

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

SESSION 2017

**E4 –ÉTUDE ET RÉALISATION D’UN ENSEMBLE
CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE OU DE TUYAUTERIE**

**U 41–DIMENSIONNEMENT ET VÉRIFICATION
D’OUVRAGES**

Durée : 4 heures– Coefficient : 3

Documents et matériels autorisés :

CODAP didactique 2010.

Moyens de calculs autorisés :

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (Cirulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; BOEN n°4 2).

Ce dossier est constitué de 2 objectifs :

- Dimensionnement / Vérification d'un appareil à pression. pages 2/18 à 8/18
- Dimensionnement / Vérification d'une potence de manutention. pages 9/18 à 18/18

Document réponse à rendre :

Document réponse (page 18/18) à insérer dans la copie et àagrafer.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet comporte 18 pages, numérotées de 1/18 à 18/18.

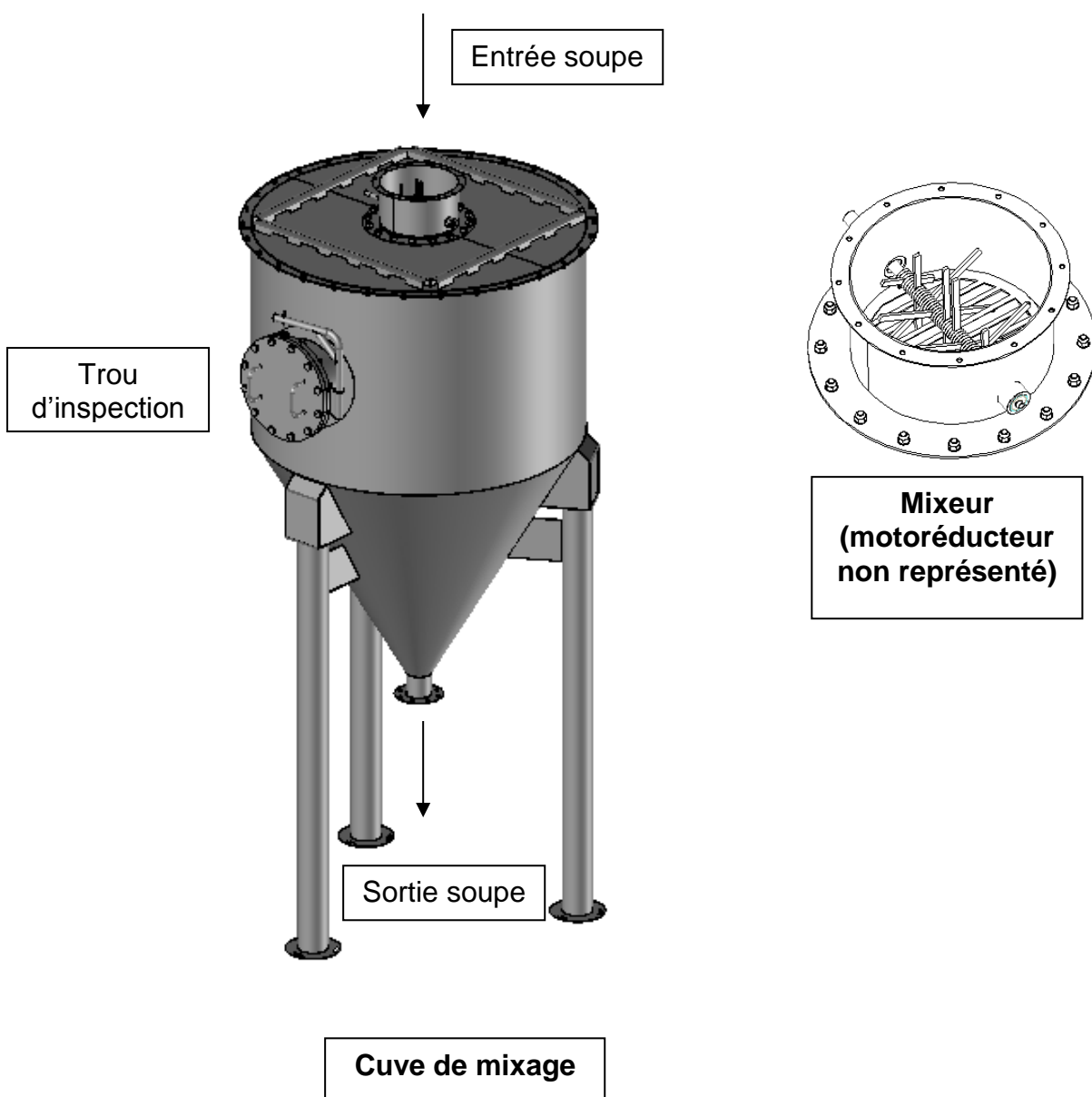
CODE ÉPREUVE : CLE4DVO		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE	
SESSION 2017	SUJET	ÉPREUVE : ÉTUDE ET RÉALISATION D’UN ENSEMBLE CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE OU DE TUYAUTERIE U41 – DIMENSIONNEMENT ET VÉRIFICATION D’OUVRAGES			
Durée : 4h		Coefficient : 3		SUJET N°07ED14	Page 1/18

