

Limite conventionnelle d'élasticité à 0.2 % à températures élevées (*)

Nuance de l'acier		Epaisseur du produit		Limite conventionnelle d'élasticité à 0.2%, min, en N/mm ² pour une température en °C de R _{p0.2} [†]									
Désignation symbolique	Désignation numérique	de >	à <	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
P235GH	1.0345		60	206	190	180	170	150	130	120	110	-	-
		60	100	191	175	165	160	125	125	115	105	-	-
		100	150	176	160	155	150	115	115	110	100	-	-
P265GH	1.0425		60	234	215	205	195	175	155	140	130	-	-
		60	100	207	195	185	175	160	145	135	125	-	-
		100	150	192	180	175	165	155	135	130	120	-	-
P295GH	1.0481		60	272	250	235	225	205	185	170	155	-	-
		60	100	249	230	220	210	195	180	165	145	-	-
		100	150	226	210	200	195	185	170	155	135	-	-
P355GH	1.0473		60	318	290	270	255	235	215	200	180	-	-
		60	100	298	270	255	240	220	200	190	165	-	-
		100	150	278	250	240	230	210	195	175	155	-	-
16Mo3	1.5415		60	-	-	-	215	200	170	160	150	145	140
		60	100	-	-	-	200	185	165	155	145	140	135
		100	150	-	-	-	190	175	155	145	140	135	130
13CrMo4-5	1.7335		60	-	-	-	230	220	205	190	180	170	165
		60	100	-	-	-	220	210	195	185	175	165	160
		100	150	-	-	-	210	200	185	175	170	160	155
10CrMo9-10	1.7380		60	-	-	-	245	230	220	210	200	190	180
		60	100	-	-	-	225	220	210	195	185	175	165
		100	150	-	-	-	215	205	195	185	175	165	155
11CrMo9-10	1.7383		100	-	-	-	-	255	235	225	215	205	195

(*) Les valeurs de limite conventionnelle d'élasticité à 0.2 % figurant dans ce tableau n'ont pas été calculées par les méthodes de dérivation indiquées dans la norme ISO 2605-1.

DT1-U41-A

DT2-U41-A

Nuance de l'acier		Etat normal de livraison	Epaisseur de produit mm		Résistance d'élasticité R_{eH} N/mm ² min	Résistance à la traction R_m N/mm ²	Allongement à la rupture A% min	Energétique de rupture par choc (éprouvette à entaille) en KV	
Désignation symbolique	Désignation numérique		De >	à <				Température d'essai °C	Moyenne sur 3 éprouvettes J min
P235GH	1.0345	N		16	235	360 à 480	24	0	27
			16	40	225				
			40	60	215				
			60	100	200	350 à 480			
			100	150	185				
			150	250	170				
P265GH	1.0425	N		16	265	410 à 530	22	0	27
			16	40	255				
			40	60	245				
			60	100	215	400 à 530			
			100	150	200				
			150	250	185				
P295GH	1.0481	N		16	295	460 à 580	21	0	27
			16	40	290				
			40	60	285				
			60	100	260	440 à 580			
			100	150	235				
			150	250	220				

