

DÉFORMATION – PARTIE I

PRÉVENTION AU MOYEN DE TECHNIQUES SPÉCIALES DE FABRICATION

Dans la première partie de l'article consacré aux déformations, on va traiter la déformation provoquée par le soudage d'une tôle au milieu d'une tôle mince dans un assemblage transversal d'une section de pont. On parlera des différentes techniques d'assemblage et de la procédure de soudage et nous vous donnerons quelques conseils pratiques.

Par *John Allen*

Traduction par *M-C Ritzen (IBS)*

TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE

Généralement, le soudeur a peu d'influence sur le choix de la technique de soudage. Cependant, la façon dont les éléments sont placés les uns vis-à-vis des autres peuvent être d'une grande importance pour pouvoir limiter les déformations. Les principales techniques d'assemblage sont le pointage, les pièces placées dos à dos et la mise en place de raidisseurs.

POINTAGE

Les soudures de pointage sont idéales pour la mise en place et le maintien de l'écartement des bords mais peuvent également être utilisées afin de contrer le retrait transversal. Pour être efficace, il faut penser au nombre de soudures de pointage,

à leur longueur et la distance entre elles. Quand il y en a trop peu, le risque existe que le joint soit plus étroit quand la soudure progresse. Dans une longue soudure, avec le soudage à l'électrode enrobée ou avec le soudage MIG/MAG, un effet de ciseaux peut même apparaître. Les bords de la soudure glissent l'un sur l'autre. Il faut noter que lors du soudage sous flux, le joint peut se relever quand le pointage n'est pas bien fait.

La séquence de pointage est importante afin de pouvoir avoir, sur toute la longueur de la soudure, une première passe uniforme. Trois séquences alternatives sont données à la figure 1. (Remarque figure 1A: il est nécessaire de clamer les tôles ou d'utiliser des cales afin de maintenir constante l'ouverture du joint durant le pointage.) Pointer dans une direction

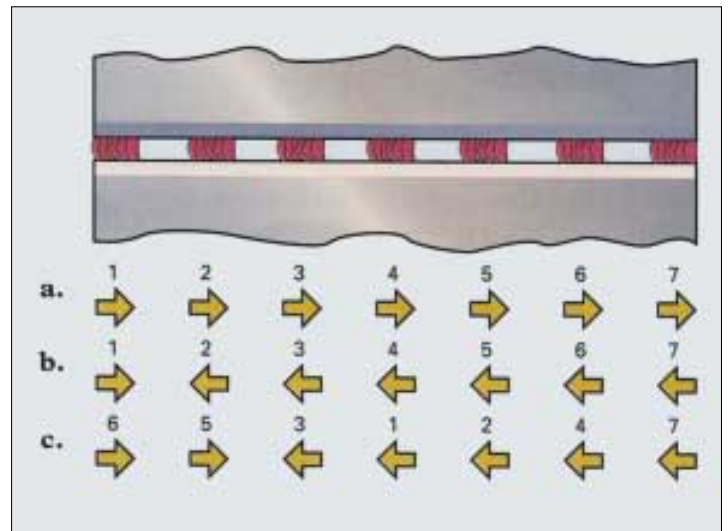


Figure 1: Méthodes différentes lors du pointage pour contrer le retrait transversal.
 - Soudures de pointage d'un côté à l'autre du joint (figure 1a)
 - Commencer à pointer d'un côté et poursuivre le reste du joint à pas de pèlerin (figure 1b)
 - Commencer le pointage au milieu et poursuivre avec un pointage à pas de pèlerin (figure 1c) (Toutes les figures: Marc Martens)

déterminée est une bonne méthode afin de pouvoir régler l'écartement des bords du joint et si nécessaire de pouvoir rectifier par ex. dans le cas d'un écartement (devenu) trop grand. Lors du pointage, il est important que les soudures de pointage soient déposées suivant une procédure approuvée et soient réalisées par des soudeurs qualifiés. La procédure peut exiger un préchauffage et l'utilisation d'un métal d'apport approuvé comme spécifié pour la soudure même. L'élimination des pointages doit se faire soigneusement afin d'éviter des défauts de surface.

