

44 Assemblages soudés

NF EN ISO 2553 – NF EN ISO 4063

Un assemblage soudé est constitué par la liaison permanente de plusieurs pièces maintenues entre elles par l'un des procédés suivants :

■ SOUDAGE AUTOGÈNE OU SOUDAGE

Les pièces à souder perdent leurs contours primitifs par fusion, par écrasement ou par diffusion.

Dans le cas du soudage par fusion, la liaison est généralement obtenue par l'intermédiaire d'un matériau d'apport.

■ BRASAGE

Les pièces à assembler conservent leurs contours primitifs.

La liaison est obtenue par l'intermédiaire d'un métal d'apport dont la température de fusion T est inférieure à celle des pièces à souder. On distingue :

- le brasage fort ($T > 450\text{ °C}$) ;
- le soudo-brasage ($T > 450\text{ °C}$ technique analogue à celle du soudage autogène par fusion) ;
- le brasage tendre ($T < 450\text{ °C}$).

Le brasage ne donne pas, en général, les mêmes qualités de résistance mécanique et de résistance à la corrosion que le soudage.

44.1 Représentation des soudures

Chaque fois que l'échelle du dessin le permet, la soudure doit être dessinée et cotée (fig. 1).

Pour les soudures discontinues, on cote la longueur utile d'un élément du cordon et l'intervalle entre les éléments.

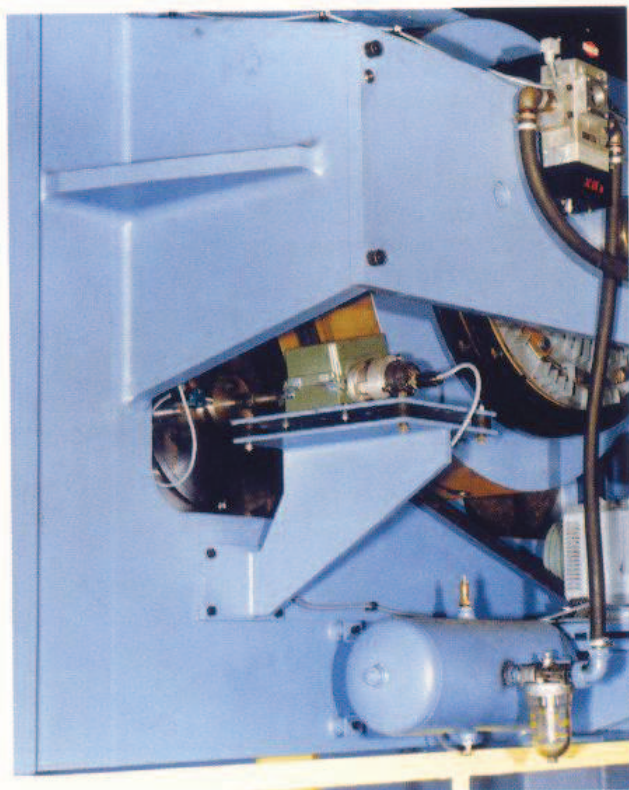
La coupe d'une soudure d'angle discontinue n'est jamais hachurée (fig. 2).

Si l'échelle du dessin ne permet pas de dessiner et de coter les soudures, on utilise une représentation symbolique.

44.11 Représentation symbolique

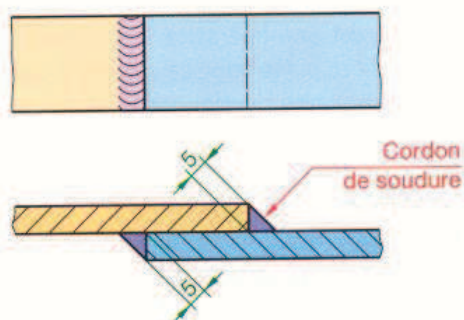
Les symboles rappellent la forme de la soudure réalisée, mais ils ne préjugent pas du procédé de soudage employé. Ils doivent mesurer au moins 2,5 millimètres de hauteur.

