

# CONCEPTION DES APPAREILS

Sous - épreuve E41, unité U41

## CODES ET REGLEMENTS

Temps conseillé : 2 heures

### Documents fournis :

- Document DS1 ( caractéristiques de l'appareil )
- Document DS2 ( Dessin du pot de purge )
- Document DS3 et DS4 (Travail demandé )
- Annexe 1 + 2 ( norme des tubes en acier )
- Annexe 3 ( Norme des tôles pour appareil à pression )
- Annexe 4 ( Norme des fonds elliptiques à souder )
- Annexe 5 + 6 ( Dimensions des brides et des collets ISO PN 16 )

### Documents autorisés :

- CODAP didactique 1995.

### Document à rendre :

- Feuille (s) de copie

<b><u>UTILISATION D'UN CODE DE CONSTRUCTION</u></b>
---

**Objet de l'épreuve.**

On se propose de vérifier, à l'aide du CODAP, les dimensions de quelques éléments d'un pot de purge ( document DS 2).

Cet appareil d'une capacité de 64 litres est destiné à purger les gouttelettes d'eau dans un circuit de vapeur.

**Caractéristique de l'appareil.**

- Diamètre de la virole : tube cylindrique sans soudure Ø323,9 extérieur.
- Epaisseur virole : 7,1 mm
- Epaisseur fond elliptique : 6,35 mm
- Longueur totale : 1015 mm
- Masse
  - à vide : 70 kg
  - Plein d'eau : 134 kg
- Conditions de fonctionnement
  - Fluide : condensation de vapeur d'eau 6 bars
  - Température de service : 165° C
  - Température de calcul : 190° C
  - Pression de service : 6,2 bars
  - Pression de calcul : 8 bars
  - Situation la plus pénalisante considérée à 190°
- L'appareil sera construit selon les règles du CODAP 95
- Catégories de construction : C
- Type de réception des tôles : 3
- Surépaisseur de corrosion : 2 mm uniquement à l'intérieur
- Caractéristique de fabrication de la virole :
  - Tolérance sur le tube Ø 323,9 x 7,1 : voir norme ci-jointe
- Caractéristiques pour le fond elliptique :
  - Tolérance en moins sur l'épaisseur nominale : 0,5 mm
  - L'emboutissage du fond nécessite deux recuits. Lors d'un recuit on constate une formation de calamine d'épaisseur 0,2 mm.
  - L'opération de l'emboutissage, entraîne un amincissement de 0,3 mm.
  - L'appareil étant construit, on réalise un sablage de l'extérieur (uniquement sur les fonds) avant peinture. La diminution d'épaisseur dû au sablage est de 0,1 mm.
  - Fond conforme à la norme NF E 81 103 .

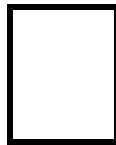
Document suivant en grande taille

Format d'origine A2 594 x 420 mm

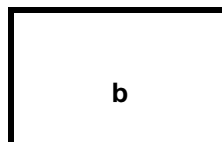
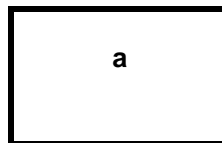
pages suivantes :

