



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Campagne 2010

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
RÉALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNÉS
SESSION 2010

E4 - CONCEPTION DES APPAREILS
U 41 - CALCULS AVANT-PROJET

Durée : 4 heures – Coefficient : 2,5

Calculatrice réglementaire autorisée.
CODAP DIDACTIQUE 2005 indispensable.

Ce dossier est constitué de 2 parties :

CODES ET REGLEMENTS U 41 A

page 1/6 à 6/6

MECANIQUE U41 B

page 1/10 à 10/10

**Les sous épreuves U41-A (Codes et règlements) et U41-B (Mécanique)
seront rédigées sur des copies distinctes, rendues séparément.**

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

CODE ÉPREUVE : ROE4CAP		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : RÉALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNÉS	
SESSION 2010	SUJET	ÉPREUVE : CONCEPTION DES APPAREILS U41 - CALCULS AVANT-PROJET		
Durée : 4h	Coefficient : 2,5		SUJET N° 04EM08	Pochette

BTS
REALISATION D' OUVRAGES CHAUDRONNES
EPREUVE E 4

EPREUVE U41-A
CODES ET REGLEMENTS
Temps conseillé: 2 Heures

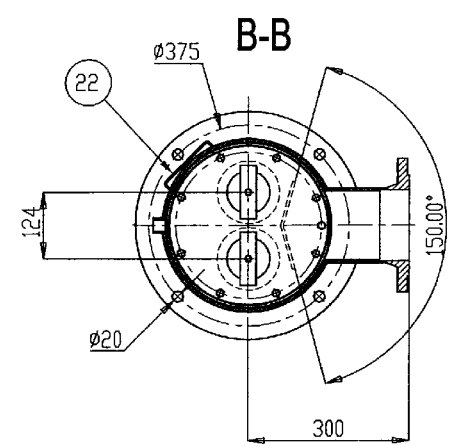
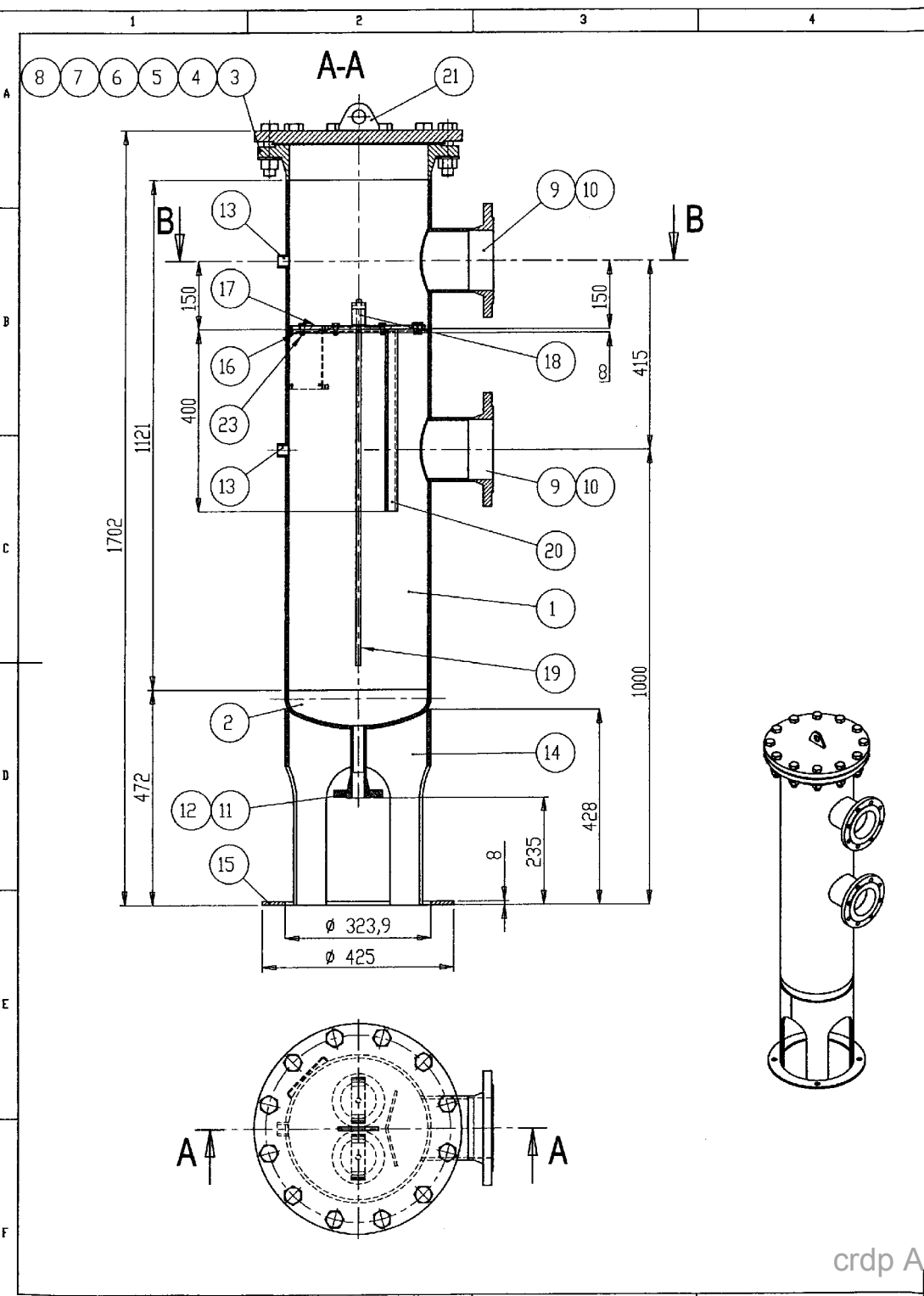
Documents fournis :