Embrayage de presse hydraulique

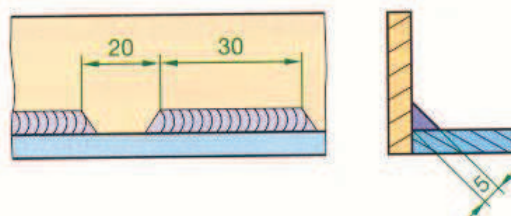


Bret

1 Soudure continue



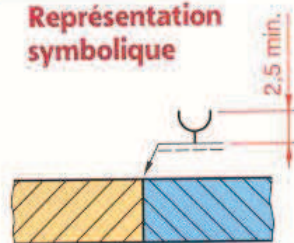
2 Soudure discontinue



3 Représentation simplifiée



Représentation symbolique



À chaque joint de soudure, la représentation symbolique comprend obligatoirement :

- une ligne de repère ;
- une ligne de référence ;
- une ligne d'identification (sauf soudures symétriques) ;
- un symbole élémentaire.

On peut adjoindre le cas échéant :

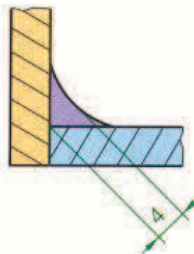
- un symbole supplémentaire ;
- une cotation conventionnelle ;
- des indications complémentaires.

44.111 Ligne de repère, ligne de référence

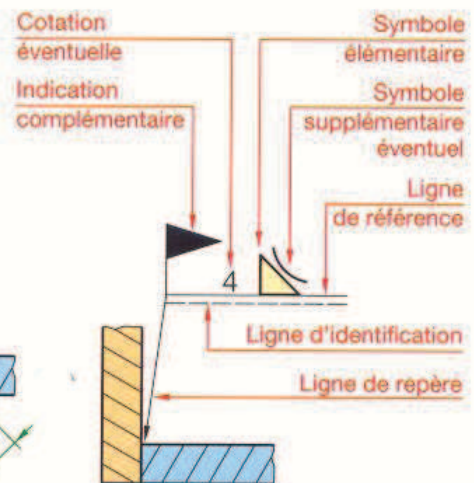
La ligne de repère est terminée par une flèche qui touche directement le joint de soudure.

Si la soudure est de l'un des types 4, 6 ou 8 (voir tableau § 44.112) la flèche doit être dirigée vers la tôle qui est préparée.

Représentation simplifiée



Représentation symbolique

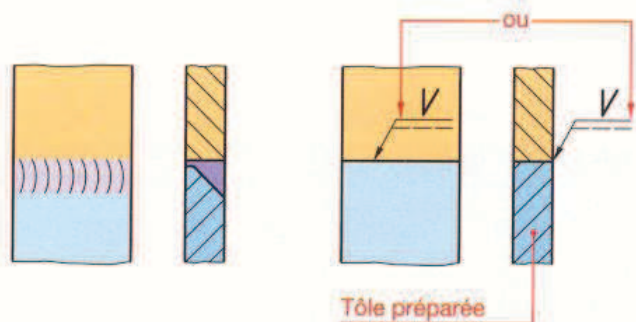


Remorque pour bateau



Modélisation TopSolid

Position de la ligne de repère pour les soudures 4, 6 ou 8

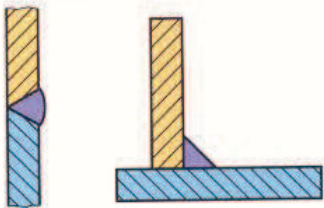
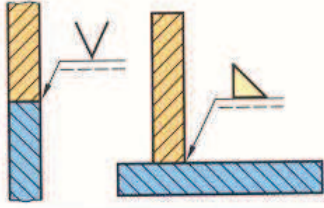
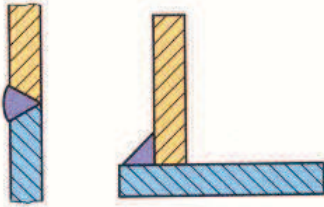
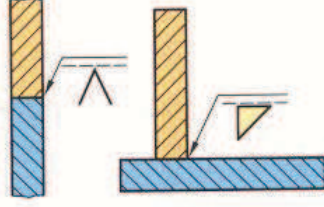
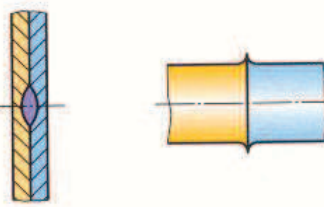
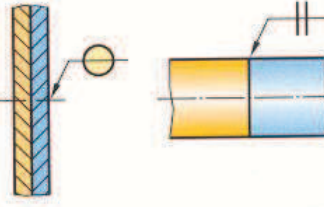


