

BTS  
REALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNES  
SESSION 2002  
ÉPREUVE E 4

CONCEPTION DES APPAREILS

Sous épreuve U 41  
CALCULS

CODES ET REGLEMENTS

Temps conseillé : 2 heures

<b>Document autorisé :</b>	CODAP didactique.	
<b>Documents fournis :</b>		
Plan de l'échangeur	(format A <sub>2</sub> )	DS1-U41-A-B
Nomenclature	(format A <sub>3</sub> )	DS2-U41-A-B
<u>Ces deux documents sont commun aux deux épreuves U41-A et U41-B</u>		
Texte du sujet	(format A <sub>3</sub> )	DS3-U41-A
Caractéristiques des matériaux ( ; pages 1/2 à 2/2)	(format A <sub>4</sub> )	DT1-U41-A
Caractéristiques des joints	(format A <sub>4</sub> )	DT2-U41-A
Extraits CODAP 95 ( ; pages 1/12 à 12/12)	(format A <sub>4</sub> )	DA1-U41-A
<b>Document(s) à rendre :</b>	Feuille(s) de copie	

# CODES ET RÉGLEMENTS

## PRESENTATION

Les documents DS1-U41-A-B et DS2-U41-A-B représentent un échangeur de chaleur utilisé dans l'industrie pétrolière.

## OBJET DE L'ETUDE

On se propose à l'aide du CODAP de vérifier les dimensions de quelques éléments de cet échangeur.

**REMARQUE** : Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Données de l'ingénierie :

		CORPS / CALANDRE	BOITE D'ENTREE ET SORTIE
PRESSION DE CALCUL	(bar)	1	12
PRESSION DE SERVICE	(bar)	0,5	8
PRESSION D'ESSAI	(bar)	1,5	15
TEMPERATURE DE CALCUL	(°C)	133	100
TEMPERATURE DE SERVICE	(°C)	67/100	57
FLUIDE		VAPEUR	EAU DE MER
CORROSION	(mm)	0	0
RADIO			
COEFFICIENT DE JOINT		0,85	0,85
NOMBRE DE PASSES		1	3
L'appareil sera construit selon les règles du CODAP 95			

## **1. Vérification des épaisseurs de la virole (2) et du fond (1) de la boîte de distribution.**

Données :

- ↳ Catégorie de construction : B
- ↳ Type de réception des matériaux : 2
- ↳ Fond elliptique : Conforme à la norme NF E 81-103
- ↳ Caractéristiques de l'acier utilisé : Voir document DT1-U41-A
- ↳ Tolérance en moins sur la tôle : 0,5 mm.
- ↳ Epaisseurs de tôles disponibles : 2 ; 2,5 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10
- ↳ Amincissement du au roulage de la tôle : 0,5 mm
- ↳ Amincissement du au formage du fond : 1 mm

### Questions :

- 1.1 Déterminer pour la virole (2) et le fond elliptique (1) de la boîte de distribution la contrainte nominale de calcul pour une situation normale de service.
- 1.2 Déterminer l'épaisseur de la virole (2) pour une situation normale de service, en déduire l'épaisseur de commande.
  - ↳ Quelque soit le résultat trouvé à la question 1.1 on prendra  $f = 160$  MPa.
- 1.3 Déterminer l'épaisseur du fond elliptique (1) pour une situation normale de service, en déduire l'épaisseur de commande.
  - ↳ Quelque soit le résultat trouvé à la question 1.1 on prendra  $f = 160$  MPa.

### 2. Calcul de l'assemblage boîte de distribution/calandre par brides boulonnées.

#### Données :

- ↳ L'étanchéité est réalisée par un joint KLINGERSil C-4430 (voir documents DS1-U41-A-B et DT2-U41-A), on prendra  $m = 3$ .
- ↳ Les brides (5) utilisées sont du type emmanchées soudées sans collerette avec face plate et lisse, voir dimensions sur le dessin de détail de l'assemblage boîte de distribution/calandre (voir document DS1-U41-A-B).
- ↳ Extraits du CODAP 95 (voir documents annexes DA1-U41-A pages de 1/12 à 12/12).
- ↳ Contrainte nominale de calcul des boulons :  
 $f_{b,A} = 147$  MPa  
 $f_{b,P} = 135$  MPa
- ↳ Contrainte nominale de calcul du matériau de la bride :  $f_{br} = 120$  MPa
- ↳ La valeur de  $Y$  est donnée par le graphique page 12/12 document DA1-U41-A.