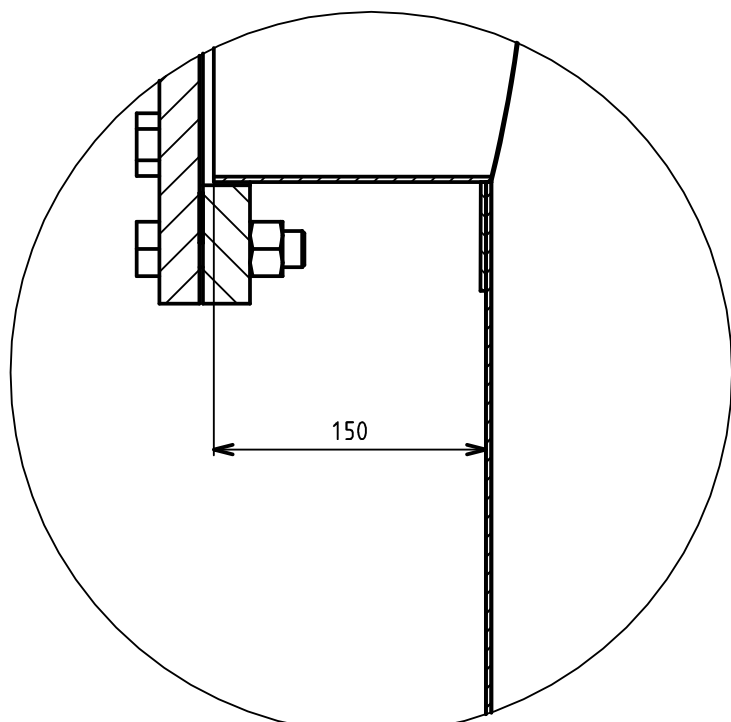
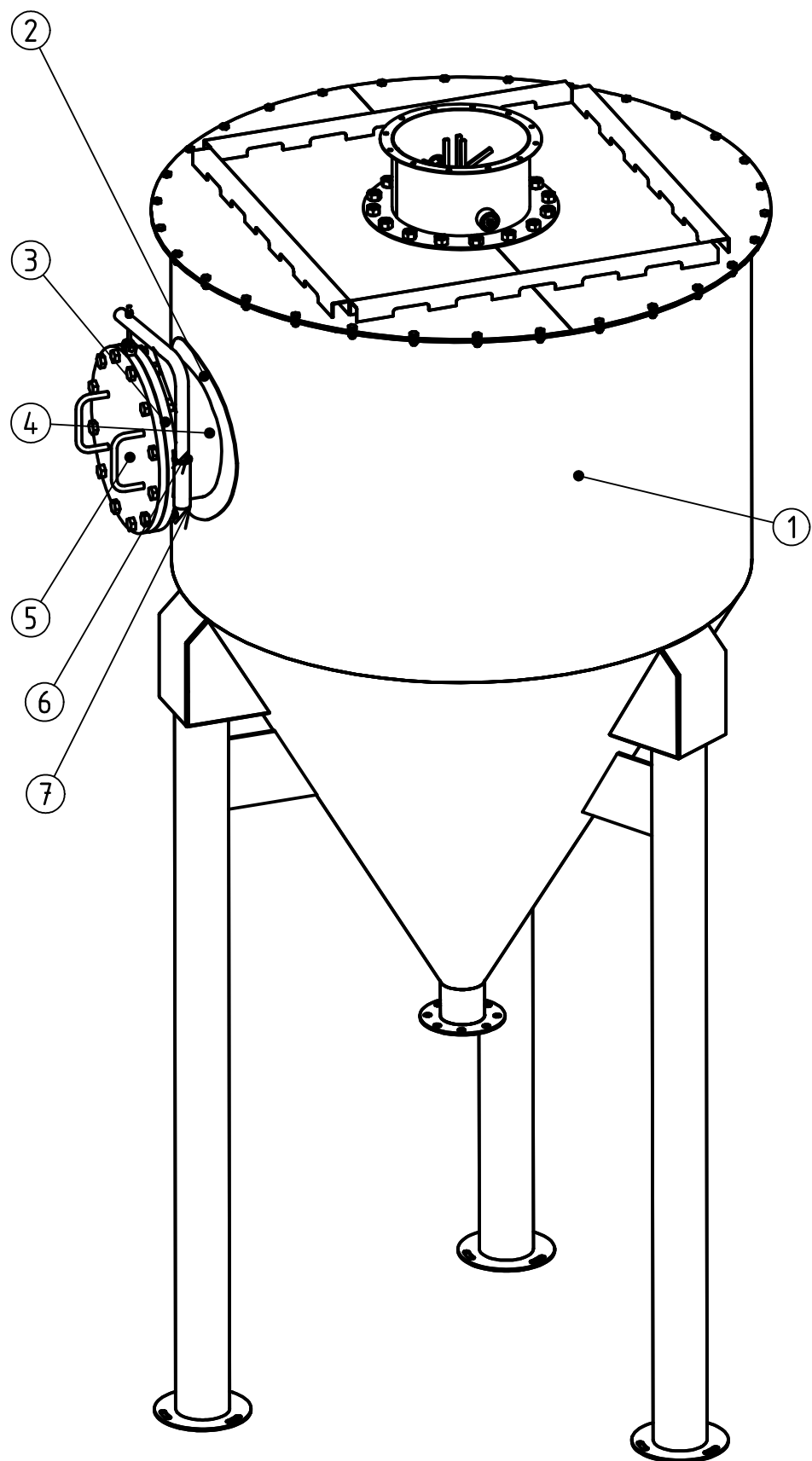
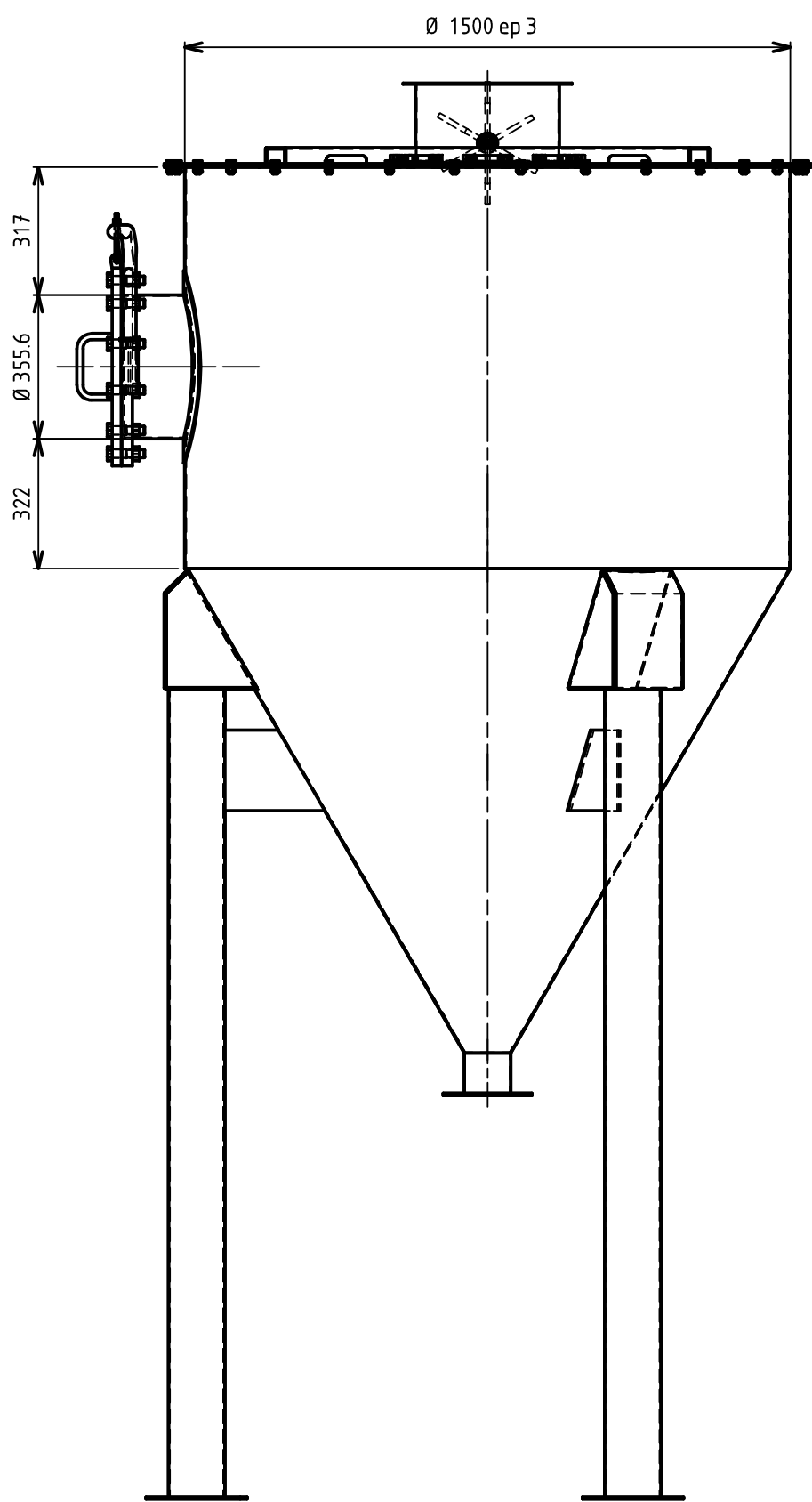
Dimensionnement / Vérification d'un appareil à pression

Présentation générale

Le plan d'ensemble page 3/18 représente une cuve de mixage intégrée dans un processus industriel de fabrication de soupe alimentaire.