44.112 Symboles élémentaires

N°	Désignation	Représentation simplifiée	Symbole	N°	Désignation	Représentation simplifiée	Symbole
1	Soudure sur bords relevés complètement fondus*			8	Soudure en demi-U (ou en J)		
2	Soudure sur bords droits			9	Reprise à l'envers		
3	Soudure en V			10	Soudure d'angle		
4	Soudure en demi-V			11	Soudure en bouchon (ou en entaille)		
5	Soudure en Y			12	Soudure par points		
6	Soudure en demi-Y			13	Soudure en ligne continue avec recouvrement		
7	Soudure en U (ou en tulipe)						

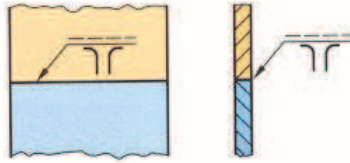
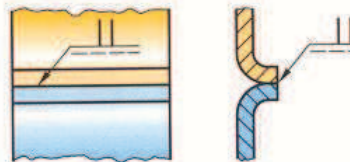
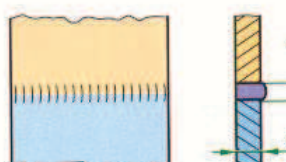
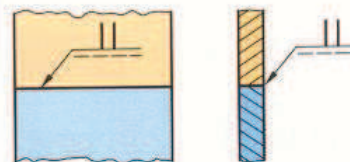
* S'ils ne doivent pas être complètement fondus, utiliser le symbole de la soudure sur bords droits.

Position des symboles par rapport à la ligne de référence

Explication	Représentation simplifiée	Représentation symbolique
Les symboles sont placés au-dessus de la ligne continue de référence si la soudure est faite de côté de la ligne de repère du joint.		
Les symboles sont placés au-dessous de la ligne interrompue d'identification si la soudure est faite de l'autre côté de la ligne de repère du joint.		
Les symboles sont placés à cheval sur la ligne de référence si la soudure est faite dans le plan du joint.		

NOTA : la représentation symbolique ne doit être placée que dans une seule vue.

Exemples d'application des symboles élémentaires

Épaisseur des pièces*	Désignation des soudures	Représentation simplifiée	Représentation symbolique																				
Épaisseur e inférieure à 1,5 mm	Soudure sur bords relevés complètement fondus.																						
	(La soudure est faite du côté de la ligne de repère du joint.)																						
	(La soudure est faite de l'autre côté de la ligne de repère du joint.)																						
	Soudure sur bords relevés complètement fondus.																						
15 à 5	Soudure sur bords droits																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>e</th><th>j^*</th><th>e</th><th>j^*</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,5</td><td>0,5</td><td>3,5</td><td>2,5</td></tr> <tr> <td>2</td><td>1</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr> <td>2,5</td><td>1,5</td><td>4,5</td><td>3</td></tr> <tr> <td>3</td><td>2</td><td>5</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>	e	j^*	e	j^*	1,5	0,5	3,5	2,5	2	1	4	3	2,5	1,5	4,5	3	3	2	5	3		
e	j^*	e	j^*																				
1,5	0,5	3,5	2,5																				
2	1	4	3																				
2,5	1,5	4,5	3																				
3	2	5	3																				

* Valeurs à titre de première estimation pour les applications courantes.

Exemples d'application des symboles élémentaires

Épaisseur des pièces*	Désignation des soudures	Représentation simplifiée	Représentation symbolique
6 à 15	Soudure en V		
	Soudure en V sur angle extérieur		
6 à 15	Soudure en demi-V		
	Soudure en demi-V sur angle extérieur		
6 à 15	Soudure en V double (soudure en X)		
	Soudure en U (ou en tulipe)		
	Soudure en demi-U (ou en J)		

* Valeurs à titre de première estimation pour les applications courantes.

** La flèche doit être dirigée vers la tôle préparée.

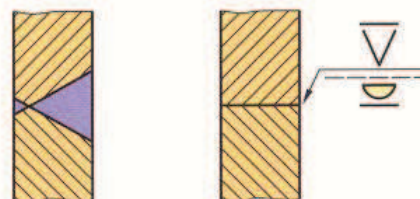
44.113 Symboles supplémentaires

Les symboles élémentaires peuvent être complétés, si cela est fonctionnellement nécessaire, par un symbole qui précise la forme de la surface extérieure de la soudure.