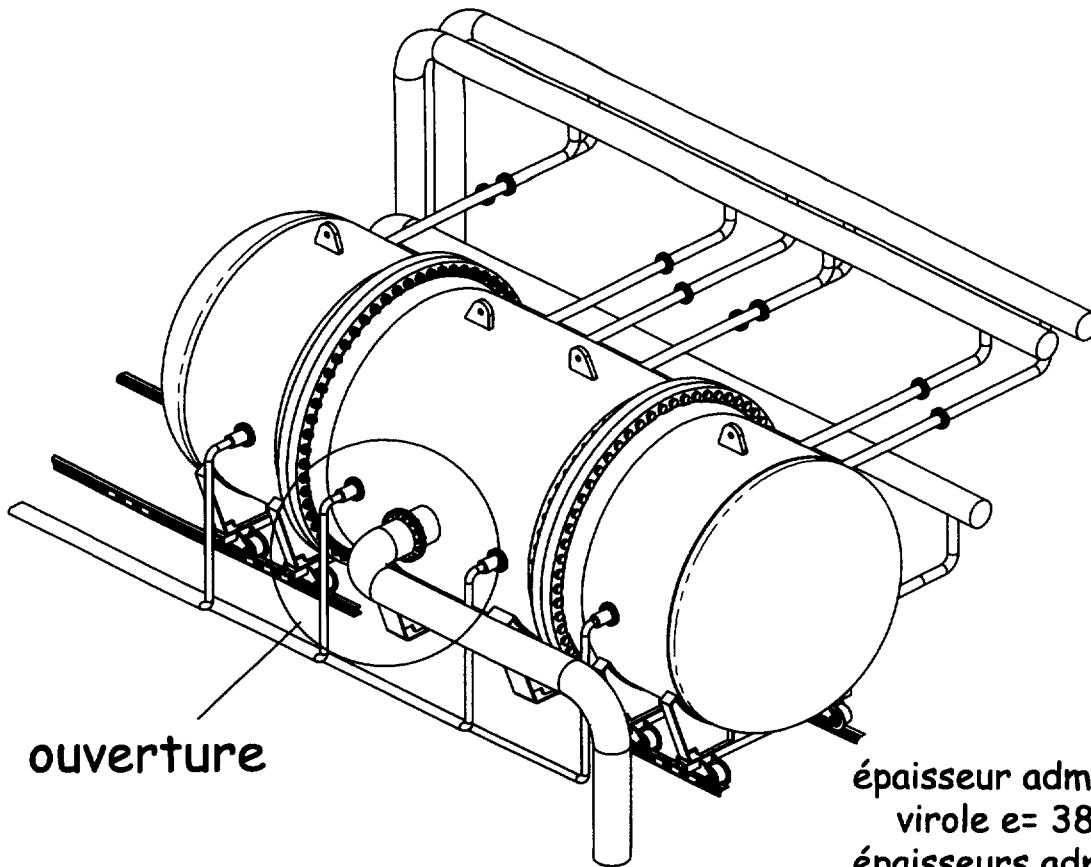
Tableau de caractéristiques des matériaux

DT3-U41-A

Épaisseur nominale	Tolérance sur l'épaisseur nominale *								Différence maximale d'épaisseur dans une même tôle					
	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D		Largeur nominale de la tôle					
	Écart inférieur	Écart supérieur	Écart inférieur	Écart supérieur	Écart inférieur	Écart supérieur	Écart inférieur	Écart supérieur	≥600 <2000	≥2000 <2500	≥2500 <3000	≥3000 <3500	≥3500 <4000	≥4000
≥3 <5	-0.4	+0.8	-0.3	+0.9	0	+1.2	-0.6	+0.6	0.8	0.9	0.9	-	-	-
≥5 <8	-0.4	+1.1	-0.3	+1.2	0	+1.5	-0.75	+0.75	0.9	0.9	1.0	1.0	-	-
≥8 <15	-0.5	+1.2	-0.3	+1.4	0	+1.7	-0.85	+0.85	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2
≥15 <25	-0.6	+1.3	-0.3	+1.6	0	+1.9	-0.95	+0.95	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4
≥25 <40	-0.8	+1.4	-0.3	+1.9	0	+2.2	-1.1	+1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4
≥40 <80	-1.0	+1.8	-0.3	+2.5	0	+2.8	-1.4	+1.4	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
≥80 <150	-1.0	+2.2	-0.3	+2.9	0	+3.2	-1.6	+1.6	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7
≥150 <250	-1.2	+2.8	-0.3	+3.3	0	+3.6	-1.8	+1.8	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	-