Cette dernière étape avant le conditionnement permet de s'assurer de l'homogénéité du mélange (le mixeur en haut de la cuve permet notamment de diluer les grumeaux).





Détail trou d'inspection

7	1	tube support potence	X2CrNiMo17-12-2	42.4 x 3.2
6	1	potence	X2CrNiMo17-12-2	33.7 x 2
5	1	Bride PN pleine 05 A PN6 - DN350	X2CrNiMo17-12-2	-
4	1	Tube ISO sans soudure	X2CrNiMo17-12-2	355.6 x 2.9
3	1	Bride PN plate à souder 01 A PN6 - DN350	X2CrNiMo17-12-2	-
2	1	anneau renfort	X2CrNiMo17-12-2	épaisseur 3
1	1	Virole	X2CrNiMo17-12-2	épaisseur 3

REPERE	NB.	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATIONS
--------	-----	-------------	---------	--------------

ÉCHELLE
0.060

CUVE DE MIXAGE



Examen BTS CRCI - Epreuve U41

A3

Sujet N° 07ED14 - page 3/18

00

Caractéristiques de l'appareil :

Matériau : Acier inoxydable austénitique X2CrNiMo17-12-2 (1.4404)

Données de conception :

Situation normale de service	Pression de calcul	1,5 bar
	Température de calcul	140 °C
Situation d'essai	Température d'essai	20 °C
Volume de la cuve	3 m ³	
Fluide (soupe)	Tension de vapeur à 140 °C > 0.5 bar Fluide considéré comme gaz	
	Non dangereux	
Évaluation des facteurs de défaillance	Moyenne	
Caractéristiques mécaniques des tôles inoxydables à pression	Voir extrait NF EN 10028-7 pages 6 et 7/18 Forme de produit H	

Données de fabrication :

Amincissement dû au roulage	0,1 mm
Tolérances sur l'épaisseur des tôles inoxydables à pression	+/- 0,2 mm
Tolérances sur les épaisseurs des tubes inoxydables sans soudure à pression	Voir extrait NF EN 10216-5 page 8/18
Surépaisseur de corrosion	0 mm

Questions :

1 Déterminer la catégorie de risque et la division du CODAP concernée pour l'appareil. En déduire la catégorie de construction.

2 Déterminer la contrainte nominale de calcul pour la virole en situation normale de service ainsi que le coefficient de soudure.

3 Déterminer la contrainte nominale de calcul pour la virole en situation d'essai de résistance.

Pour la suite, on prendra $f_{\text{service}} = 123 \text{ MPa}$, $f_{\text{essai}} = 247 \text{ MPa}$, $z = 0,85$ et on utilisera les formules de la division 1 du CODAP.

4 Calculer la pression d'essai hydraulique (voir section CE2 p.171 du CODAP).
(On prendra $PS = PS_r = P_{\text{calcul}} = 1,5 \text{ bar}$)

5 Calculer l'épaisseur minimale nécessaire de l'enveloppe cylindrique ($D_e = 1500 \text{ mm}$) en situation normale de service.

6 Calculer l'épaisseur minimale nécessaire de l'enveloppe cylindrique en situation d'essai de résistance (on prendra $P_{\text{essai}} = 3,8$ bars).

7 Calculer l'épaisseur de commande et comparer à celle indiquée sur le plan.

8 Calculer l'épaisseur utile de la virole.

9 Vérification de la résistance de la virole au voisinage du piquage « trou d'inspection » **en situation d'essai de résistance ($P_{\text{essai}} = 3,8$ bars).**

Pour cette partie, on prendra : $e_t = 2,465$ mm $e = 2,7$ mm.

9.1 Justifier l'épaisseur admise $e_t = 2,465$ mm indiquée ci-dessus.

9.2 Vérifier les conditions d'application des règles (diamètre de l'ouverture, position de l'ouverture (prendre $x = 317$ mm), inclinaison de l'ouverture, épaisseur tube).

9.3 Vérifier si un renfort est nécessaire. Si oui, proposer des dimensions. **(On prendra $f = f_t = f_r = 247$ MPa).**

Tableau 9 — Caractéristiques mécaniques à température ambiante et énergie de rupture absorbée en flexion par choc à – 196 °C des aciers austénitiques à l'état adouci ¹⁾ (voir tableau B.3) et résistance à la corrosion intergranulaire (suite)

Désignation de l'acier	Produit ²⁾	Épaisseur	Limite conventionnelle d'élasticité à		Résistance à la traction	Allongement à la rupture		Énergie de rupture absorbée par choc		Résistance à la corrosion intergranulaire ⁷⁾	après traitement de sensibilisation		
			0,2 % R _{p0,2}	1 % R _{p1,0}		R _m	A _{50mm} ⁵⁾	A ⁶⁾	KV			J	
symbolique	numérique	mm max.	N/mm ² min. (tr.) ^{3) 4)}		N/mm ²	< 3 mm d'épaisseur % min. (tr.) ³⁾	≥ 3 mm d'épaisseur % min. (tr.) ³⁾	> 10 mm d'épaisseur à 20 °C min. (long) (tr.)	à – 196 °C (tr.)	à l'état de livraison			
Nuances standardisées													
X8CrNi18-10	1.4948	8 12 75	C	230	280	530 à 740	45 ⁸⁾	45 ⁶⁾	100	60	-	non	non
			H	210	250	510 à 710							
			P	180	230		45	45					
X8CrNi23-13	1.4950	8 12 75	C	220	250	530 à 730	35	35	100	60	-	non	non
			H	200	240	510 à 710							
			P	200	240								
X8CrNi25-20	1.4951	8 12 75	C	220	250	530 à 730	35	35	100	60	-	non	non
			H	200	240	510 à 710							
			P	200	240								
X8CrNiTi18-10	1.4541	8 12 75	C	220	250	520 à 720							
			H	200	240		40	40	100	60	60	oui	oui
			P	200	240	500 à 700							
X8CrNiTiB18-10	1.4941	8 12 75	C	220	250	510 à 710							
			H	200	240		40	40	100	60	-	oui	oui
			P	200	240	490 à 690							
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	8 12 75	C	240	270	530 à 690	40	40					
			H	220	260				100	60	60	oui	oui
			P	220	260	520 à 670	45	45					

(à suivre)

Extrait NF EN 10028-7

**Tableau 13 — Valeurs minimales de limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % et à 1,0 %
des aciers austénitiques, à température élevée, à l'état adouci (voir tableau B.3)**