1/6	PLAN	RESERVOIR 145 L	Format A3	DT1 U41-A
2/6	SUJET		Format A3	DS1 U41-A
3/6	TABLEAU	Matériaux, caractéristiques mécaniques	Format A3	DT2 U41-A
4/6	CODAP	Extraits CODAP 2005 Vérification de la boulonnerie.	Format A3	DT3 U41-A
5/6	CODAP	Extraits CODAP 2005 Calcul des forces et des moments	Format A3	DT4 U41-A
6/6	CODAP	Extraits CODAP 2005 Brides ISO PN 16 Calcul des forces et des moments	Format A3	DT5 U41-A

Toutes les réponses seront rédigées sur feuilles de copies réglementaires.

POCHETTE CODES ET REGLEMENTS U 41-A

Examen : BTS ROC- Épreuve : U41 Calculs avant-projet - Sujet N°04EM08 –



Calcul suivant : CODAP 2005
 Construction suivant : 97/23/CE
 Fluide : AIR
 Pression de service : 9,5 Bar
 Pression de calcul : 9,5 Bar
 Pression d'essai : 14,3 Bar
 Température Mini en service : -15°C
 Température Maxi en service : +70°C
 Température d'essai : +20°C
 Température de calcul : +70°C
 Surépaisseur de corrosion : 3 mm
 Traitement extérieur : Sans
 Traitement intérieur : Sans

23	9	Vis H M8 x 20	Classe 8.8		
22	1	Support plaque constructeur - Tôle Ep. 3	P 265 GH	NF EN 10028-2	
21	1	Drille de levage Type 1 (282 Kg)	P 265 GH	NF EN 10028-2	
20	1	Défecteur - Tôle plée 85x85 Ep 5 Angle = 150° Lg=400	P 265 GH	NF EN 10028-2	
19	2	Tige Fileté Ø 10 - Lg = 805	Inox		
18	2	RPN 100 - Lg = 30	S 235 JR	NF EN 10025	
17	1	Plateau Porte-Boucles - Tôle Ø 296 Ep. 8	P 265 GH	NF EN 10028-2	
16	1	Tôle Ø 307,7 x Ø 248 Ep. 8	P 265 GH	NF EN 10028-2	
15	1	Couronne Ø323,9 x Ø425 Ep. 8	S 235 JR	NF EN 10025	
14	1	Virole Ø 323,9 Ep. 8 Lg = 428	P 265 GH	NF EN 10028-2	
13	2	Demi Manchon Ø 1/2" NPT	A 105	ASTM	
12	1	Tube Ø 33,7 Ep. 5 Lg = 102,50	TUE 250 B	NF A 49211	
11	1	Bride 11B PN20 DN25	BF42	NF E 29204	
10	2	Tube Ø 139,7 Ep. 5,6 Lg = 110	TUE 250 B	NF A 49211	
9	2	Bride 11B PN16 DN125	BF42	NF E 29-204	
8	12	Ecrou H M24	Classe 8		
7	12	Rondelle plate M24			
6	12	Vis H M24 x 100	Classe 8.8		
5	1	Bride 05B PN16 DN300	BF42	NF E 29204	
4	1	Joint PN16 DN300 (384x324x3)	PGX 30	NF EN 1514	
3	1	Bride 11B PN16 DN300	BF42	NF E 29-204	
2	1	Fond GRC Ø 323,9 Ep. 7,1 Ht = 86,5	P 265 GH	NF EN 10028-2	
1	1	Virole - Tube Ø 323,9 Ep. 7,1 Lg = 1121	TU. P 265 GH	NF EN 10216-1	
No. article	Quantité	DESIGNATION	MATIERE	NORME	DETAIL

RESERVOIR RO 145 L

Ech: 1:10

CODES ET REGLEMENTS

CODES ET REGLEMENTS

On se propose de vérifier le réservoir RO 145 L selon le CODAP 2005

Les 4 parties de la vérification de ce réservoir sont indépendantes...