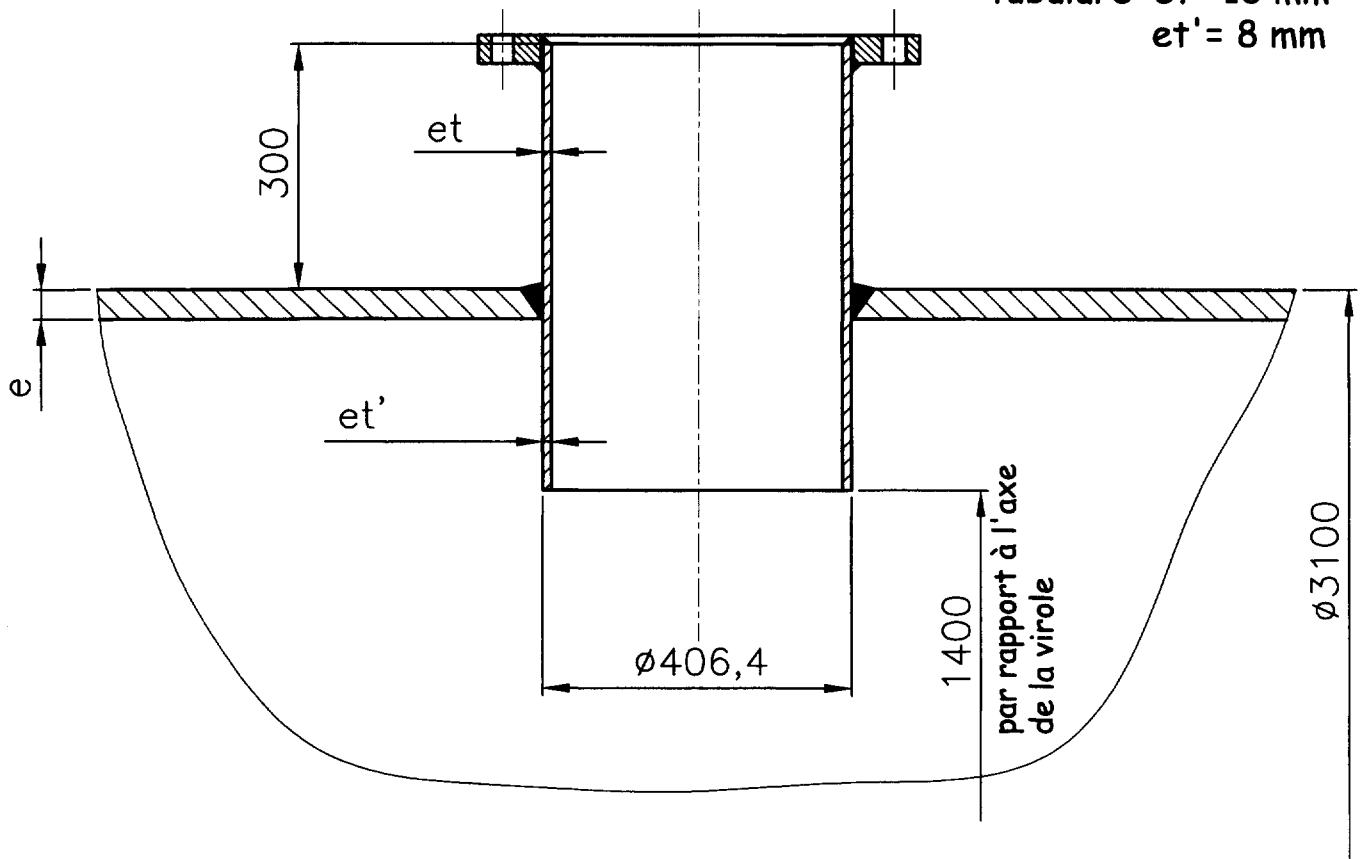
* ces tolérances d'épaisseur s'appliquent hors des zones meulées

Tolérances sur l'épaisseur des tôles



ouverture

épaisseur admise de la virole $e = 38 \text{ mm}$
 épaisseurs admises de la tubulure $et = 10 \text{ mm}$
 $et' = 8 \text{ mm}$



échelle 1:10

ELECTROLYSEUR

piquage d'alimentation d'eau

A4

DT4-U41-A

Coefficient de serrage et pression d'assise des joints

Nature du joint		Coefficient de serrage m	Pression d'assise Y (MPa)
JOINTS PLATS NON METALLIQUES	Elastomère non entoilé, sans forte proportion de fibres d'amiante : <ul style="list-style-type: none"> • Dureté shore < 75 • Dureté shore ≥ 75 	0.50	0
		1.00	1.4
	Elastomère avec entoilage coton	1.0	2.8
	Elastomère avec toilage amiante, avec ou sans armature métallique : <ul style="list-style-type: none"> • 1 pli • 2 plis • 3 plis 	2.75	25.5
		2.50	20.0
		2.25	15.2
	Fibre végétale	1.75	7.6
	Amiante-élastomère avec ou sans armature métallique, avec ou sans enveloppe PTFE ou similaire : <ul style="list-style-type: none"> • épaisseur 1 mm • épaisseur 2 mm • épaisseur 3 mm 	3.25	39.8
		2.50	21.7
		2.00	12.6
JOINTS PLATS METALLIQUES	Amiante enrobé d'une enveloppe métallique non ondulée : <ul style="list-style-type: none"> • aluminium recuit • cuivre ou laiton recuit • fer ou acier doux • monel • acier allié type 5% Cr-0.5% Mo • acier inoxydable 	3.25	38.0
		3.50	44.8
		3.75	52.4
		3.50	55.2
		3.75	62.1
		3.75	62.1
	Amiante enrobé d'une enveloppe métallique ondulée ou métal ondulé avec garniture d'amiante: <ul style="list-style-type: none"> • aluminium recuit • cuivre ou laiton recuit • fer ou acier doux • monel ou acier allié type 5% Cr-0.5% Mo • acier inoxydable 	2.50	20.0
		2.75	26.0
		3.00	31.0
Métal enroulé en spirale avec garniture amiante, PTFE ou similaire, graphite ... ; <ul style="list-style-type: none"> • acier non allié • acier inoxydable ou monel 	2.50	69.0	
	3.00	69.0	
Joint métallique annulaire plein		3.00	75