### Questions :

- 2.1 Vérifier que le diamètre des boulons utilisés est satisfaisant.
- 2.2 Vérifier les contraintes dans la bride (5) en situation normale de service (voir paragraphe 6.1.6 page 9/12 document DA1-U41-A).



## UGINOX 18-11 ML, 18-13 MS

**Acier inoxydable austénitique  
au molybdène et  
à très basse teneur en carbone**

**Austenitic stainless steel  
with molybdenum and  
extra low carbon**

	18-11 ML	18-13 MS
AFNOR	A182	A183
AISI	316 L	316 L
WERKSTOFF	1.4404	1.4435
B.S.	316 S 11	316 S 13
GOST	03H17N14M2	-

### Composition chimique

Selon NF A 35573

### Chemical composition

According to AISI and ASTM A 240

	Eléments Alloys	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
18-11 ML	%	<0,03	<1,00	<2	16-18	10-12	2-2,5
18-13 MS	%	<0,03	<1,00	<2	16,5-18,5	11-13	2,5-3,0

### Caractéristiques générales

UGINOX 18-11 ML et 18-13 MS sont caractérisés par :

- une très bonne résistance à la corrosion en milieu acide ou contenant des chlorures, tel l'eau de mer froide
- une très faible sensibilité à la corrosion sous tension en milieu chloruré

- une excellente résistance à la corrosion intergranulaire même après soudage
- une très bonne soudabilité
- une grande ductilité
- une excellente polissabilité : polissage miroir.

### Main characteristics

UGINOX 18-11 ML and 18-13 MS offer :

- very high corrosion resistance in acidic mediums or water containing chloride like cold sea water
- very low sensibility to stress corrosion in water containing chlorides

- very high corrosion resistance to intergranular corrosion even after welding
- very good weldability
- very high ductility
- excellent polishability : mirror polishing.

### Applications type

- Industries chimiques alimentaires : cuves, pompes, tubes...
- Domestique : ballon d'eau chaude.
- Industrie navale.

- Bâtiment : architecture, couverture.
- Conduits de fumée.

### Typical applications

- Chemical industry and industrial food processing equipments : tanks, pipes, pumps...
- Household : hot water tanks.
- Ship building.

- Building : architectural and roofing.
- Flue pipes.

### Possibilités de livraison

- Formes : tôles, flans, bobines, feuillards, disques.
- Epaisseur : 0,05 à 8 mm.
- Largeur : selon épaisseur, 1500 mm au maximum.

- Présentations : laminé à froid ou laminé à chaud, selon épaisseur.

### Product range

- Available : sheets, blanks, coils, strips, circles.
- Thickness : 0.05 to 8 mm.
- Width : according to thickness, 1500 mm maxi.

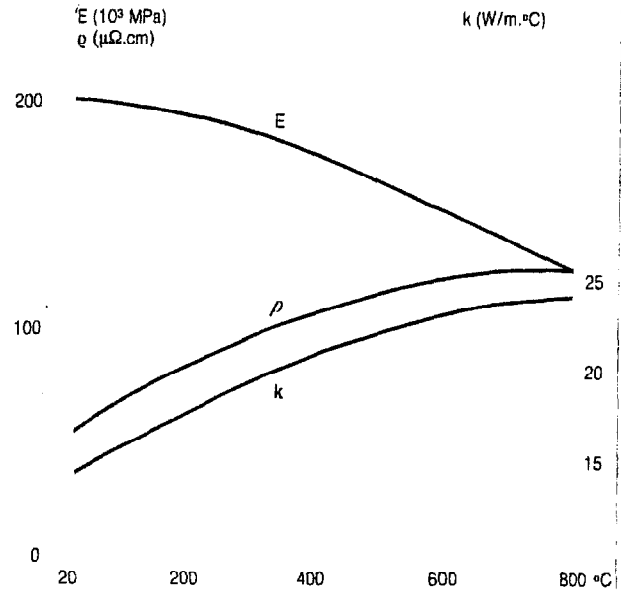
- Finishes : cold-rolled or hot rolled according to thickness.