1) Catégorie de construction. (On utilisera la division 2 du CODAP 2005.)

Sachant que ce réservoir d'un volume de 145 l est placé à l'extérieur dans une zone non accessible aux personnels et que le risque de défaillance ainsi que le niveau des conséquences d'une défaillance peuvent être considérés comme faibles :

1.1 Proposez une catégorie de risque (l'air est un gaz du groupe 2).

1.2 Déterminez la catégorie de construction.

1.3 Proposez le coefficient de soudure z.

2) Contraintes nominales de calcul.

On utilisera la division 1, les formules étant valides malgré l'appartenance de l'appareil à la division 2.

Pour la suite de l'étude, on prendra $f = f_1$

2.1 Calculez la contrainte nominale de calcul pour le fond en situation normale de service.

2.2 Calculez la contrainte nominale de calcul pour le fond en situation d'essai.

Utiliser le tableau **DT2 U41- A** (Caractéristiques mécaniques, limite d'élasticité...).

Prendre $R^{20^\circ}_{p0,2} = R_{eH} - 10 \text{ MPa}$.

3) Calcul d'épaisseurs en situation normale de service.

On utilisera la division 1, les formules étant valides malgré l'appartenance de l'appareil à la division 2.

3.1 Calculez l'épaisseur minimale nécessaire de la virole **REP 1** constituée d'un tube DN 300 NF EN 10216-1 (tube sans soudure). **Pour cette question on prendra $f = 160 \text{ MPa}$.**

3.2 Calculez l'épaisseur minimale nécessaire du fond GRC **REP 2** NF EN 10028-2.
 $D_e = R = 323,9 \text{ mm}$ $r = 32,39 \text{ mm}$
Pour cette question on prendra $f = 160 \text{ MPa}$.

3.3 Comparez vos résultats avec les épaisseurs de commande du constructeur.
 Justifiez les différences.

4) Calcul des forces et moments s'exerçant sur la bride REP 3 .
en vue de vérifier les contraintes dans cette bride.

On se placera dans la situation **sous pression d'épreuve.**

4.1 Calculez H_D

4.2 Calculez H_T

4.3 Calculez H_G

4.4 Calculez M_P

On donne : bride monobloc à collerette soudée en bout, type 11 B PN 16.

$G = 384,904\text{mm}$

Épaisseur de la collerette au raccord du plateau $g_1 = 17,15\text{ mm}$

Joint non métallique, fibre végétale, coefficient de serrage $m = 1,75$

Pression d'assise du joint $y = 7,6\text{ MPa}$

Largeur réelle du joint $w = 42\text{ mm}$

D_{EXT} portée de joint $G_o = 408\text{ mm}$

D_{INT} portée de joint $= 324\text{ mm}$

Utiliser : les extraits du CODAP 2005
les dimensions des brides ISO PN 16

DT3 U41-A
DT4 U41-A
DT5 U41-A

10 Échantillonnage

Voir EN 10028-1.

•• Pour l'essai de flexion par choc, s'écartant de l'EN 10028-1:2000 + A1:2002, Figure 2, Note f, la préparation d'éprouvettes prélevées à la mi-épaisseur peut être convenue au moment de l'appel d'offres et de la commande. Dans ce cas, les températures d'essai et les valeurs minimales d'énergie de rupture en flexion par choc doivent également être convenues.

11 Méthodes d'essai

Voir EN 10028-1 et les Annexes D et E.

12 Marquage

Voir EN 10028-1.

Tableau 3 — Caractéristiques mécaniques (applicables à la direction transversale) ^{a)}