DT5-U41-A

PARTIE C CONCEPTION ET CALCULS

SECTION C6 RÈGLES DE CALCUL DES ASSEMBLAGES À BRIDES BOULONNÉES SOU MIS À UNE PRESSION INTÉRIEURE

C6.1 - ASSEMBLAGES A BRIDES AVEC JOINT INTERIEUR AU CERCLE DE PERÇAGE DES TROUS DE BOULONS - SITUATIONS A ETUDIER - CARACTERISTIQUES DU JOINT - VERIFICATION DE LA BOULONNERIE

C6.1.1 - Objet

a) Les règles du présent chapitre concernent les assemblages soumis à une pression intérieure et dont le joint est situé à l'intérieur du cercle de perçage des trous de boulons.

Note : De manière alternative à la présente procédure, la méthode proposée par la norme NF EN 1591 peut être utilisée dans le cadre de la présente Division notamment lorsque le respect d'un critère d'étanchéité est requis.

Elles s'appliquent aux assemblages à joint plat ou à joint annulaire métallique plein d'un des types indiqués au tableau C6.1.1 ou d'un type équivalent.

b) Ces assemblages peuvent être constitués :

- de deux brides relevant des règles du chapitre C6.2 (brides normales),
- d'une bride normale et d'une bride inversée relevant des règles du chapitre C6.3,
- d'une bride, normale ou inversée, assemblée à :
 - un fond plat boulonné relevant de la règle C3.3.5,
 - un fond à calotte sphérique boulonné relevant de la règle C3.4.5,
 - une plaque tubulaire formant bride relevant de la règle de l'Annexe C7.A4,

- d'un fond à calotte sphérique boulonné assemblé à une plaque tubulaire formant bride.

Un tel assemblage peut comporter un élément intermédiaire (par exemple, plaque tubulaire) pincé entre brides. Dans ce cas, si l'assemblage concerne deux enceintes, les dispositions de l'Annexe C6.1.A1 sont à respecter.

c) Les assemblages à brides normalisées peuvent être utilisés sans vérification de leur résistance dans les conditions indiquées en Annexe C6.A1.

d) Les présentes règles sont applicables :











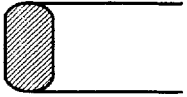
- aux assemblages à joint annulaire en élastomère ou métallique creux, moyennant les adaptations indiquées en Annexe C6.1.A2,
- aux assemblages par boulons à griffes ou par boulons basculants, moyennant le respect des dispositions de l'Annexe C6.2.A2,
- aux assemblages à lèvres soudées, moyennant les adaptations indiquées en Annexe C6.2.A3.

e) Les règles du présent chapitre couvrent la défaillance par déformation excessive de la boulonnerie.

Il appartient au Fabricant de s'assurer par ailleurs de l'adéquation de l'assemblage (nature du joint, caractéristiques des portées de joint, etc.) à l'ensemble des conditions de fonctionnement de l'appareil, en particulier pour ce qui concerne la qualité d'étanchéité requise.

DT6-U41-A

Tableau C6.1.1 - Types de joints concernés par les règles

Joints plats non métalliques	
– Sans enveloppe	
– Avec enveloppe non métallique	
Joints plats métalloplastiques	
– Non ondulés	 
– Ondulés	
– Spirales	
Joints plats métalliques	
– Lisses	
– Striés	
– Ondulés avec ou sans garnissage	 
Joints annulaires métalliques pleins	
	

C6.1.2 - Condition d'application

C6.1.2.1 - Assemblage

a) L'assemblage doit être de révolution.

b) Les boulons ou goujons doivent être répartis régulièrement sur le cercle de perçage.