Document

Réduit en 1 page A4

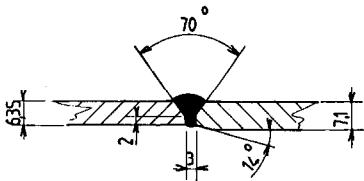


Redécoupé en 2 pages A3 successives

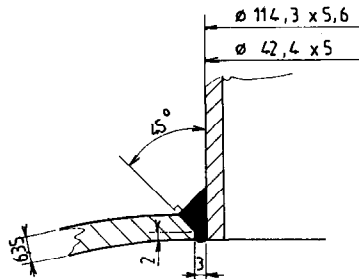


permettant la recomposition du document en taille réelle

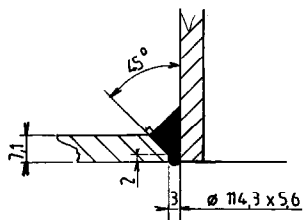
Détail a Echelle 1:1



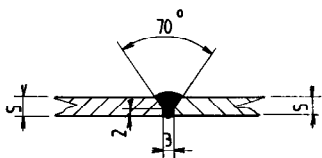
Détail b Echelle 1:1



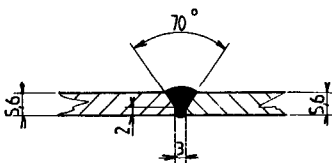
Détail c Echelle 1:1



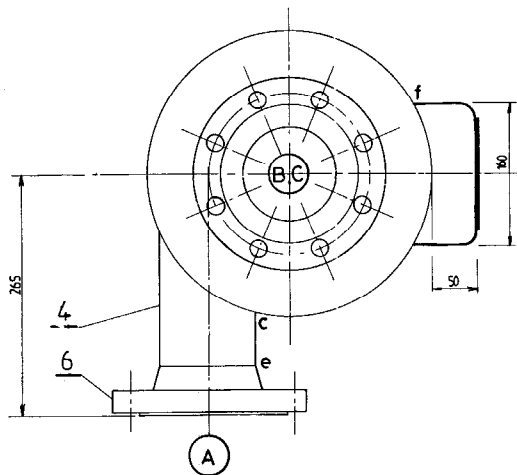
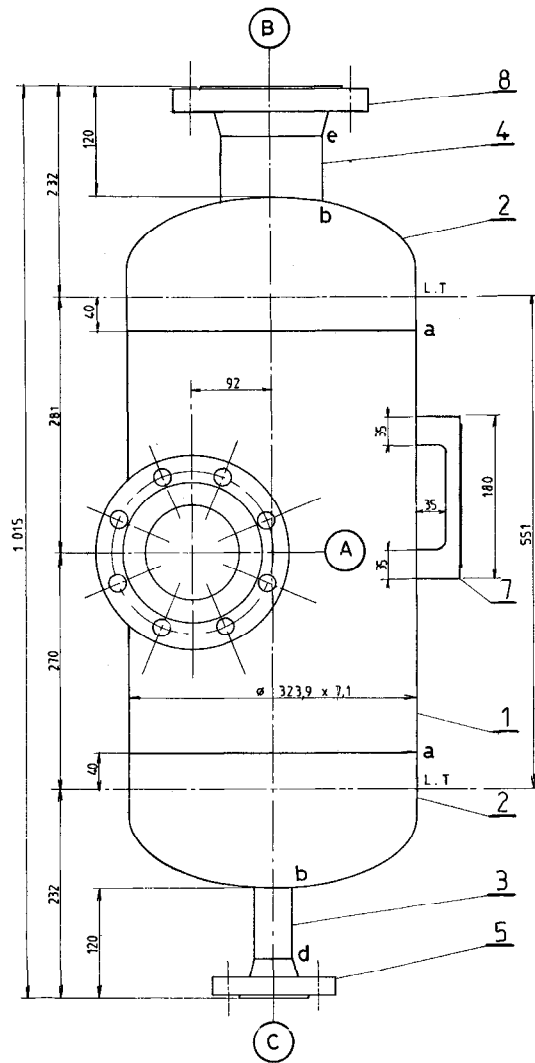
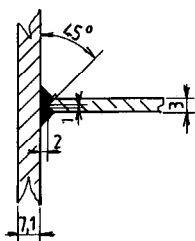
Détail d Echelle 1:1



Détail e Echelle 1:1

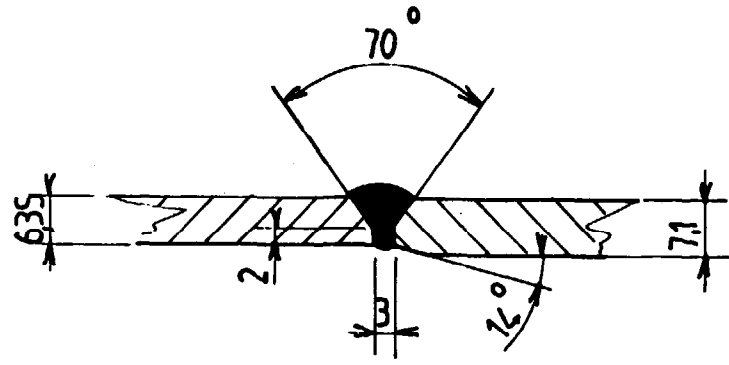


Détail f Echelle 1:1

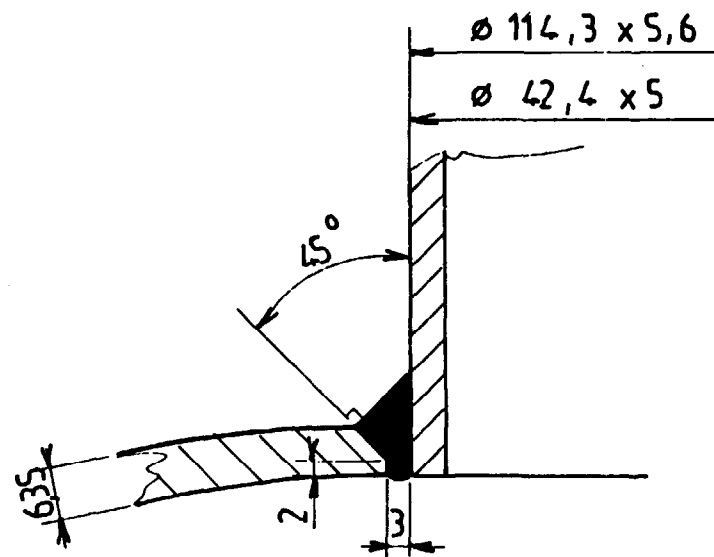


Rep	Nbr	Désignation	Matériau	Observation
8	1	Tube de sortie DN 100 $\Phi$ 114.3 x 5,6	TU E 250 B	
7	1	Pontet pour plaque de firme	A 42	ép. 3
6	2	Bride à collerette DN 100 ISO PN 16 ép. 5,6	BF 42	Type 11
5	1	Bride à collerette DN 32 ISO PN 40 ép. 5	BF 42	Type 11
4	1	Tube d'entrée DN 100 $\Phi$ 114,3 x 5,6	TU E 250 B	
3	1	Tube DN 32 $\Phi$ 42,4 x 5	TU E 250 B	
2	2	Fond elliptique DN 300 $\Phi$ 323,9 X 6,35	A 42 CP	NF E 81 103
1	1	Virole tube DN 300 $\Phi$ 323,9 x 7,1	TU E 250 S	Sans soudure
<b>POT DE PURGE</b>			Document DS 2 ROE4CAP	