EXEMPLE D'APPLICATION

Soudure en V plate avec reprise à l'envers plate.

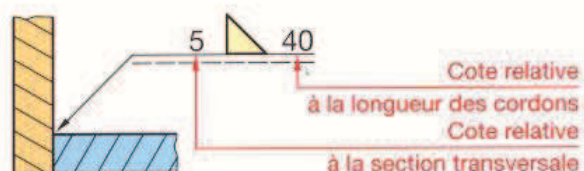
SYMBOLE			
SIGNIFICATION	Soudure plate	Soudure convexe	Soudure concave

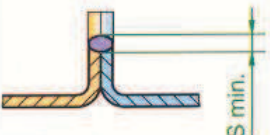
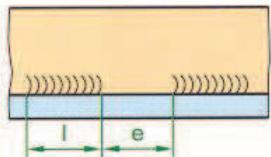
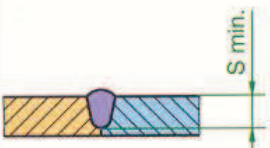
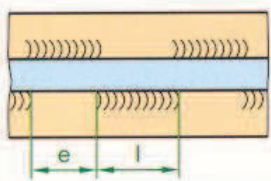
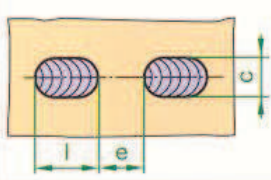
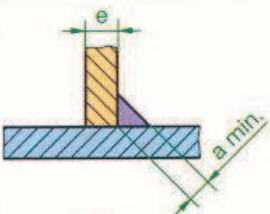
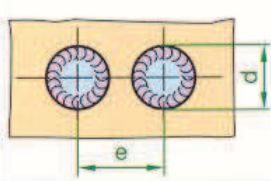
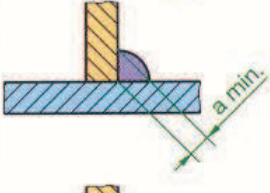
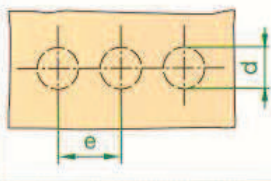
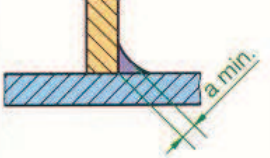
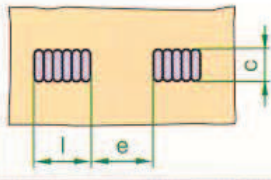


44.114 Cotation conventionnelle

On peut indiquer :

- à gauche du symbole élémentaire, la cote principale relative à la section transversale ;
- à droite du symbole élémentaire, si la soudure n'est pas continue, la cote relative à la longueur des cordons.



Cotes à indiquer					
Désignation	Représentation simplifiée	Inscription	Désignation	Représentation simplifiée	Inscription
Soudure sur bords relevés non complètement fondus		$s \parallel$	Soudure d'angle discontinue		$a \nabla n^* \times l \times (e)$
Soudure sur bords droits		$s \parallel$	Soudure d'angle discontinue à éléments alternés		$a \nabla n^* \times l \times (e)$ $a \nabla n^* \times l \times (e)$
Soudure en V		$s \nabla$	Soudure en entailles		$c \square n^* \times l \times (e)$
Soudure d'angle continue		$a \nabla$ Pour les applications usuelles : $a \approx e$	Soudure en bouchons		$d \square n^* \times (e)$
			Soudure par points		$d \bigcirc n^* \times (e)$
			Soudure en ligne		$c \bigcirc n^* \times l \times (e)$

* n : nombre d'éléments de soudure.

44.115 Indications complémentaires

SOUDURE PÉRIPHÉRIQUE

Afin de préciser qu'une soudure doit être effectuée sur tout le pourtour d'une pièce, on trace une circonférence centrée à l'intersection des lignes de repère et de référence.

SOUDURES EFFECTUÉES AU CHANTIER

On distingue les soudures effectuées au chantier des soudures effectuées à l'atelier par un signe en forme de drapeau.