**Caractéristiques physiques**

Densité <i>Density</i>	d	—	à 4°C	7,9
Point de fusion <i>Melting point</i>		°C		1440
Chaleur spécifique <i>Specific heat</i>	c	J/kg.°C	à 20°C	500
Conductivité thermique <i>Thermal conductivity</i>	k	W/m.°C	à 20°C	15
Coefficient moyen de dilatation linéaire <i>Mean linear coefficient of expansion</i>	$\alpha$	10 <sup>-6</sup> m/m.°C	20 à 100°C	19
			20 à 200°C	19,5
			20 à 400°C	20,7
Résistivité électrique <i>Electrical resistivity</i>	$\rho$	$\mu\Omega.cm$	à 20°C	76
Perméabilité magnétique <i>Magnetic permeability</i>	$\mu$	à 0,8 kA/m DC or top AC	à 20°C	1,005 <sup>(1)</sup> 1,02
Module d'élasticité <i>Modulus of elasticity</i>	E	MPa x 10 <sup>9</sup>	à 20°C	200

Taux de ferrite selon Delon : < 10 %  
*Ratio of ferrite according to Delon*  
 Coefficient de Poisson : 0,30  
*Poisson coef.*

**Physical properties**



(1) A l'état recuit  
*In the annealed condition*

**Caractéristiques mécaniques**

**A l'état de livraison**  
 Selon NFA 03.160 et DIN 50114.  
 Eprouvette perpendiculaire au sens de laminage.

Laminé à froid ou à chaud  
*Cold or hot rolled*  
 e < 3mm  
*Thickness < 3 mm*  
 e ≥ 3 mm  
*Thickness ≥ 3 mm*

Eprouvette  
*Sample*  
 Lo = 80 mm (ép. < 3 mm)  
 Lo = 5,65 √So (ép. ≥ 3 mm).

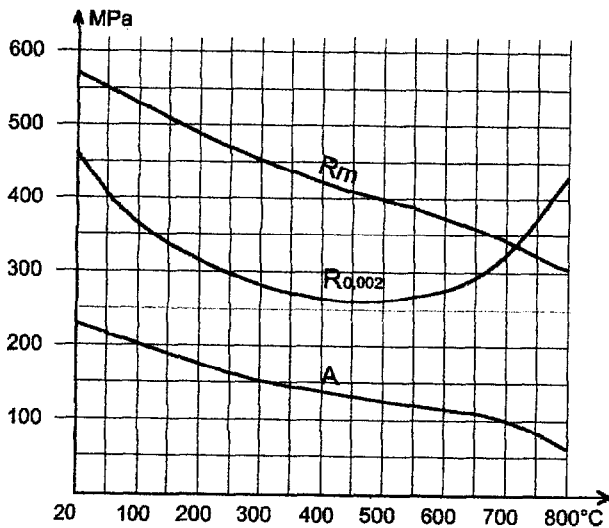
**Mechanical properties**

**In the annealed condition**  
 According to ASTM A 370,  
 sample perpendicular to rolling direction.

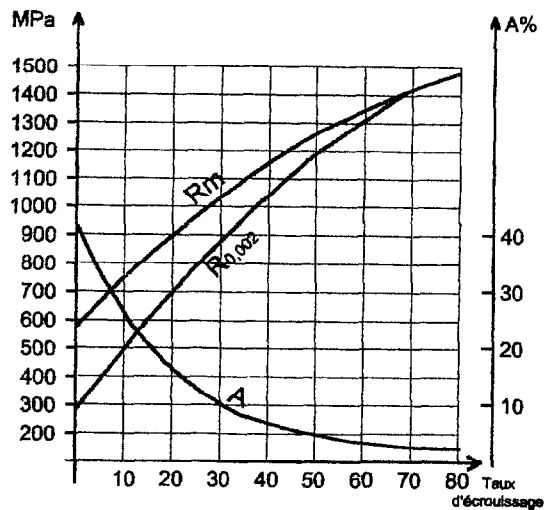
R (MPa)	Ro,002 (MPa)	A (%)
570-690	> 280	≥ 40
570-690	> 280	≥ 45

1 MPa = 145 PSI

**Aux températures élevées**  
**At elevated temperatures**



**A l'état écroui**  
**In temper rolled condition**



# TROUVAY & CAUVIN

58, rue Général Chanzy - 76097 LE HAVRE (FRANCE)