ASSEMBLAGE DOS À DOS

En pointant ou en clamant dos à dos deux pièces identiques, le soudage peut être réalisé autour de la fibre neutre de la construction complète. (figure 2a). Il est recommandé de faire un recuit de relaxation sur l'ensemble avant de séparer les pièces. Si on ne le fait pas, il peut être nécessaire de placer des cales entre les pièces (figure 2b) de façon à ce que les pièces reviennent à la forme souhaitée après les avoir retirées.

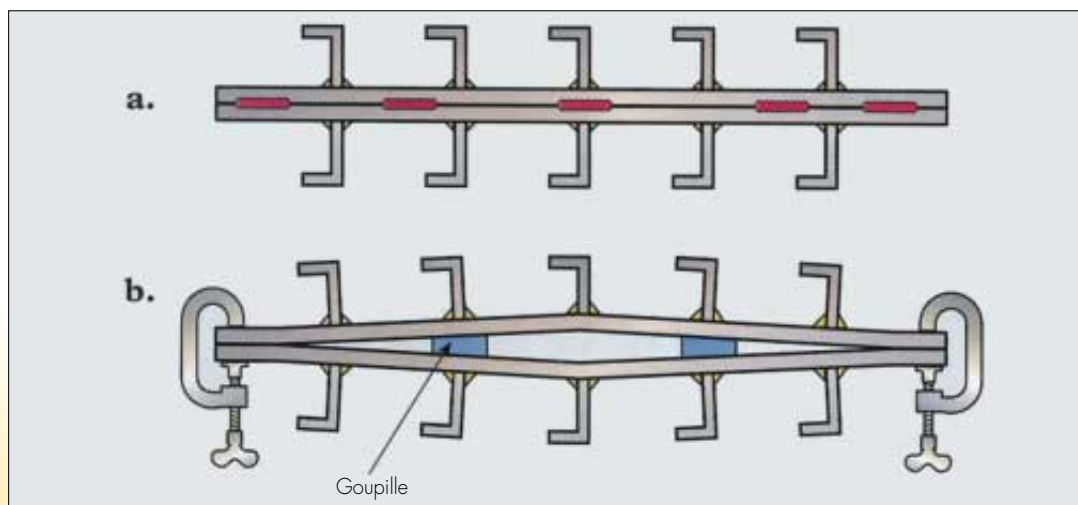
RAIDISSEURS

Le retrait longitudinal est souvent dû au cintrage, lors du soudage de joints bout à bout, surtout lors de la fabrication de constructions en tôles minces. Des raidisseurs dans le sens longitudinal sous forme de plats ou de cornières (figure 3) soudés des deux côtés du joint sont appropriés pour contrer le cintrage. L'endroit où on place les raidisseurs est important: ils doivent être placés à une distance telle du joint qu'ils ne fassent pas obstacle aux soudures à moins qu'ils soient placés à l'envers d'une soudure d'un seul côté.

PROCÉDURE DE SOUDAGE

Le choix du procédé de soudage à utiliser est souvent fait sur base

Figure 2: Assemblage dos à dos afin de contrer la déformation lors du soudage de deux pièces identiques.
 - Pointage avant soudage (a)
 - Utilisation de cales pour des pièces qui se déforment après soudage (b)



d'exigences de productivité et de qualité et moins par nécessité de maîtriser la déformation. Pourtant, le procédé de soudage, la procédure de soudage et la séquence de soudage ont une influence sur l'importance de la déformation.

PROCÉDÉ DE SOUDAGE

Règles générales pour le choix d'un procédé de soudage avec le moins de déformation angulaire possible:

- choisir un procédé avec une vitesse de dépôt aussi grande que possible
- remplir le joint avec le moins de cordons possible

Malheureusement, un procédé de soudage choisi suivant ces critères va augmenter le retrait longitudinal ce qui provoquera un cintrage et une déformation locale.