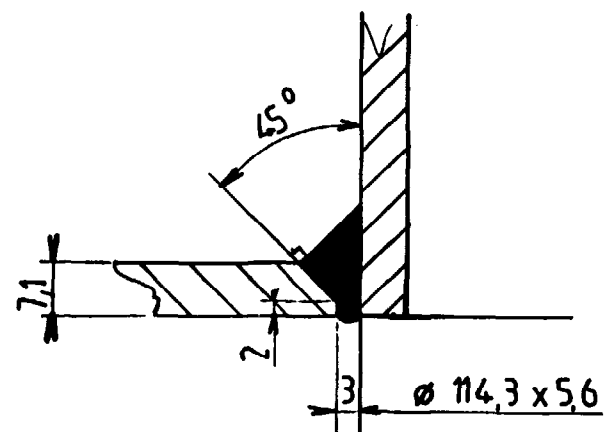
Détail a Echelle 1 : 1



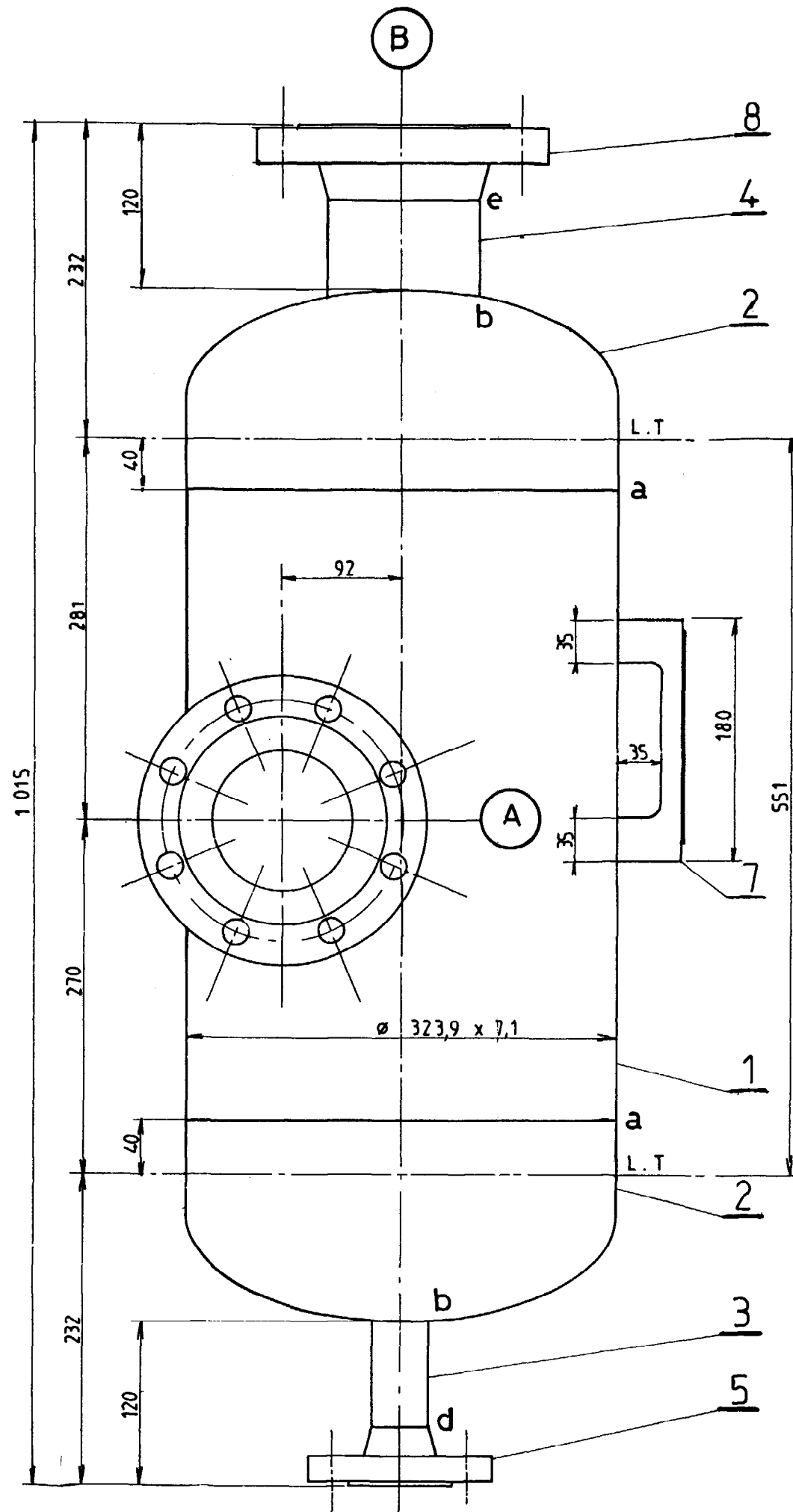
Détail b Echelle 1 : 1



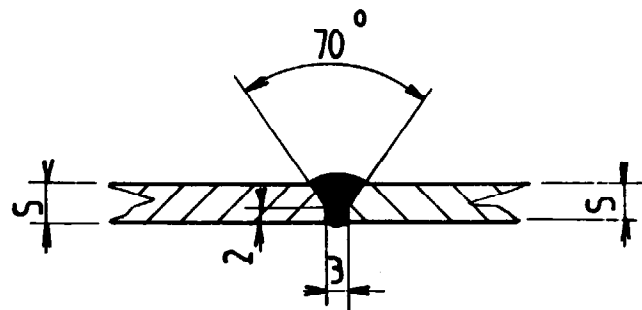
Détail c Echelle 1 : 1



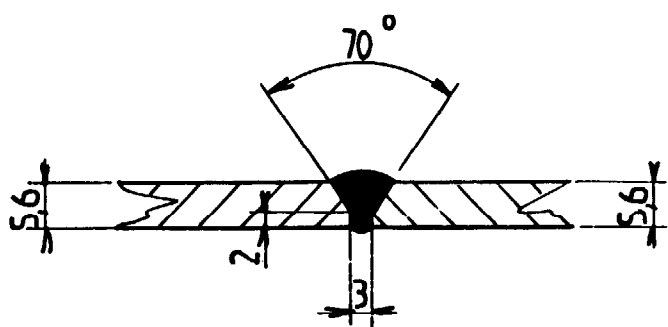
Détail d Echelle 1 : 1



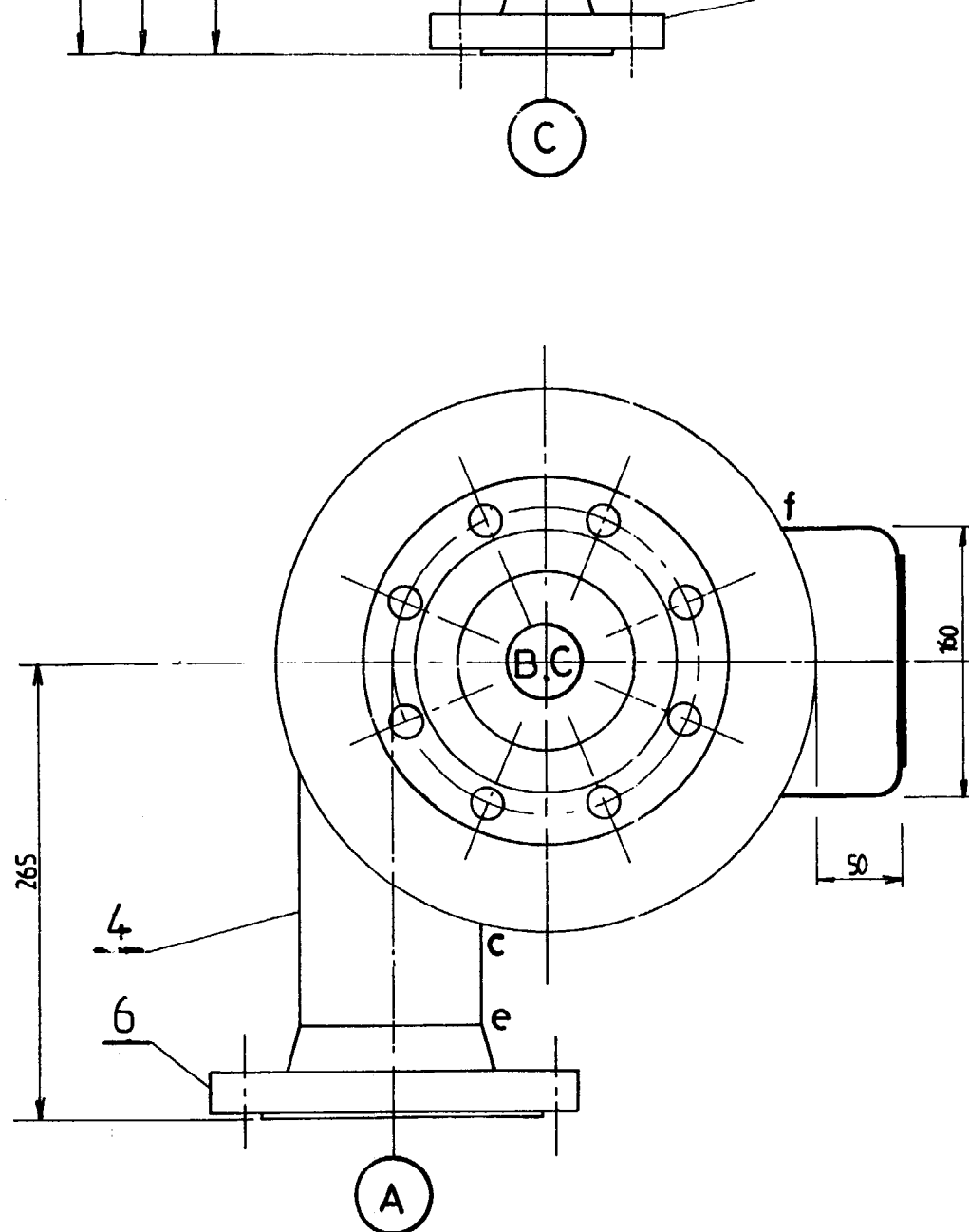
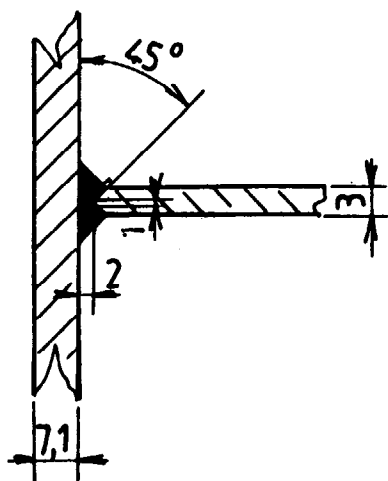
Détail d Echelle 1 : 1



Détail e Echelle 1 : 1



Détail f Echelle 1 : 1



Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
8	1	Tube de sortie DN 100 $\Phi$ 114,3 x 5,6	TU E 250 B	
7	1	Pontet pour plaque de firme	A 42	ép. 3
6	2	Bride à collerette DN 100 ISO PN 16 ép. 5,6	BF 42	Type 11