Leur nombre doit être au moins égal à 4.

C6.1.2.2 - Sollicitations

Les règles du présent chapitre ne prennent en compte que l'action de la pression intérieure et des efforts à exercer sur le joint.

Elles ne prennent pas en compte les efforts agissant sur l'enveloppe cylindrique. (voir Note)

Note : L'Annexe C6.A5 propose une méthode simplifiée de prise en compte de ces efforts.

Elles ne prennent pas en compte non plus les différences de dilatation pouvant exister entre la boulonnerie et les éléments assemblés, qui peuvent être négligées tant que, pour une situation donnée :

- la différence de température entre la boulonnerie et les éléments assemblés n'excède pas 50°C,
- si la température de calcul est $\geq 120^\circ\text{C}$, le coefficient de dilatation des éléments assemblés n'excède pas de plus de 10% le coefficient de dilatation de la boulonnerie.

C6.1.3 - Notations

A_b = Section totale de la boulonnerie :

$$A_b = n \cdot a_b \quad (\text{C6.1.3.1})$$

$A_{b,\min}$ = Section minimale nécessaire de la boulonnerie

- a_b = Section d'un boulon ou goujon :
- pour un boulon ou goujon à filetage à filet triangulaire au profil ISO (NF ISO 68-1 : Mars 1999) : section résistante définie par la norme NF ISO 262 : Mars 1999 (voir Annexe C6.A4),
 - pour un boulon ou goujon à filetage d'un autre type : section à fond de filet,
 - pour un boulon ou goujon à tige allégée : section de la tige cylindrique non filetée.

b = Largeur efficace du joint (voir C6.1.5.)

f_b = Contrainte nominale de calcul des boulons ou goujons pour une situation sous pression

$f_{b,A}$ = Contrainte nominale de calcul des boulons ou goujons pour la situation d'assise du joint

$f_{b,A}$ est la contrainte nominale de calcul pour une situation normale de service à température ambiante.

G = Diamètre du cercle sur lequel s'applique la force de compression du joint (voir C6.1.5)

G_0 = Diamètre extérieur de la surface de contact d'un joint plat sur sa portée

H_G = Force de compression du joint dans une situation sous pression

m = Coefficient de serrage du joint (voir C6.1.5)

n = Nombre de boulons ou goujons

P = Pression de calcul pour la situation sous pression considérée

W_A = Force minimale à exercer par la boulonnerie dans la situation d'assise du joint

W'_A = Force exercée par la boulonnerie à prendre en compte pour le calcul des éléments assemblés dans la situation d'assise du joint.

W_P = Force de traction s'exerçant sur la boulonnerie dans une situation sous pression

w = Largeur de contact du joint sur sa portée (voir C6.1.5)

y = Pression d'assise du joint (voir C6.1.5)

C6.1.4 - Situations à étudier

La règle C6.1.6 ainsi que les règles concernant les éléments assemblés doivent être appliquées pour chacune des situations suivantes :

a) La situation relative au serrage initial du joint avant mise sous pression, dite *situation d'assise du joint*.

Dans cette situation, l'assemblage est soumis uniquement à l'effort résultant de la compression du joint nécessaire pour réaliser l'étanchéité attendue.

La compression minimale y à exercer sur le joint, dite *pression d'assise du joint*, dépend de la nature de celui-ci.

DT8-U41-A

La situation d'assise du joint est unique pour un assemblage donné ; elle doit être considérée comme une situation normale de service à température ambiante.

b) La ou les situations normales de service, exceptionnelles de service ou d'essai de résistance susceptibles d'être déterminantes pour l'assemblage, dites *situations sous pression*.

Dans ces situations, l'assemblage doit résister à l'action de la pression qui tend à écarter les deux éléments, tout en maintenant sur le joint un effort de compression suffisant pour assurer l'étanchéité.

Le rapport m entre la compression minimale du joint et la pression intérieure est une caractéristique du joint dite *coefficient de serrage du joint*.

C6.1.5 - Caractéristiques du joint

a) Les valeurs de la pression d'assise y et du coefficient de serrage m doivent être indiquées par le fournisseur du joint ; à défaut il est possible d'utiliser les valeurs données en Annexe C6.A2.

b) La largeur efficace du joint b et le diamètre G du cercle sur lequel s'applique la force de compression du joint sont définis par le tableau C6.1.5.