Pour souder manuellement, le soudage MIG/MAG, procédé à vitesse de dépôt élevée, a la préférence sur le soudage avec électrode enrobée. Le métal fondu doit être déposé avec un enrobage le plus épais possible (MMA) ou l'ampérage le plus élevé possible (MIG/MAG) pour éviter l'apparition de collage. En raison du fait que l'échauffement est beaucoup plus lent et plus dispersé, le soudage autogène donnera beaucoup plus de retrait angulaire que les procédés à l'arc.

Le soudage automatisé (dépôt élevé et grande vitesse d'avancement) est le mieux pour contraindre la déformation. Quand la déformation est plus uniforme, de simples mesures comme un chanfrein oblique sont plus appropriées pour maîtriser la déformation angulaire.

SOUDAGE

Voici les règles générales pour contraindre la déformation:

- faire une soudure (hauteur a) pas plus grande que le minimal donné
- travailler symétriquement par rapport à la fibre neutre
- faire des pauses aussi courtes que possible entre les cordons

Quand celui-ci n'est pas contré, le retrait angulaire est fonction de la forme du joint, de l'épaisseur de la soudure et du nombre de cordons pour une section de joint donnée. Le retrait angulaire (mesuré en degrés) est fonction du nombre de cordons pour un côté de 10 mm (pour une soudure d'angle équilatéral, cela correspond à une hauteur de gorge de 7 mm). Le retrait angulaire correspondant est représenté à la figure 4.

Quand c'est possible, les soudures doivent être réalisées autour de la fibre neutre, par ex. soudage d'angle réalisé simultanément par deux soudeurs. Pour des joints bout à bout, la séquence des cordons peut avoir une grande influence pour corriger la déformation angulaire.

SÉQUENCE DE SOUDAGE

La séquence ou la direction du soudage est importante et doit aller dans la direction de l'extrémité libre du joint. Pour de longues soudures, le joint ne doit pas être soudé dans la même direction. Le dépôt de cordons courts à pas de pèlerin ou de soudures discontinues est très efficace pour maîtriser les déformations (figure 5).

Les soudures à contre-sens (appelées également soudures à pas de pèlerin) sont des cordons de faible longueur déposés dans un sens opposé au sens général d'avancement du soudage (figure 5a)

Les soudures discontinues sont des séries d'éléments de soudure de faible longueur alternant avec des intervalles le long du joint (figure 5b). La longueur des soudures et les intervalles sont généralement égaux à la longueur de dépôt normale d'une électrode. Le sens d'avancement est ici égal pour chaque électrode mais ceci ne vaut pas pour le sens du soudage car, par définition, il est contraire au sens général d'avancement. □

(Une adaptation de 'Job Knowledge for welders' (36 et 37) de TWI Connect réalisée par Maurice Mol, NIL)

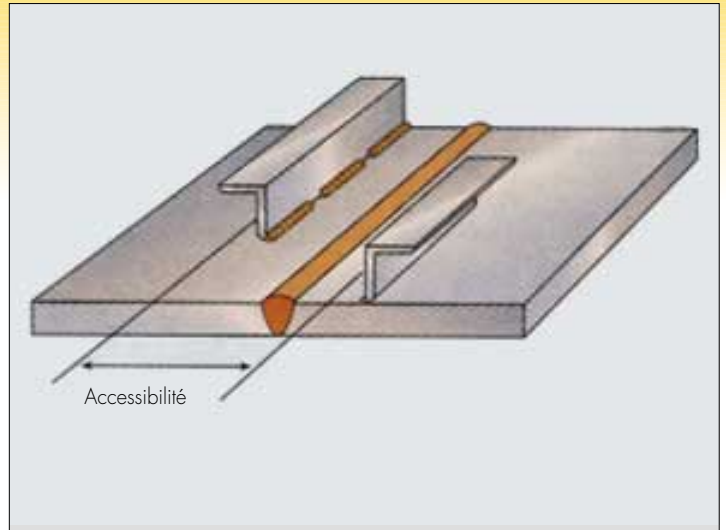


Figure 3: Raidisseurs dans le sens de la longueur afin de contraindre les cintrages des soudures bout à bout dans une tôle mince