Désignation de l'acier symbolique	numérique	R _{p0,2} min. (N/mm ²) à une température (en °C) de															R _{p1,0} min. (N/mm ²) à une température (en °C) de									
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600			
Nuances standardisées																										
X2CrNiN18-7	1.4318	265	200	185	180	170	165	—	—	—	—	—	—	—	300	235	215	210	200	195	—	—	—			
X2CrNi18-9	1.4307	147	132	118	108	100	94	89	85	81	80	—	—	—	181	162	147	137	127	121	116	112	109	108		
X2CrNi19-11	1.4306	147	132	118	108	100	94	89	85	81	80	—	—	—	181	162	147	137	127	121	116	112	109	108		
X2CrNiN18-10	1.4311	205	175	157	145	136	130	125	121	119	118	—	—	—	240	210	187	175	167	161	156	152	149	147		
X5CrNi18-10	1.4301	157	142	127	118	110	104	98	95	92	90	—	—	—	191	172	157	145	135	129	125	122	120	120		
X5CrNiN19-9	1.4315	205	175	157	145	136	130	125	121	119	118	—	—	—	240	210	187	175	167	161	156	152	149	147		
X6CrNi18-10	1.4948	157	142	127	117	108	103	98	93	88	83	78	78	78	191	172	157	147	137	132	127	122	118	113	108	
X6CrNi23-13	1.4950	140	128	116	108	100	94	91	86	85	84	82	82	82	185	167	154	146	139	132	126	123	121	118	114	
X6CrNi25-20	1.4951	140	128	116	108	100	94	91	86	85	84	82	82	82	185	167	154	146	139	132	126	123	121	118	114	
X6CrNiTi18-10	1.4541	176	167	157	147	136	130	125	121	119	118	—	—	—	208	196	186	177	167	161	156	152	149	147	—	
X6CrNiTiB18-10	1.4941	162	152	142	137	132	127	123	118	113	108	103	103	103	201	191	181	176	172	167	162	157	152	147	142	
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	166	152	137	127	118	113	108	103	100	98	—	—	—	199	181	167	157	145	139	135	130	128	127	—	
X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	211	185	167	155	145	140	135	131	128	127	—	—	—	246	218	198	183	175	169	164	160	158	157	—	
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	177	162	147	137	127	120	115	112	110	108	—	—	—	211	191	177	167	156	150	144	141	139	137	—	
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	185	177	167	157	145	140	135	131	129	127	—	—	—	218	206	196	186	175	169	164	160	158	157	—	
X2CrNiMo17-12-3	1.4432	166	152	137	127	118	113	108	103	100	98	—	—	—	199	181	167	157	145	139	135	130	128	127	—	
X2CrNiMo18-14-3	1.4435	165	150	137	127	119	113	108	103	100	98	—	—	—	200	180	165	153	145	139	135	130	128	127	—	
X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	225	200	185	175	165	155	150	—	—	—	—	—	—	255	230	210	200	190	180	175	—	—	—	—	
X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	205	190	175	160	145	135	125	115	110	105	—	—	—	235	220	205	190	175	165	155	145	140	135	—	
X5NiCrAlTi31-20	1.4958	140	127	115	105	95	90	85	82	80	75	75	75	75	160	147	135	125	115	110	105	102	100	95	95	
X5NiCrAlTi31-20+RA	1.4958	180	170	160	152	145	137	130	125	120	115	110	110	110	205	193	180	172	165	160	155	150	145	140	135	
X8NiCrAlTi32-21	1.4959	140	127	115	105	95	90	85	82	80	75	75	75	75	160	147	135	125	115	110	105	102	100	95	95	

Extrait NF EN 10028-7

**Extrait NF EN 10216-5
(Tolérance épaisseur tube inox pour pression)**

8.8.4 Tolérances

8.8.4.1 Tolérances sur le diamètre extérieur et sur l'épaisseur

Le diamètre et l'épaisseur des tubes doivent être compris dans les limites applicables de tolérance indiquées aux Tableau 12 pour les tubes finis à chaud et au Tableau 13 pour les tubes finis à froid. Les classes de tolérances D1 à D4 et T1 à T4 sont issues de l'EN ISO 1127.

L'ovalisation est incluse dans les tolérances sur le diamètre et l'excentricité est incluse dans les tolérances sur l'épaisseur.

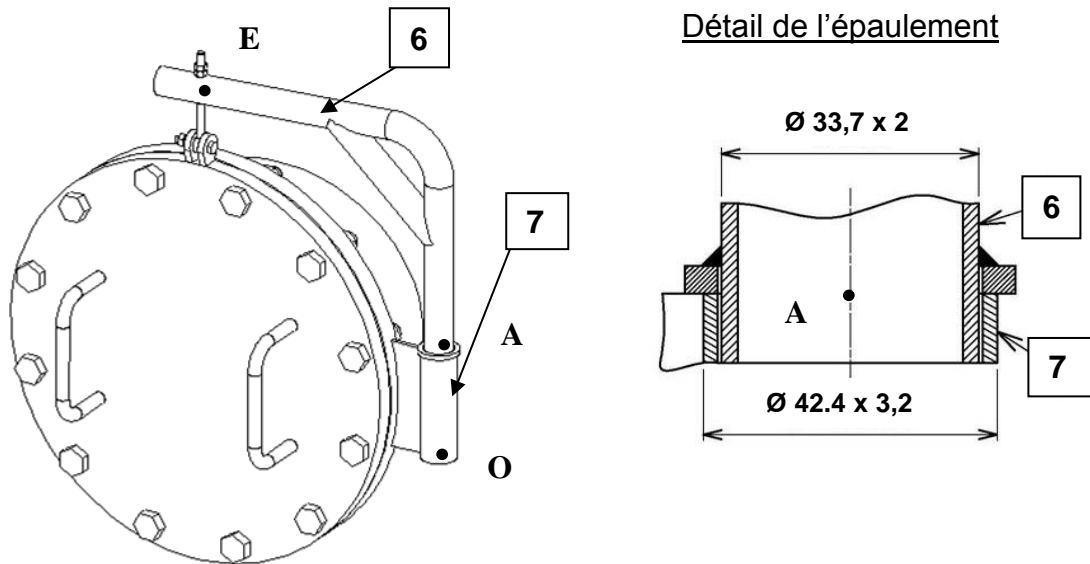
Tableau 12 — Tolérances sur le diamètre extérieur D et l'épaisseur T des tubes finis à chaud

Diamètre extérieur D mm	Tolérances sur D		Tolérances sur T	
	Classe de tolérance	Déviations admissibles	Classe de tolérance	Déviations admissibles
$30 \leq D \leq 219,1$	D 2	La plus grande des deux valeurs $\pm 1,0\%$ ou $\pm 0,5$ mm	T 1	La plus grande des deux valeurs $\pm 15\%$ ou $\pm 0,6$ mm ^{b)}
			T 2	La plus grande des deux valeurs $\pm 12,5\%$ ou $\pm 0,4$ mm
$219,1 < D \leq 610$	D 1	La plus grande des deux valeurs $\pm 1,5\%$ ou $\pm 0,75$ mm ^{a)}		+22,5 % -15 % ^{c)}
			T 1	La plus grande des deux valeurs $\pm 15\%$ ou $\pm 0,6$ mm ^{d)}
			T 2	La plus grande des deux valeurs $\pm 12,5\%$ ou $\pm 0,4$ mm ^{e)}

a) Option 19 Les tubes doivent être commandés avec extrémités calibrées. Dans ce cas, une déviation admissible de $\pm 0,6\%$ s'applique aux extrémités sur une longueur d'environ 100 mm.
b) S'applique aux tubes d'épaisseur $T \leq 0,01 D$ et $T \leq 4$ mm.
c) S'applique aux tubes d'épaisseur $T \leq 0,05 D$.
d) S'applique aux tubes d'épaisseur $T : 0,05 D < T \leq 0,09 D$.
e) S'applique aux tubes d'épaisseur $T > 0,09 D$.