C6.1.6 - Vérification de la boulonnerie

a) La force minimale que doit exercer la boulonnerie dans la situation d'assise du joint est donnée par la formule :

$$W_A = \pi b \cdot G \cdot y \quad (\text{C6.1.6a})$$

b) La force de traction s'exerçant sur la boulonnerie dans une situation sous pression est donnée par la formule :

$$W_P = \frac{\pi}{4} G^2 \cdot P + H_G \quad (\text{C6.1.6b1})$$

dans laquelle :

$$H_G = 2 \pi b \cdot G \cdot m \cdot P \quad (\text{C6.1.6b2})$$

c) La section minimale nécessaire de la boulonnerie est donnée par la relation :

$$A_{b,\min} = \text{MAX} \left\{ \left[\frac{W_A}{f_{b,A}} \right], \left[\left(\frac{W_P}{f_b} \right)_{\max} \right] \right\} \quad (\text{C6.1.6c})$$

dans laquelle $\left(\frac{W_P}{f_b} \right)_{\max}$ est la plus grande valeur du

rapport $\left(\frac{W_P}{f_b} \right)$ pour l'ensemble des situations sous pression étudiées.

d) La section totale de la boulonnerie doit être telle que :

$$A_b \geq A_{b,\min} \quad (\text{C6.1.6d})$$

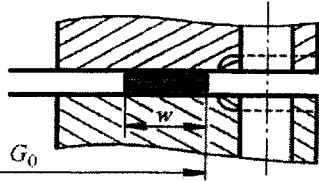
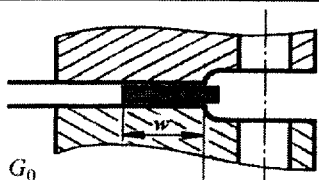
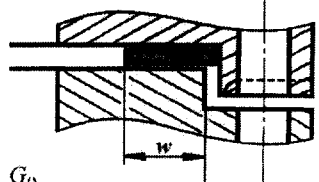
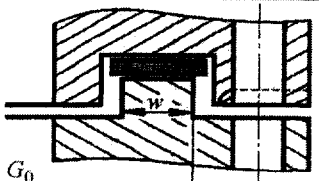
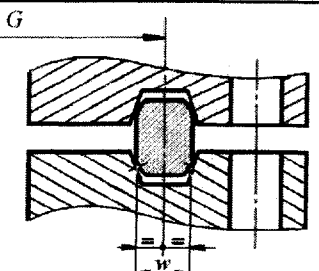
e) La force exercée par la boulonnerie à prendre en compte pour le calcul des éléments assemblés dans la situation d'assise du joint est donnée par la formule :

$$W'_A = \frac{A_b + A_{b,\min}}{2} f_{b,A} \quad (\text{C6.1.6e})$$

f) Dans le cas d'un joint plat, lorsque la portée de joint n'est pas à emboîtement double ou qu'aucune disposition mécanique (telle qu'un anneau ou emboîtement limiteur d'écrasement) ne protège le joint contre un serrage excessif, la force W'_A doit vérifier la relation :

$$W'_A \leq 2 \pi w \cdot G \cdot y \quad (\text{C6.1.6f})$$

Tableau C6.1.5 - Largeur efficace du joint b et diamètre G du cercle sur lequel s'applique la force de compression du joint.

1 - Joint plat	
<p>a) Faces plates</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Largeur de base du joint b_0 : $b_0 = \frac{w}{2}$
<p>b) Faces surélevées</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Largeur efficace du joint b : <ul style="list-style-type: none"> - si $b_0 \leq 6,3$ mm : $b = b_0$ - si $b_0 > 6,3$ mm : $b = 2,52\sqrt{b_0}$ (1)
<p>c) Emboîtement simple</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Diamètre G : $G = G_0 - 2b$ (2)
<p>d) Emboîtement double</p> 	<p>(1) Dans cette formule, la largeur b_0 doit être exprimée en millimètres.</p> <p>(2) Si $b_0 \leq 6,3$ mm, G est alors le diamètre moyen de contact du joint sur sa portée.</p>
2 - Joint annulaire métallique plein	
	<ul style="list-style-type: none"> • $b = \frac{w}{8}$ • $G =$ diamètre moyen du joint