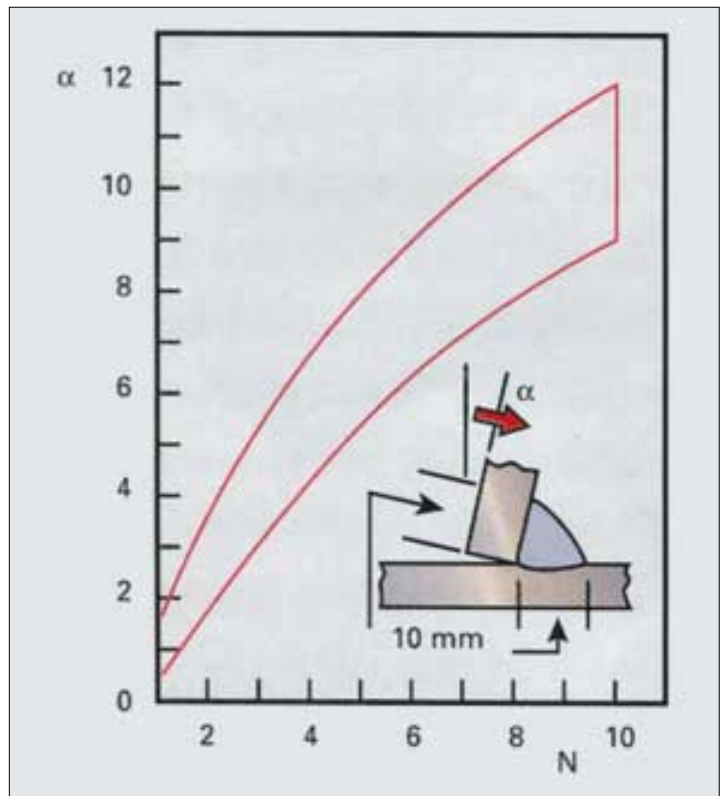
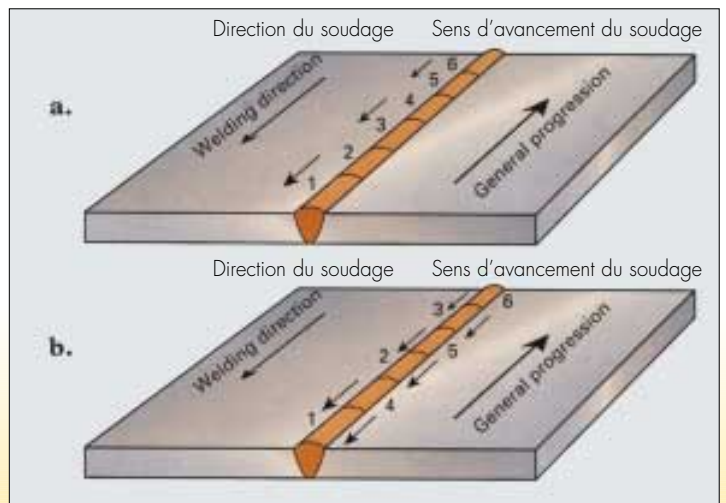


Figure 4: Retrait angulaire en fonction du nombre de cordons dans une soudure d'angle

Figure 5: Sens du soudage pour maîtriser les déformations (soudures à pas de pèlerin (a), soudures discontinues (b))



INDICATIONS PRATIQUES

Les méthodes suivantes de fabrication peuvent être appliquées pour pouvoir contraindre les déformations:

- utiliser les soudures de pointage pour mettre en place le joint et maintenir l'écartement des bords.
- souder dos à dos des pièces identiques de façon à ce que les soudures puissent être réalisées d'une façon équilibrée et symétriquement par rapport à la fibre neutre.
- utiliser des raidisseurs dans le sens longitudinal afin de contraindre les cintrages dans la longueur des soudures bout à bout dans des tôles où on a le choix pour la procédure de soudage, le procédé et la méthode. Il faut préférer une vitesse de dépôt aussi élevée que possible, utiliser le soudage MIG/MAG plutôt que MMA ou soudage autogène et donner la préférence au soudage automatisé plutôt qu'au soudage manuel.
- pour de longs joints, toute la soudure ne doit pas être réalisée dans le même sens mais doit être à pas de pèlerin ou discontinue.