5	1	Bride à collerette DN 32 ISO PN 40 ép. 5	BF 42	Type 11
4	1	Tube d'entrée DN 100 $\Phi$ 114,3 x 5,6	TU E 250 B	
3	1	Tube DN 32 $\Phi$ 42,4 x 5	TU E 250 B	
2	2	Fond elliptique DN 300 $\Phi$ 323,9 X 6,35	A 42 CP	NF E 81 103
1	1	Virole tube DN 300 $\Phi$ 323,9 x 7,1	TU E 250 S	Sans soudure

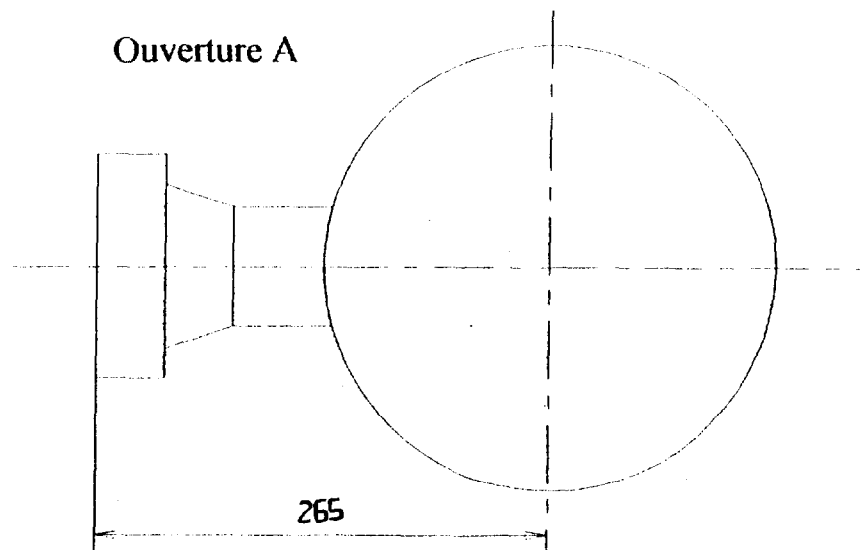
**POT DE PURGE**

Document  
DS 2 ROE4CAP

## TRAVAIL DEMANDE

- 1- Déterminer pour la virole et pour les deux fonds elliptiques, la contrainte nominale de calcul :
  - 1.1 - pour une situation normale de service.
  - 1.2 - pour une situation d'essai de résistance à 20°.
 