INDICATION DU PROCÉDÉ DE SOUDAGE

Pour certaines applications, il est nécessaire de préciser le procédé à utiliser. Celui-ci est identifié par un nombre inscrit entre les deux branches d'une fourche terminant la ligne de référence.

44.116 Traitements thermiques

Afin d'améliorer les qualités physiques de granulation et de réduire les tensions internes provoquées par le soudage, on peut pratiquer :

- soit un recuit de normalisation ;
- soit un recuit de stabilisation.

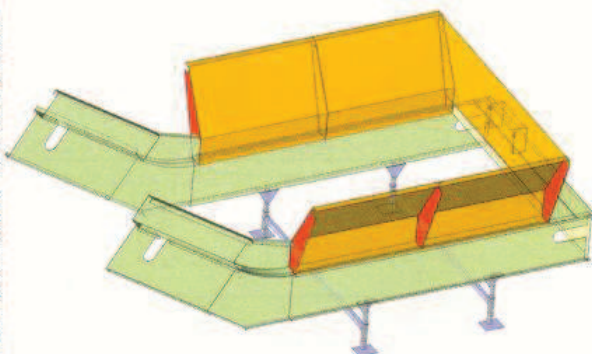
44.2 Recommandations

44.21 Conception des pièces soudées

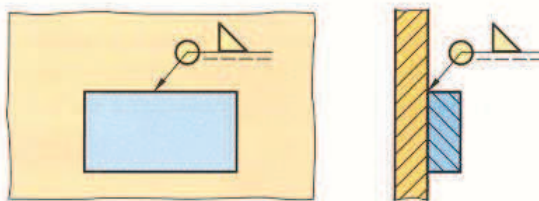
Les pièces soudées sont réalisées à partir de tôles de laminés, de profilés, de pièces coulées (construction mixte), etc.

Élément de convoyeur

Modélisation TopSolid – MISSLER SOFTWARE



Soudure périphérique



Soudure effectuée au chantier



Indication du procédé de soudage



Recuit de normalisation

Le recuit de normalisation améliore les qualités physiques de granulation et il élimine les tensions internes dues au soudage.

Recuit de stabilisation

Le recuit de stabilisation ne réalise pas de modification de structure. Il élimine seulement les tensions internes dues au soudage.

NOTA : ces traitements sont conseillés pour toute construction soudée ayant des caractéristiques géométriques stables.

Procédés de soudage

1 Soudage électrique à l'arc	3 Soudage aux gaz
11 Électrode fusible	311 Oxyacétylénique
111 Électrode enrobée	312 Oxypropane
112 Par gravité, électrode enrobée	313 Oxyhydrique
113 Au fil nu	4 Soudage à l'état solide
12 Sous flux en poudre	41 Ultrason
13 Protection gazeuse, électrode fusible	42 Friction
131 Gaz inerte, électrode fusible (MIG)	7 Autres procédés
135 Gaz actif, électrode fusible (MAG)	71 Aluminothermie
14 Protection gazeuse, él. réfractaire	74 Induction
141 Gaz inerte, électrode tungstène (TIG)	751 Laser
181 Électrode carbone	781 Soudage des goujons à l'arc
2 Soudage par résistance	782 Soudage des goujons par résistance
21 Par points	9 Brasage
22 À la molette	91 Brasage fort
23 Par bossage	94 Brasage tendre
24 Par étincelage	951 Brasage tendre à la vague
25 En bout par résistance	97 Soudobrasage

44 . 211 Soudage par fusion

RÈGLE 1

Souder des épaisseurs aussi voisines que possible. Si les épaisseurs sont nettement différentes, préparer les pièces comme il est indiqué sur les figures ci-contre.

RÈGLE 2

Placer la soudure dans les zones les moins sollicitées. Éviter, en particulier, les sollicitations en flexion et en torsion.

RÈGLE 3

Penser aux déformations engendrées par les dilatations locales lors du soudage. Éviter en particulier les soudures d'angle sur pièces prismatiques.

RÈGLE 4

Éviter les masses de soudure et veiller à une bonne conception des renforts. Pour une construction fortement sollicitée, on supprime les amorces de rupture en effectuant un cordon de soudure.

RÈGLE 5

Afin d'augmenter la longévité des outils, éviter d'usiner une soudure.