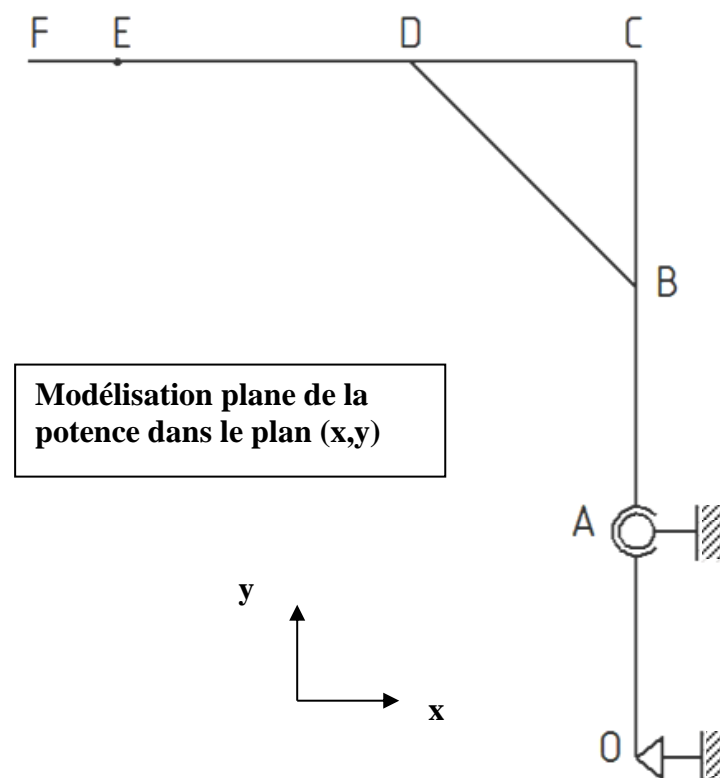
Dimensionnement / Vérification d'une potence de manutention

L'étude porte sur la potence (6) de manutention de la bride pleine (voir également document page 17/18).



Le jeu entre la potence (6) ($\text{Ø}_{\text{ext}} = 33,7 \text{ mm}$, ép. = 2 mm) et le tube (7) ($\text{Ø}_{\text{ext}} = 42,4 \text{ mm}$, ép. = 3,2 mm) nous autorise à modéliser la structure de la manière suivante :

- La nature du contact potence/tube en A sera modélisée par une liaison rotule du fait de la présence de l'épaulement.
- La nature du contact potence/tube en O sera modélisée par une liaison ponctuelle.



QUESTIONS

10 Étude statique graphique

10.1 Faire le bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur la potence (6). Un tableau de synthèse avec les caractéristiques (point d'application, direction, sens, intensité) est demandé.

Données : - Masse bride pleine $M = 45 \text{ Kg}$
- Accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

10.2 Déterminer les actions en O et A, sur le document réponse page 18/18. Vous préciserez l'échelle utilisée pour la représentation graphique des actions mécaniques.

11 Étude de résistance des matériaux

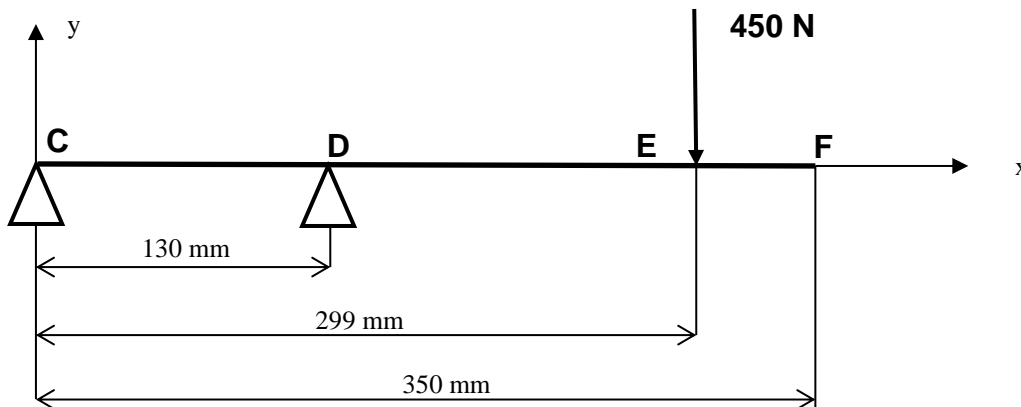
11.1 L'objectif de cette partie est de vérifier la pression de contact au niveau de l'épaule.
(On prendra 450 N pour l'effort normal de contact)

VALEURS DES PRESSIONS ADMISSIBLES

CONTACT ENTRE PIÈCES FIXES	PRESSIION ADMISSIBLE (MPa)
Sur acier ou fonte sans matage	80 à 100
Sur acier ou fonte avec léger matage	200 à 250
Contact entre filets	15 à 30
CONTACT ENTRE PIÈCES MOBILES	PRESSIION ADMISSIBLE (MPa)
Contact entre filets, épaulement	2 à 6
Pression diamétrale ; articulation en porte à faux	0,5 à 8
Pression diamétrale ; articulation en chape	1 à 25
Palier rigide avec flexion de l'arbre ; acier/fonte	1 à 1,5
Palier à rotule, acier/bronze, graissage intermittent	1,5 à 2,5
Palier acier trempé/bronze. Lubrification sur film d'huile	2,5 à 4
Palier rectifié de bielle, graissage sans pression	9 à 15
Palier de moteur thermique. Rotule de coussinet	10 à 25

11.2 L'objectif de cette partie est de vérifier la résistance et la flèche maximale de la potence.

Dans une première approche (en phase d'avant-projet), on s'intéresse uniquement à la partie horizontale de la potence que l'on peut modéliser sous la forme d'une poutre simple :



Données : - Poutre en tube $\varnothing_{\text{ext}} = 33,7$ mm, ép. = 2 mm ($I_{Gz} = 2,51$ cm⁴)

- Matériau X2CrNiMo 17-12-2 ($R_e = 220$ MPa)