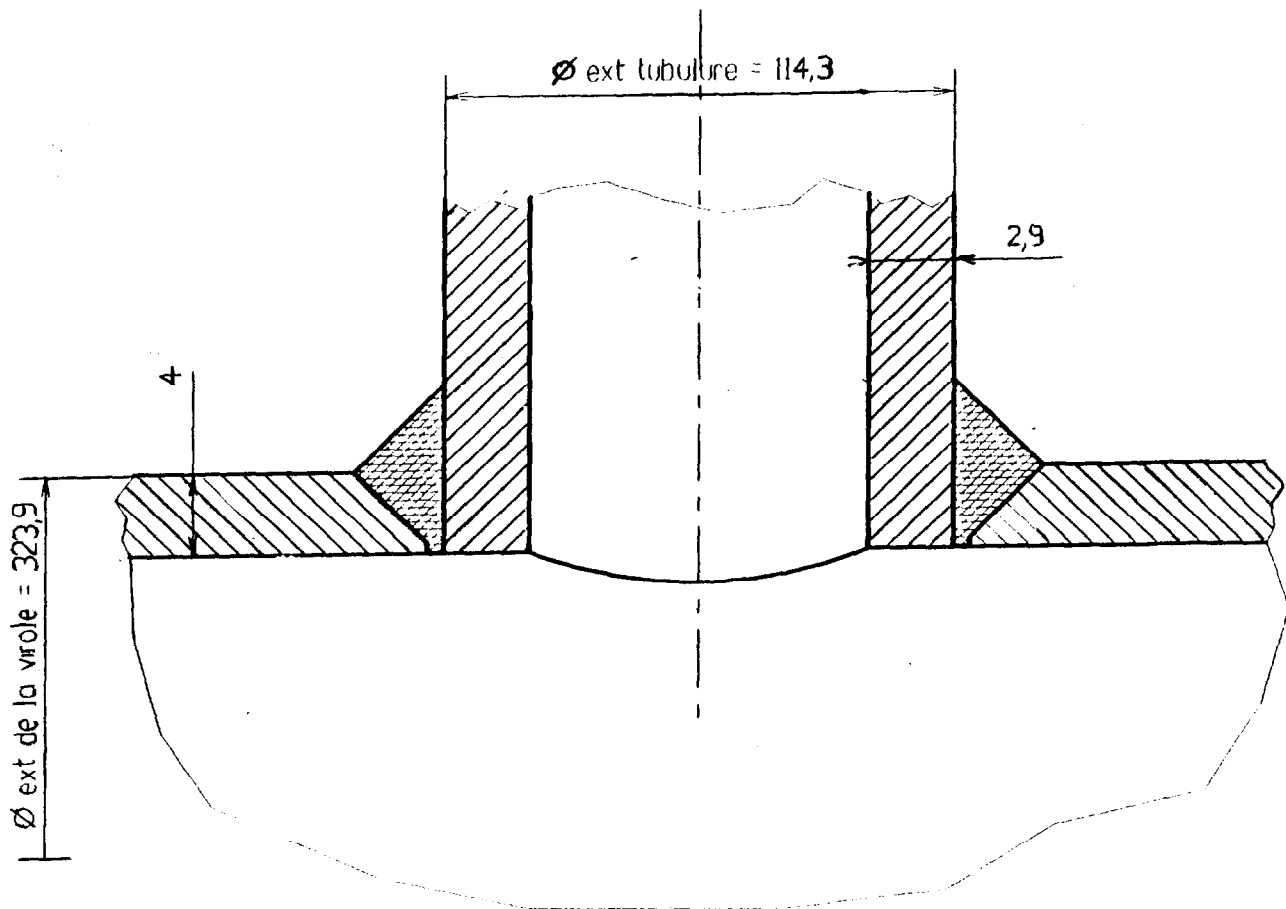
(prendre pour tous les calculs 2 chiffres après la virgule).
  
- 2 - Déterminer en conformité avec le CODAP, la valeur de la pression d'essai. Pour la suite des calculs on prendra comme pression d'essai 16 bars.
  
- 3 - a) Calculer l'épaisseur minimale nécessaire de la virole, en situation d'essai.  
 b) Comparer vos résultats à l'épaisseur utile du tube choisi, et conclure.
  
- 4 - a) Calculer l'épaisseur du fond elliptique repère 2 pour une situation normale de service.  
 b) Comparer vos résultats à l'épaisseur minimale nécessaire du fond choisi, et conclure.
  
- 5 - Vérifier si durant une situation normale de service, il ne fallait pas prévoir un renfort au niveau de l'ouverture A.
  - Pour le calcul on considère l'axe de la tubulure concourant avec l'axe de la virole, voir dessin ci-dessous. On prendra pour :
    - l'épaisseur admise de la virole 4 mm
    - l'épaisseur admise de la tubulure 2,9 mm
    - la contrainte nominale de calcul 120 MPa
  - Vérifier les conditions d'application des règles.



DS 3

Afin de vous faciliter le travail, certaines cotes de l'ouverture A, vous sont données sur le dessin ci-dessous, pour répondre au calcul du renfort.