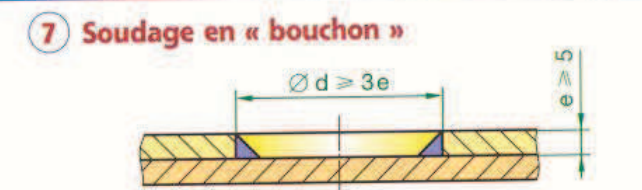
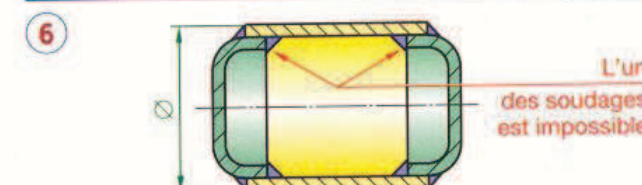
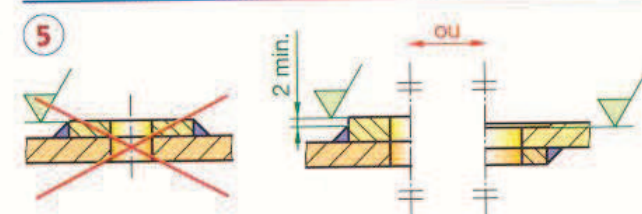
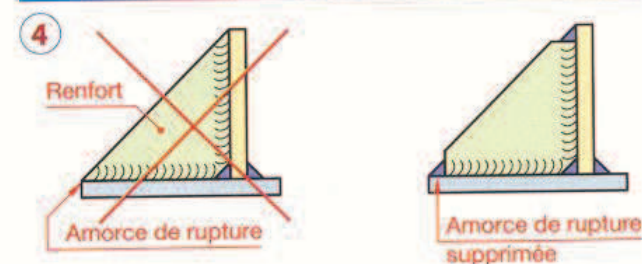
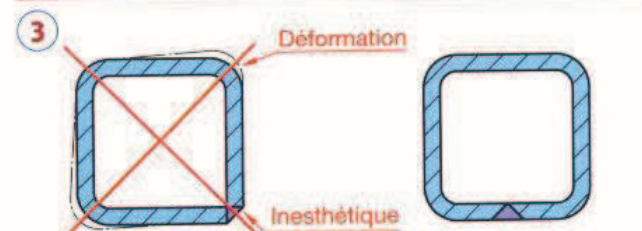
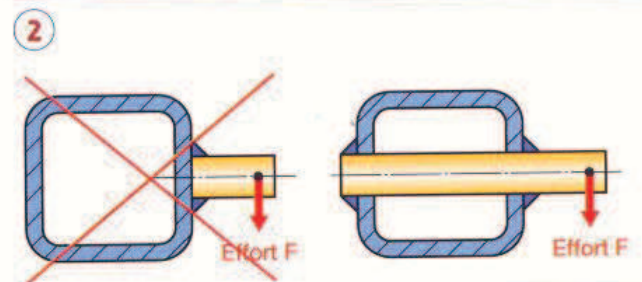
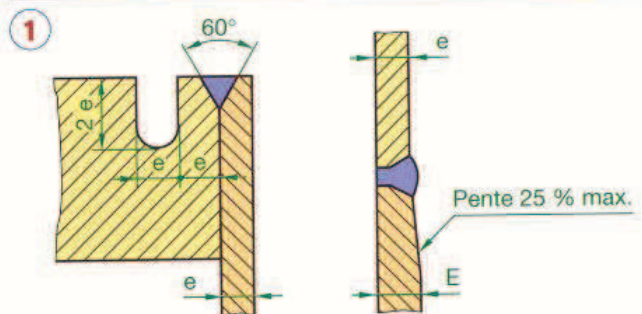
RÈGLE 6

Veiller aux **possibilités d'accès** du soudeur, du chalumeau ou des électrodes. À vérifier notamment dans le cas de soudures en X ou avec reprise à l'envers.

CAS PARTICULIER

Soudage en « bouchon »

Cette méthode permet de faire des soudures locales en « pleine tôle » (fig. 7). Dans certains cas, le trou est oblong (largeur minimale 15 mm).