- Coefficient de sécurité : 2

11.2.1 Déterminer les actions aux appuis en C et D.

11.2.2 Déterminer l'expression du torseur de cohésion pour la zone [DE].

11.2.3 Représenter les diagrammes des efforts tranchants et moments fléchissants pour cette zone.

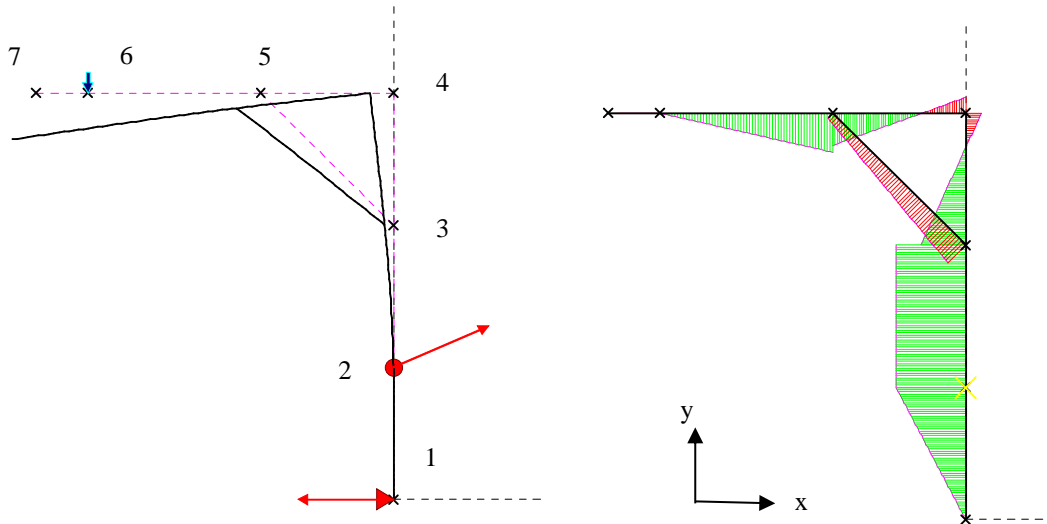
11.2.4 Calculer la contrainte normale maximale pour cette zone [DE]. Conclure.

(On prendra pour cette question $M_{fz_{\text{max}}} = 76050$ N.mm)

Dans un deuxième temps (en phase de projet), nous allons utiliser les résultats d'une simulation numérique réalisée avec le module « ossature plane » du logiciel RDM Le Mans.

Les liaisons internes (« relaxations ») entre poutres aux nœuds 2, 3, 4, 5 et 6 sont du type « encastrement ».

(Attention au changement de repère : l'axe des x est orienté en sens inverse par rapport au modèle précédent)

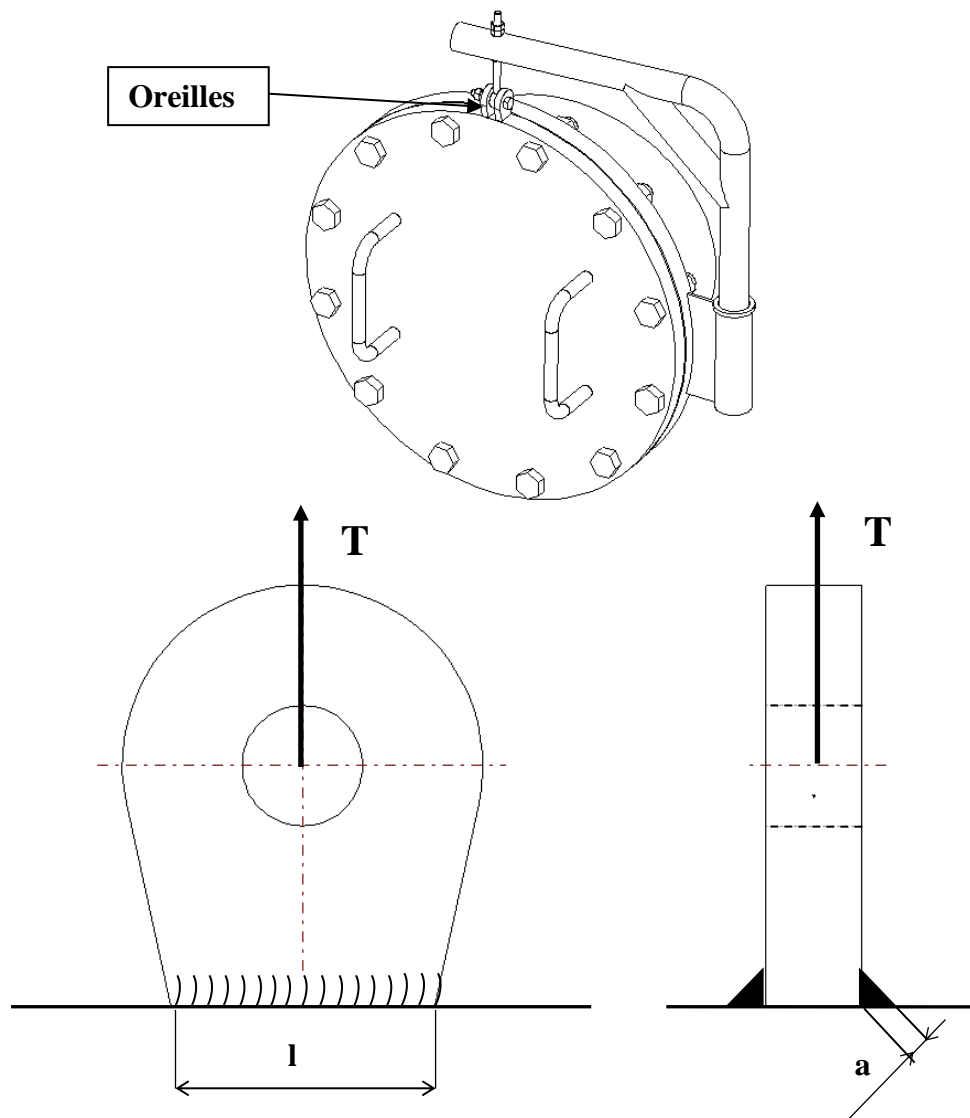


Déplacement nodaux (mm, rad)				Moment fléchissant maxi (N.mm)	
Nœuds	dx	dy	rotz	Nœuds	Mfz _{max}
1	0.000E+00	0.000E+00	-5.717E-04	1	0
2	0.000E+00	0.000E+00	1.143E-03	2	134550
3	-4.187E-01	-1.558E-03	4.838E-03	3	134550
4	-1.126E+00	7.412E-04	5.548E-03	4	-30577.6
5	-1.129E+00	-7.212E-01	5.954E-03	5	76050
6	-1.129E+00	-1.869E+00	7.214E-03	6	0
7	-1.129E+00	-2.237E+00	7.214E-03	7	0

11.2.5 Donner la valeur de la contrainte normale maximale générée par le moment de flexion.

11.2.6 Donner la valeur des déplacements horizontaux et verticaux au niveau du nœud 6. Ces valeurs semblent-elles acceptables ? Justifier votre réponse.

11.3 L'objectif de cette partie est de vérifier la résistance des soudures des oreilles de la bride pleine à l'Eurocode3 (voir extrait de la norme page 14/18).



On donne : - $T = 338 \text{ N}$ l'effort pondéré exercé par la potence **sur une oreille**
 - Matériau : X2CrNiMo17-12-2
 - $a = 3 \text{ mm}$ et $l = 22 \text{ mm}$

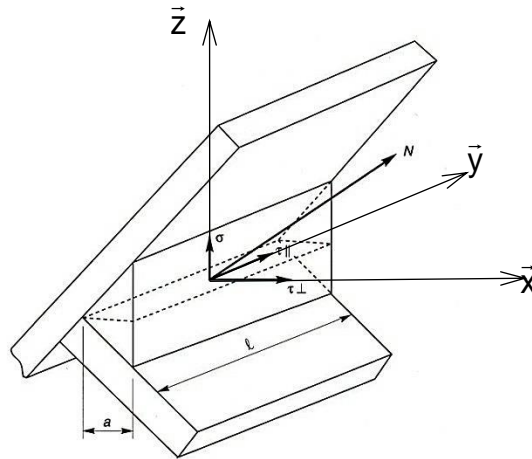
11.3.1 Calculer la contrainte normale et les contraintes tangentielles qui s'exercent **sur un cordon** de soudure (22 x 3).

