage dans la longueur sont telles que toute l'épaisseur de la soudure est prélevée, ainsi que les deux zones affectées thermiquement et les deux côtés du métal de base. Elles peuvent être pliées à l'endroit, à l'envers et de côté et sont utilisées lorsqu'il y a une grande différence en résistance entre les deux métaux de base ou le métal de base et la soudure. Le contrôle détecte facilement chaque défaut transversal mais plus difficilement les défauts tels que les manques de liaison ou les manques de pénétration dans le sens de la longueur.

### Pics de tension

Alors que l'essai de pliage est simple, il y a quelques détails qui peuvent rendre les résultats de l'essai non conformes. Quand l'éprouvette est prélevée de la soudure, le coupage ne peut pas avoir d'effet sur les résultats de l'essai de pliage. Il est nécessaire d'éliminer toutes les zones affectées

thermiquement et les zones durcies du coupage. Il est normal de meuler l'endroit et l'envers de la soudure. Ceci restreint l'accroissement des tensions. Des angles aigus peuvent provoquer des dégradations précoces et doivent donc être arrondis avec un rayon maximal de trois millimètres. Aux angles d'une éprouvette de pliage transversal d'un tube de petit diamètre apparaîtront des tensions de traction très élevées. Ceci peut provoquer de la fissuration aux angles de l'éprouvette. Dans des soudures à propriétés dissemblables comme dans le cas des assemblages dissemblables où lorsque le métal déposé et le métal de base présentent de grandes différences en résistance, des pics de tension peuvent apparaître durant l'essai. La déformation la plus importante a lieu dans le matériau le plus faible. On aura une déformation locale qui peut mener à une dégradation précoce. Des pics de tension comparables peuvent apparaître dans des soudures d'alliages d'aluminium complètement durcis. Dans ce cas, la méthode présentée à la fig. 1b est la meilleure pour l'essai de pliage.

### Normalisation

- EN 910 Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Essais de pliage
- ASME IX Welding and Brazing Qualifications
- ASTM E190-92 Guided bend Test for Ductility of Welds □