Tel: (33) 02,35,25,62,62 - télex 190435 - télécopie (33) 02,35,25,61,96

## KLINGERSil C-4430

<b>COMPOSITION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Joint de qualité supérieure, composé de fibres verre renforcées fibres aramide et liant nitrile,</li> <li>- Couleur verte et blanche,</li> <li>- Impression sur face blanche,</li> </ul>		
<b>DIMENSIONS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formats standards: 1500x1000 – 1500x2000 – 1500 x 4000 (autres formats et épaisseur sur demande),</li> <li>- Épaisseurs: 0,25 - 0,3mm - 0,5mm - 0,8mm - 1,0mm - 1,5mm - 2,0mm - 3,0mm - 4,0mm</li> </ul>		
<b>DOMAINE D'UTILISATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation sur hydrocarbures, eau, huile, vapeur gaz et réfrigérants, acides et bases faibles,</li> </ul>		
<b>AGRÉMENTS NORMES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ALIMENTAIRE LNE</li> <li>- ALIMENTAIRE KTW</li> <li>- ALIMENTAIRE WRC</li> <li>- GDF - C, E, T, G,</li> <li>- DIN DVGW</li> <li>- SVGW</li> <li>- BAM(100b / 85°C)</li> <li>- SECU FEU API 607 cd4</li> <li>- SECU FEU BS 5146 Part 1</li> <li>- Lloyd Allemand</li> <li>- BS 7531 grade X</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N° 9030144 du 19/04/89</li> <li>N° C,55/94/Stf du 3/02/94</li> <li>N° 8802082/MVK, 1392 du 6/12/88</li> <li>N° 96/1/650 du 22/11/96</li> <li>N° 92,01 e 052</li> <li>N° 92-149-7</li> <li>N° 4842/92 du 12/08/92</li> <li>N° LHV11980043H-1 du 6/01/98</li> <li>BRITISH GAS PLC</li> <li>N°98 953 – 97 HH</li> </ul>	
<b>CONDITIONS DE SERVICE MAXIMUM (non associées)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Température :</li> <li>- Pression</li> <li>- Pour vapeur, température MAXI selon l'épaisseur :</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ 440°C</li> <li>100 bar</li> <li>0,5mm</li> <li>0,8mm</li> <li>1,5mm</li> <li>2,0mm</li> <li>3,0mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-196°C</li> <li>250°C</li> <li>240°C</li> <li>210°C</li> <li>200°C</li> <li>170°C</li> </ul>
<b>CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES (2 mm)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Charge de rupture aux fibres</li> <li>- Poids spécifique</li> <li>- Compressibilité</li> <li>- Reprise élastique</li> <li>- Relaxation à chaud</li> <li>- Compression à chaud (perte d'épaisseur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASTM F152</li> <li>ASTM F36A</li> <li>ASTM F36A</li> <li>BS 7531</li> <li>DIN 52913</li> <li>50 Mpa 23°C</li> <li>50 Mpa 300°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>9 N/mm<sup>2</sup></li> <li>1,55 g/cm<sup>3</sup></li> <li>11%</li> <li>50%</li> <li>31 Mpa</li> <li>35 Mpa</li> <li>8%</li> <li>11%</li> </ul>
<b>CARACTÉRISTIQUES APRÈS IMMERSION DANS LES FLUIDES (AUGMENTATION D'ÉPAISSEUR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Huile ASTM N° 3</li> <li>- Fuel B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 H 150°C</li> <li>5 H 20°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3%</li> <li>5%</li> </ul>
<b>TENEUR en CHLORURES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (PPM extractibles)</li> </ul>		< 150 PPM
<b>PERMÉABILITÉ AU GAZ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selon DIN 3535/6</li> </ul>		1,0 ml/min
<b>PERTE AU FEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selon DIN 52911</li> </ul>		22 %
<b>VALEURS</b> Coefficient de serrage (m) & Pression d'assise (Pa) TAUX DE FUITE: 1,0 mg/s x m 0,1 mg/s x m 0,01 mg/s x m	<p style="text-align: center;">JOINT ÉPAISSEUR 2mm Selon DIN 28090</p>	<p style="text-align: center;">m</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">10</p>	<p style="text-align: center;">Pa</p> <p style="text-align: center;">15 Mpa</p> <p style="text-align: center;">25 Mpa</p> <p style="text-align: center;">40 Mpa</p>
<b>RECOMMANDATIONS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduire l'épaisseur</li> <li>- Ne jamais utiliser de graisse,</li> <li>- Ne jamais resserrer en service si la température est &gt; à 130°C,</li> <li>- Respecter les limites d'utilisation indiquées par les courbes de contrainte MAXIMUM,</li> <li>- MONTAGE: voir notice</li> </ul>		