11.3.2 Vérifier la résistance du cordon à l'Eurocode 3.

Calcul des cordons de soudure d'angle selon l'EUROCODE 3

NOTATIONS

- a : épaisseur utile de la gorge (mm),
- l : longueur utile du cordon (mm),
- N : effort pondéré appliqué à chaque cordon, centré au milieu de la longueur du cordon (N),
- $\sigma, \tau_{\perp}, \tau_{//}$: composantes de la contrainte moyenne rapportée à la section S de la gorge : $S = a.l$ (mm²)
 - σ : contrainte normale (perpendiculaire) à la section (MPa),
 - τ_{\perp} : contrainte de cisaillement dans le plan de la section perpendiculaire à l'axe longitudinal du cordon (MPa),
 - $\tau_{//}$: contrainte de cisaillement dans le plan de la section parallèle à l'axe longitudinal du cordon (MPa).



Avec :

$$\begin{aligned} - \sigma &= \frac{N_n}{S} \\ - \tau_{\perp} &= \frac{N_{\perp}}{S} \\ - \tau_{//} &= \frac{N_{//}}{S} \end{aligned}$$

- N_n : Projection de l'effort pondéré N sur l'axe des z .
- $N_{//}$: Projection de l'effort pondéré N sur l'axe des y .
- N_{\perp} : Projection de l'effort pondéré N sur l'axe des x .

FORMULES FONDAMENTALES

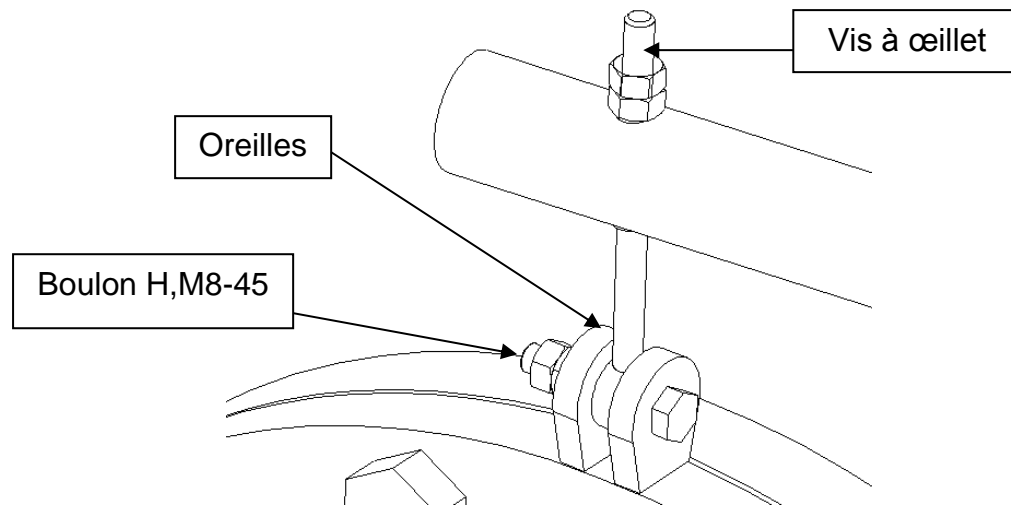
$$\sqrt{\sigma^2 + 3.(\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \text{ et}$$

$$\sigma \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Pour de l'acier inoxydable X2CrNiMo17-12-2 on a :

- $\beta_w = 1$ et $\gamma_{M2} = 1,25$
- $f_u = 530$ MPa et $f_y = 220$ MPa

11.4 L'objectif de cette partie est de vérifier la résistance du boulon qui assure la liaison entre les oreilles et la vis à œillet (voir extrait de la norme page 16/18).



Données : - Boulon H,M8-45 en acier austénitique de classe 50
- $A = 36,6 \text{ mm}^2$ (section nette du boulon)
- $\gamma_{M2} = 1,25$

Hypothèse : On suppose qu'au moins un plan de cisaillement est situé dans la partie fileté du boulon.

On rappelle que la valeur $F_{v,Rd}$ correspond à l'effort maximal admissible par plan de cisaillement.

11.4.1 Vérifier la résistance du boulon au cisaillement simple à l'Eurocode 3.

NB : la résistance à la pression diamétrale ne sera pas abordée.

Calcul des assemblages boulonnés à L'EUROCODE 3 (extraits)

6 Calcul des assemblages

6.1 Généralités

(1) Il convient d'appliquer pour les aciers inoxydables les dispositions énoncées dans l'EN 1993-1-8, sauf modifications ou remplacements figurant dans les dispositions particulières données en 6.2 et 6.3.

NOTE L'Annexe A donne des informations sur la durabilité. L'EN 1090-2 donne des informations sur la fabrication des assemblages.

(2) Il convient que le calcul des assemblages de tôles d'acier inoxydable utilisant des vis auto-taraudeuses soit conforme à l'EN 1993-1-3, à l'exception du fait qu'il convient de déterminer la résistance à l'arrachement par des essais.

NOTE 1 Il convient de déterminer la capacité des vis à forer et à former des filetages dans l'acier inoxydable, au moyen d'essais à défaut d'une expérience suffisante.

NOTE 2 L'Annexe Nationale peut spécifier des méthodes de calcul de la résistance à l'arrachement, basées sur des résultats d'essais, selon la Section 7.

6.2 Assemblages boulonnés

(1) Il convient de calculer la résistance en pression diamétrale en remplaçant f_u par une valeur réduite $f_{u,red}$ donnée par l'équation :

$$f_{u,red} = 0,5 f_y + 0,6 f_u \quad \text{avec} \quad f_{u,red} \leq f_u \quad \dots (6.1)$$

(2) Il convient de vérifier les boulons en acier inoxydable soumis au cisaillement simple et conformes aux classes de propriété 50, 70 et 80 de l'EN ISO 3506 comme des boulons de classes de qualité 4.6, 5.6 et 8.8.

(3) Il convient de déterminer la résistance au cisaillement d'un boulon, $F_{v,Rd}$ à partir de l'équation suivante :

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha f_{ub} A}{\gamma_{M2}} \quad \dots (6.2)$$

où :

A est l'aire de la section transversale brute du boulon (si le plan de cisaillement est situé dans la partie non filetée du boulon) ; ou l'aire de la section nette du boulon (si le plan de cisaillement est situé dans la partie filetée du boulon) ;