## Ouverture A



*On tiendra compte de la propreté, de la mise en forme de votre rédaction, de l'exactitude de vos résultats, lors de la correction.*



Tubes en acier

# Tubes sans soudure à extrémités lisses en aciers non alliés pour canalisations de fluides à température élevée

NF A 49-211

Septembre 1989

Dimensions – Conditions techniques de livraison

### 3.3.2 Caractéristiques mécaniques sur tubes terminés à l'état de livraison à 20°

Les caractéristiques mécaniques garanties mesurées sur une éprouvette longitudinale sont données dans les tableaux 3 et 4 (voir en 7.3 et 7.12).

Tableau 3

Nuances	R <sub>p0,2</sub> MPa min (2)	R <sub>m</sub> MPa (1) (2)	A % min (1)	Valeur KCV min en J/cm <sup>2</sup>	
				Moyenne	Min
TU E 220	220	370 – 490	26	35	28
TU E 250	250	410 – 530	23	25	28
TU E 275	275	470 – 590	20	35	28

En plus des caractéristiques garanties données dans ce tableau :

(1) le produit R<sub>m</sub> (A – 2) est garanti supérieur ou égal à 10 500.

(2) le rapport  $\frac{R_{p0,2}}{R_m}$  pour des caractéristiques mesurées sur la même éprouvette est garanti au plus égal à 0,9.

Tableau 4 – Limite conventionnelle d'élasticité R<sub>p0,2</sub><sup>t</sup> à la température de référence en MPa

Nuances	Températures								
	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	325 °C	350 °C	400 °C	425 °C
TU E 220	190	176	165	145	122	116	109	103	99
TU E 250	210	199	188	170	149	143	136	128	124
TU E 275	240	223	212	195	177	168	159	150	145

Les valeurs maximales de résistance à la traction R<sub>m</sub> peuvent dépasser les valeurs précitées de 20 MPa au plus à condition que les valeurs de la limite conventionnelle d'élasticité R<sub>p0,2</sub> soient augmentées proportionnellement. Par exemple, pour un tube dans la nuance E 250, ayant une résistance à la traction de 550 MPa, la limite conventionnelle d'élasticité mesurée sur la même éprouvette est au moins de :

$$\frac{250 \times 550}{530} = 260 \text{ MPa}$$

Tubes en acier

# Tubes sans soudure à extrémités lisses en aciers non alliés pour canalisations de fluides à température élevée

**NF A 49-211**  
 Septembre 1989

Dimensions – Conditions techniques de livraison

## 6 TOLÉRANCES

### 6.1 Tolérance sur le diamètre extérieur D

$D \leq 48,3$	$+ 0,4 \text{ mm}$ $- 0,8 \text{ mm}$
$60,3 \leq D \leq 114,3$	$+ 0,8 \text{ mm}$ $- 0,8 \text{ mm}$
$139,7 \leq D \leq 219,1$	$+ 1,6 \text{ mm}$ $- 0,8 \text{ mm}$
$273 \leq D \leq 457$	$+ 2,4 \text{ mm}$ $- 0,8 \text{ mm}$
$508 \leq D \leq 610$	$+ 3,2 \text{ mm}$ $- 0,8 \text{ mm}$

### 6.2 Tolérance sur l'épaisseur T

$T \leq 3,2$	$+ 0,5 \text{ mm}$ $- 0,15 T$
$3,2 < T \leq 20$	$+ 0,15 T$ $- 0,125 T$
$T > 20$	$\pm 0,125 T$

### 6.3 Tolérance sur l'ovalisation et sur l'excentration

Les tubes doivent avoir une section circulaire. L'ovalisation doit rester dans les limites des tolérances sur le diamètre (voir en 6.1) et l'excentration dans celles des tolérances sur épaisseur (voir en 6.2).

### 6.4 Tolérance sur la masse

6.4.1 Par tube :  $+ 10 \%$   
 $- 3,5 \%$

6.4.2 Par chargement complet (18 tonnes min) :  $- 1,75 \%$ .

### 6.5 Tolérance sur la longueur précise

Sur longueurs  $< 8 \text{ m}$  :  $+ 10 \text{ mm}$   
 $0$

Sur longueurs  $\geq 8 \text{ m}$  :  $+ 15 \text{ mm}$   
 $0$

### 6.6 Tolérance sur la rectitude

La flèche totale doit être inférieure à 0,15 % de la longueur du tube.

La flèche locale doit être inférieure à 3 mm par mètre.

- Caractéristiques mécaniques communes

Nuances	$R_{0,002} \text{ min N/mm}^2 (R_e \text{ N/mm}^2) (1)$				$R \text{ N/mm}^2 (2)$	$A \% \text{ min} (l_u = 5,65 \sqrt{S_0}) (2)$			Pliage à 180° Diamètre du mandrin
	$e \leq 30$	$30 < e \leq 50$	$50 < e \leq 80$	$e > 80$		$e \leq 30$	$30 < e < 50$	$e > 50$	
A 37	225 (235)	205 (215)	195 (205)	185 (195)	360-430	28	27	26	0,5 a (3)
A 42	245 (255)	225 (235)	225 (235)	215 (225)	410-490	27	25	24	1 a
A 48	285 (295)	265 (275)	265 (275)	255 (265)	470-560	23	22	21	2 a
A 52	335 (355) (4)	315 (335)	315 (335)	305 (325)	510-620	22	21	20	3 a

(1) Sont mentionnées entre parenthèses les valeurs garanties dans le cas de vérification de la limite d'élasticité apparente  $R_e$  (voir 4.4.1).  
1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

(2) Le produit de la résistance à la traction exprimée en N/mm<sup>2</sup> par l'allongement après rupture est garanti supérieur à 10 500, ces deux grandeurs étant mesurées sur la même éprouvette.

(3)  $e$  = épaisseur de la tôle, en mm;  $a$  = épaisseur de l'éprouvette, en mm;  
pour  $e > 30$  mm :  $a = e$ ; pour  $e > 30$  mm :  $a = 30$  mm.

(4) Pour les épaisseurs supérieures à 25 mm la valeur de la limite d'élasticité à 0,2 % est 325 N/mm<sup>2</sup> (ou 345 N/mm<sup>2</sup> pour  $R_{0,2}$ ).