SOUDAGE PAR POINTS

Afin d'éviter une perte du métal en fusion, la distance minimale L entre le point de soudure et le bord des tôles est sensiblement égale à :

$$L \geq 3e \text{ min.} + 2$$

Entraxe minimal E_m entre deux points de soudure :

$$E_m \geq 10e \text{ min.} + 10$$

Diamètre du point de soudure*

e min.	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10
d env.	4,5	5,5	7,5	9,5	12	14	15	17,5	19,5

SOUDAGE PAR POINTS AVEC BOSSAGES

Le soudage par points avec bossages permet l'exécution simultanée de plusieurs points de soudure.

Les bossages sont exécutés dans la pièce la plus épaisse. Du fait de la puissance nécessaire, ce procédé est surtout utilisé pour les petites pièces (écrous rapportés par exemple).

Dimensions des bossages pour deux pièces d'égale épaisseur e^*

e	0,5	1	2	3	4	5
H	0,55	0,75	1,20	1,5	1,65	1,8
D	2,9	3,7	4,6	6,6	7,2	7,8
d	4,1	5,2	6,5	9,3	10,1	11

44.213 Brasage

On recherche pour le joint de soudure la plus grande surface (fig. 1 et 2).

Le jeu j entre les surfaces est compris entre 0,05 et 0,2 mm.

44.22 Principaux métaux pour soudage

ACIERS

Les aciers à faible teneur en carbone ($C < 0,25 \%$) se soudent sans précaution particulière.

Les difficultés de soudage augmentent avec la masse des pièces ou avec la teneur en carbone.

ALUMINIUM ET ALLIAGES LÉGERS

On évite de souder les alliages à traitement thermique (fragilité du métal au voisinage de la soudure).

On soude principalement les métaux suivants :

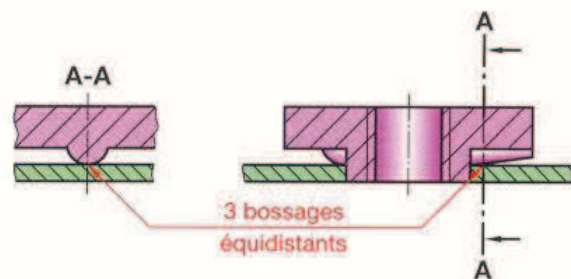
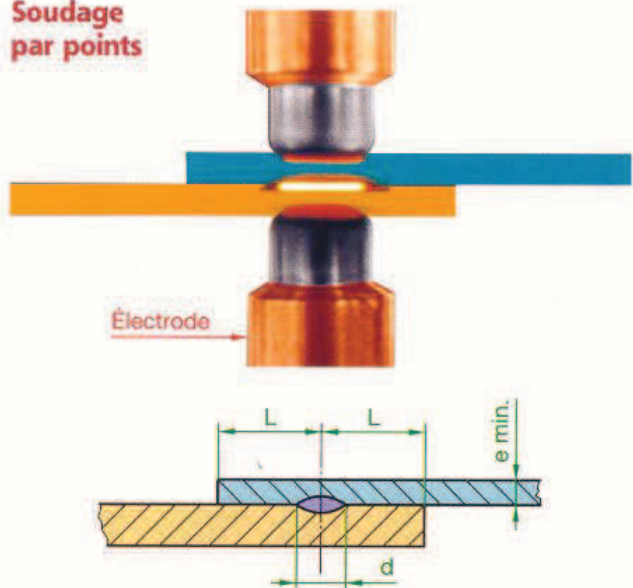
Al 99,5 – Al Mg 5 – Al Mg 4.

CUIVRE ET ALLIAGES CUIVREUX

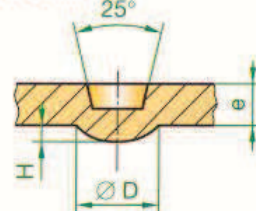
* Se tenir au voisinage de ces valeurs.

D'après « Le Soudage électrique par résistance » de Jean Nègre. Publications de la Soudure autogène.

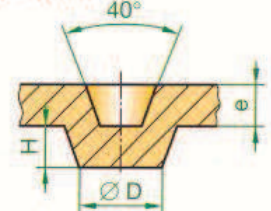
Soudage par points



$e < 3 \text{ mm}$



$e \geq 3 \text{ mm}$



d = diamètre du point de la soudure réalisée.

Brasage