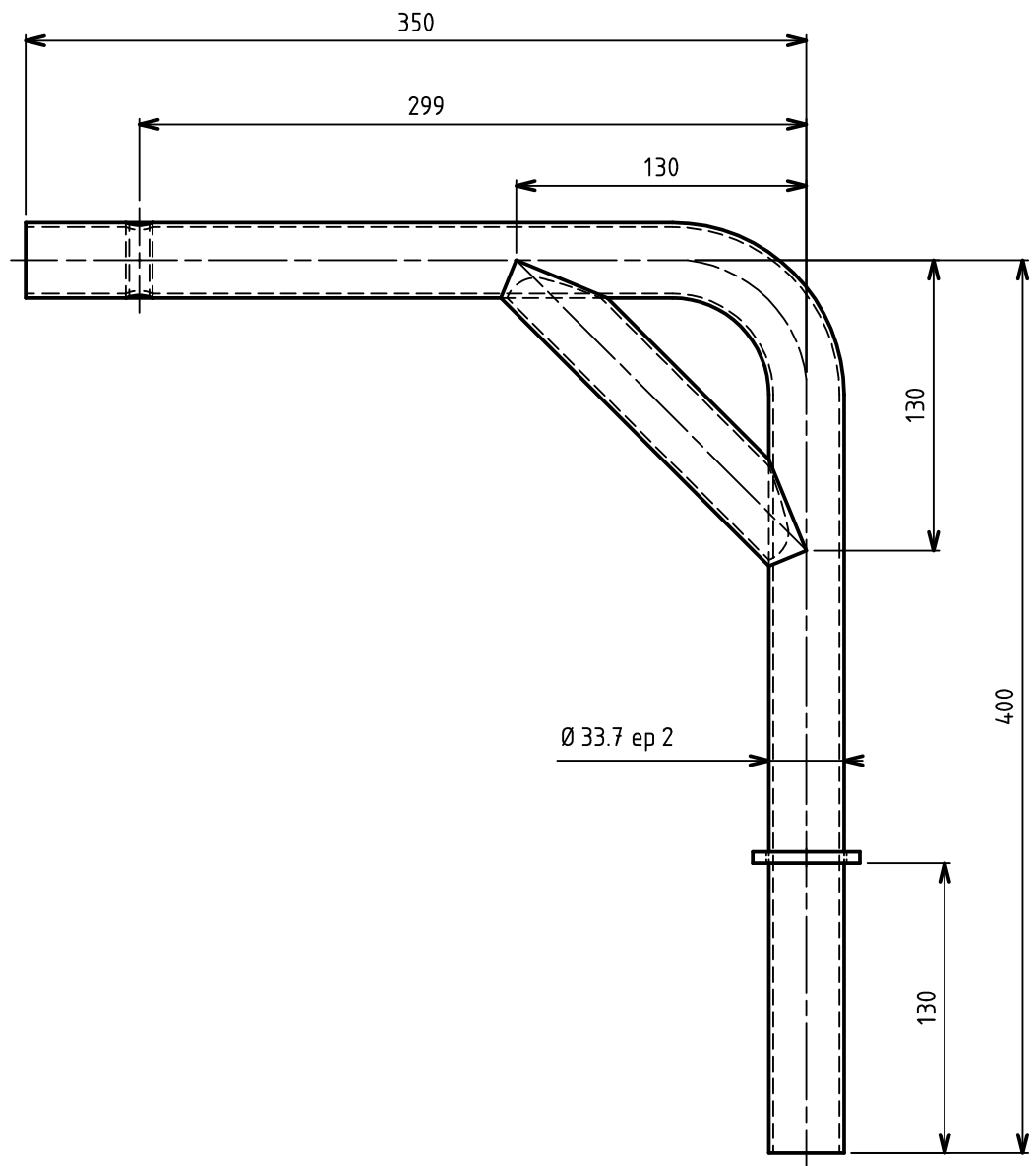
f_{ub} est la résistance ultime à la traction du boulon, voir Tableau 2.2.


NOTE La valeur de α peut être définie dans l'Annexe Nationale. Les valeurs recommandées sont les suivantes :

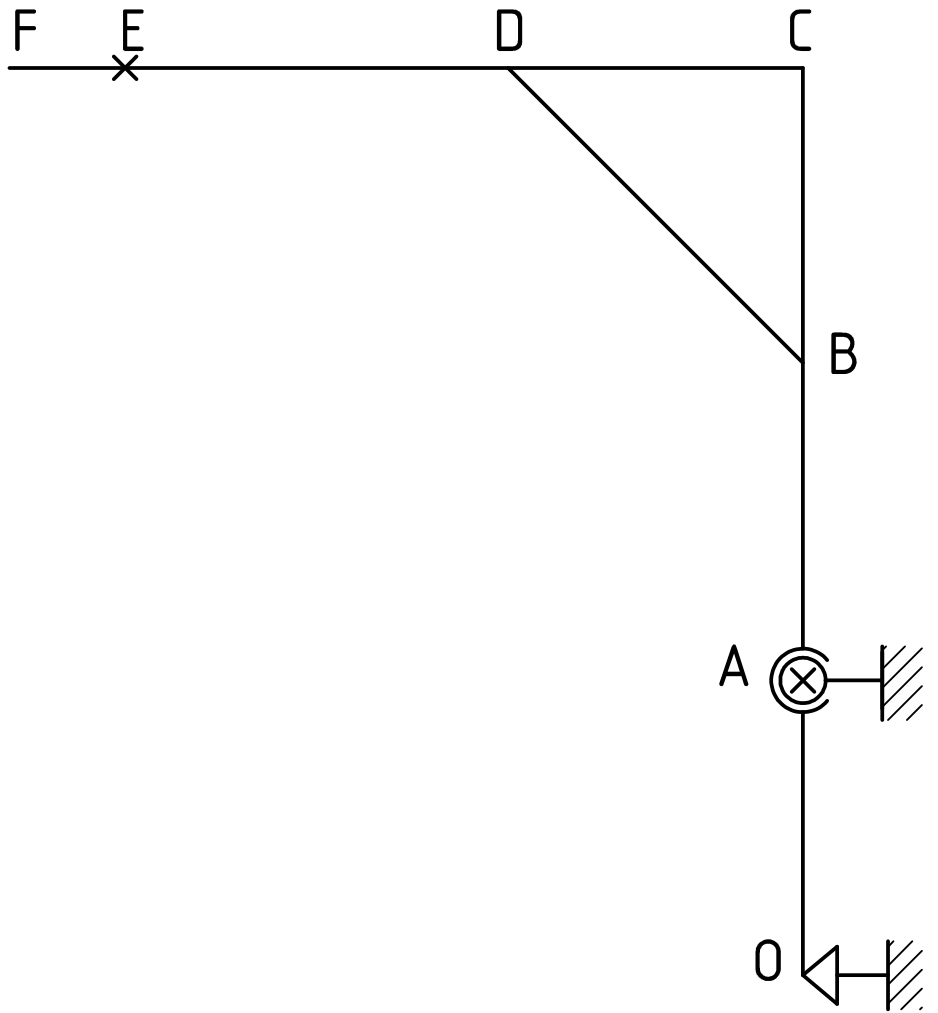
- si le plan de cisaillement est situé dans la partie non filetée du boulon, $\alpha = 0,8$,
- si le plan de cisaillement est situé dans la partie filetée du boulon, $\alpha = 0,5$.

Tableau 2.2 — Valeurs nominales de f_{yb} et f_{ub} pour les boulons en acier inoxydable

Groupes de matériaux	Classe de propriété selon l'EN ISO 3506	Gamme de dimensions	Limite d'élasticité f_{yb} N/mm ²	Résistance ultime à la traction f_{ub} N/mm ²
Austénitique et austéno-ferritique	50	≤ M 39	210	500
	70	≤ M 24	450	700
	80	≤ M 24	600	800



ÉCHELLE 0.300	POTENCE		
			
A4	Examen : BTS C.R.C.I - épreuve U41 - Sujet N° 07ED14 - page 17/18		00



Document réponse