- Caractéristiques de limite d'élasticité à température élevée (1)

Nuances	$R_{0,002} \text{ N/mm}^2 \text{ minimale, à la température de (2)}$													
	100 °C			150 °C			200 °C			250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	425 °C
	$e \leq 30$	$30 < e \leq 50$	$e > 50$	$e \leq 30$	$30 < e \leq 50$	$e > 50$	$e \leq 30$	$30 < e \leq 50$	$e > 50$					
A 37	196	186	181	181	172	167	167	162	157	147	127	118	103	93
A 42	223	206	201	206	196	191	191	186	186	176	157	142	132	122
A 48	260	245	240	245	235	230	230	225	220	216	196	176	157	147
A 52	309	294	294	284	274	274	260	255	255	235	216	206	186	176

(1) Ces valeurs sont garanties soit dans le cas de la mesure (conformément à l'article 6.1 de la norme NF A 03-351), soit dans le cas de la vérification (conformément à l'article 6.3 de la norme NF A 03-351). Si la vérification est effectuée avec une durée du maintien de la charge portée à 5 min, les valeurs garanties doivent être diminuées

- de 10 N/mm<sup>2</sup> pour la température de 200 °C
- de 20 N/mm<sup>2</sup> pour les températures de 250, 300, 350 et 400 °C.

Ce type de vérification ne peut être effectué à 425 °C.

(2) Au cas où le constructeur impose une température intermédiaire, les valeurs garanties s'obtiennent par interpolation.

**PRODUITS SIDÉRURGIQUES**  
**TÔLES POUR CHAUDIÈRES**  
**ET APPAREILS À PRESSION**  
**ACIERS AU CARBONE ET CARBONE-MANGANÈSE**  
 Nuances et qualités

**NF**  
**A 36-205**  
 Juillet 1982

<b>NORME FRANÇAISE</b> <b>ENREGISTRÉE</b>	<b>TUBES EN ACIER</b> <b>FONDS ELLIPTIQUES À SOUDER</b> <b>EN ACIERS NON ALLIÉS OU ALLIÉS</b> avec prescriptions de qualité - Dimensions Conditions techniques de livraison	<b>NF</b> <b>A 49-285</b> Décembre 1982
--	---	---

#### 4 DIMENSIONS ET MASSES UNITAIRES

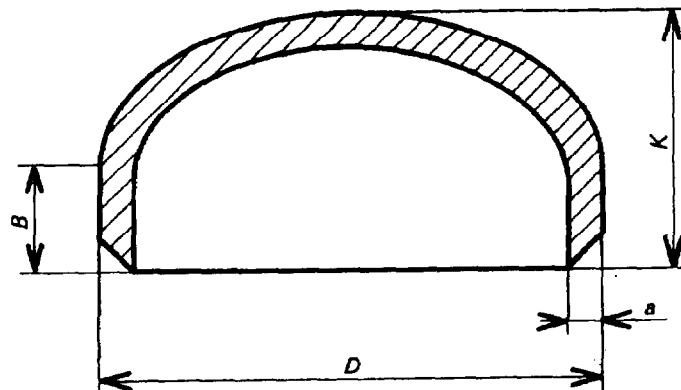


Figure 1

#### 6 TOLÉRANCES

##### 6.1 DIMENSIONS

Tableau 3

Diamètre D	Tolérances sur les dimensions			
	D	d	K	a
$D \leq 114,3$	$\pm 1,6$	$\pm 1,6$	$\pm 3,2$	- 12,5 %
$114,3 < D \leq 219,1$	+ 2,4 - 1,6		$\pm 6,3$	
$219,1 < D \leq 457$	+ 4 - 3,2	$\pm 4,8$		
$457 < D$	+ 6,3 - 4,8			

##### 6.2 MASSES

Par pièce : - 10 %.

5.3.4 Dimensions des brides et des collets ISO PN 16

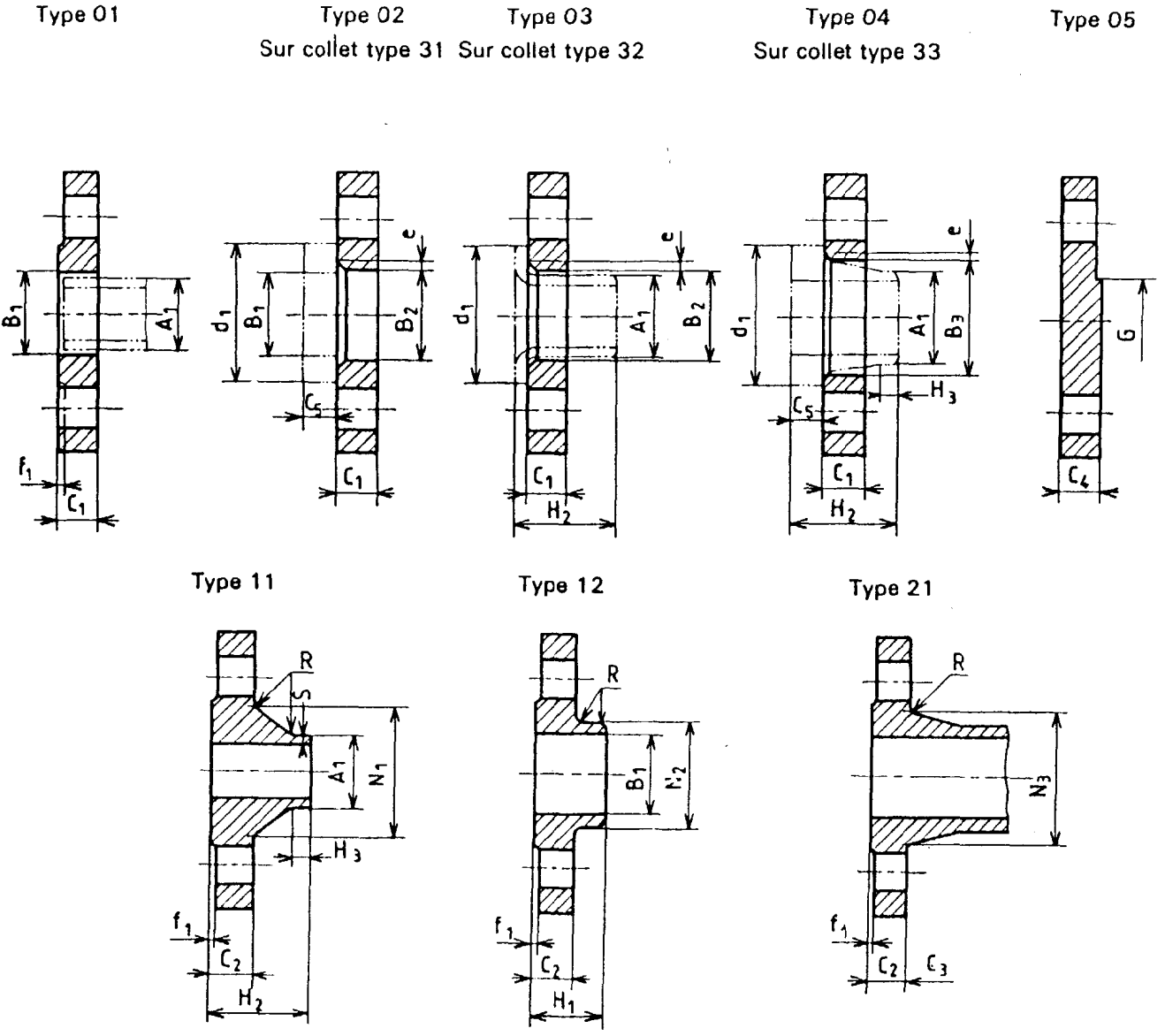
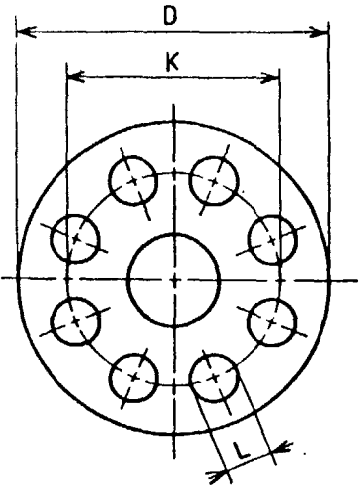


Figure 6

Tableau 9 - Dimensions des brides ISO PN 16

DN	Dimensions de raccordement			Boulonnerie		A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	e	G	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	R	S
	D	K	L	nombre	diamètre																		
10	Dimensions identiques à celles des brides ISO PN 40					17,2	18,0	21	31	14	14	14	12	3	-	20	35	6	28	30	28	3	2,0
15						21,3	22,0	25	35	14	14	14	12	3	-	20	35	6	32	35	32	3	2,0
20						26,9	27,5	31	42	16	16	16	14	4	-	24	38	6	39	45	40	4	2,3
25						33,7	34,5	38	49	16	16	16	14	4	-	24	38	6	46	52	50	4	2,3
32						42,4	43,5	46	59	18	18	18	14	5	-	26	40	6	56	60	60	5	2,6
40						48,3	49,5	53	67	18	18	18	14	5	-	26	42	7	64	70	70	5	2,6
50	60,3	61,5	65	77	20	20	20	16	5	-	28	45	8	74	84	84	5	2,9					
65	185	145	18	4	M 16	76,1	77,5	81	96	20	20	20	16	6	55	32	45	10	92	104	104	6	2,9
80	200	160	18	8	M 16	88,9	90,5	94	114	20	20	20	16	6	70	34	50	10	110	118	120	6	3,2
100	220	180	18	8	M 16	114,3	116,0	120	134	22	22	22	18	6	90	40	52	12	130	140	140	6	3,6
125	250	210	18	8	M 16	139,7	141,5	145	162	22	22	22	18	6	115	44	55	12	158	168	170	6	4,0
150	285	240	22	8	M 20	168,3	170,5	174	188	24	24	24	20	6	140	44	55	12	184	195	190	8	4,5
200	340	295	22	12	M 20	219,1	221,5	226	240	26	24	26	20	6	190	44	62	16	234	246	246	8	6,3
250	405	355	26	12	M 24	273,0	276,5	281	294	29	26	26	22	8	240	46	70	16	288	298	296	10	6,3
300	460	410	26	12	M 24	323,9	327,5	333	348	32	28	28	24	8	290	46	78	16	342	350	350	10	7,1
350	520	470	26	16	M 24	355,6	359,0	365	400	35	30	30	26	8	325	57	82	16	390	400	410	10	8,0
400	580	525	30	16	M 27	406,4	411,0	416	454	38	32	32	28	8	375	63	85	16	444	456	458	10	8,8
450	640	585	30	20	M 27	457,0	462,0	467	500	42	34	36	30	8	425	68	87	16	490	502	516	12	10,0
500	715	650	33	20	M 30	508,0	513,5	519	556	46	36	40	32	8	475	73	90	16	546	559	576	12	11,0
600	840	770	38	20	M 33	610,0	616,5	622	660	52	38	44	32	8	575	83	95	18	650	658	690	12	12,5

Notes : - Les épaisseurs C<sub>6</sub> des collets de types 31 et 33 et l'épaisseur du retour du collet de type 32 ne doivent jamais être inférieures à l'épaisseur de la paroi de la tuyauterie. Si le type de raccordement est à emboîtement, en fond de gorge, l'épaisseur restante après usinage doit être au moins égale à l'épaisseur de la tuyauterie.

- Le diamètre extérieur des collets (d<sub>1</sub>) est égal au diamètre de la face surélevée (d<sub>1</sub>) tel que donné au tableau 2.

- La cote f<sub>1</sub> est donnée au tableau 2.