Nuance d'acier		État de livraison habituel ^{b) c)}	Épaisseur du produit t mm	Caractéristiques de traction à la température ambiante			Énergie de rupture en flexion par choc		
				Limite apparente d'élasticité R_{eH} MPa min.	Résistance à la traction R_m MPa	Allongement après rupture A % min.	KV J min. à la température (en °C) de		
Désignation symbolique	Désignation numérique					- 20	0	+ 20	
P235GH	1.0345	+N ^{d)}	≤ 16	235	360 à 480	24	27	34	40
			$16 < t \leq 40$	225					
			$40 < t \leq 60$	215					
			$60 < t \leq 100$	200	350 à 480				
			$100 < t \leq 150$	185					
			$150 < t \leq 250$	170					
P265GH	1.0425	+N ^{d)}	≤ 16	265	410 à 530	22	27	34	40
			$16 < t \leq 40$	255					
			$40 < t \leq 60$	245					
			$60 < t \leq 100$	215	400 à 530				
			$100 < t \leq 150$	200					
			$150 < t \leq 250$	185					
P295GH	1.0481	+N ^{d)}	≤ 16	295	460 à 580	21	27	34	40
			$16 < t \leq 40$	290					
			$40 < t \leq 60$	285					
			$60 < t \leq 100$	260	440 à 570				
			$100 < t \leq 150$	235					
			$150 < t \leq 250$	220					
P355GH	1.0473	+N ^{d)}	≤ 16	355	510 à 650	20	27	34	40
			$16 < t \leq 40$	345					
			$40 < t \leq 60$	335					
			$60 < t \leq 100$	315	480 à 630				
			$100 < t \leq 150$	295					
			$150 < t \leq 250$	280					
16Mn3	1.5415	+N ^{e)}	≤ 16	275	440 à 590	22	η	η	31
			$16 < t \leq 40$	270					
			$40 < t \leq 60$	260					
			$60 < t \leq 100$	240	430 à 560				
			$100 < t \leq 150$	220					
			$150 < t \leq 250$	210					

(à suivre)

MATERIAUX CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Examen : BTS ROC- Épreuve : U41 Calculs avant-projet - Sujet N°04EM08 –

Tableau 4 — Valeurs minimales pour la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % à température élevée ^{a)}

Nuance d'acier		Épaisseur de produit ^{b)c)} <i>t</i> mm	Limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, $R_{p0,2}$, minimale (en MPa) à la température (en °C) de									
Désignation symbolique	Désignation numérique		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
P235GH	1.0345	≤ 16	227	214	198	182	167	153	142	133	—	—
		16 < <i>t</i> ≤ 40	218	205	190	174	160	147	136	128	—	—
		40 < <i>t</i> ≤ 60	208	196	181	167	153	140	130	122	—	—
		60 < <i>t</i> ≤ 100	193	182	169	155	142	130	121	114	—	—
		100 < <i>t</i> ≤ 150	179	168	156	143	131	121	112	105	—	—
P265GH ^{d)}	1.0425	≤ 16	256	241	223	205	188	173	160	150	—	—
		16 < <i>t</i> ≤ 40	247	232	215	197	181	166	154	145	—	—
		40 < <i>t</i> ≤ 60	237	223	206	190	174	160	148	139	—	—
		60 < <i>t</i> ≤ 100	208	196	181	167	153	140	130	122	—	—
		100 < <i>t</i> ≤ 150	193	182	169	155	142	130	121	114	—	—
P295GH ^{d)}	1.0481	≤ 16	285	268	249	228	209	192	178	167	—	—
		16 < <i>t</i> ≤ 40	280	264	244	225	206	189	175	165	—	—
		40 < <i>t</i> ≤ 60	276	259	240	221	202	186	172	162	—	—
		60 < <i>t</i> ≤ 100	251	237	219	201	184	170	157	148	—	—
		100 < <i>t</i> ≤ 150	227	214	198	182	167	153	142	133	—	—
P355GH ^{d)}	1.0473	≤ 16	343	323	299	275	252	232	214	202	—	—
		16 < <i>t</i> ≤ 40	334	314	291	267	245	225	208	196	—	—
		40 < <i>t</i> ≤ 60	324	305	282	259	238	219	202	190	—	—
		60 < <i>t</i> ≤ 100	305	287	265	244	224	206	190	179	—	—
		100 < <i>t</i> ≤ 150	285	268	249	228	209	192	178	167	—	—
16Mo3	1.5415	< 16	273	264	250	233	213	194	175	159	147	141
		16 < <i>t</i> ≤ 40	268	259	245	228	209	190	172	156	145	139
		40 < <i>t</i> ≤ 60	258	250	236	220	202	183	165	150	139	134
		60 < <i>t</i> ≤ 100	238	230	218	203	186	169	153	139	129	123
		100 < <i>t</i> ≤ 150	218	211	200	186	171	155	140	127	118	113
18MnMo4-5 ^{e)}	1.5414	≤ 60	330	320	315	310	295	285	265	235	215	—
		60 < <i>t</i> ≤ 150	320	310	305	300	285	275	255	225	205	—
		150 < <i>t</i> ≤ 250	310	300	295	290	275	265	245	220	200	—
20MnMoNi4-5	1.6311	< 40	460	448	439	432	424	415	402	384	—	—
		40 < <i>t</i> ≤ 60	450	438	430	423	415	406	394	375	—	—
		60 < <i>t</i> ≤ 100	441	429	420	413	406	398	385	367	—	—
		100 < <i>t</i> ≤ 150	431	419	411	404	397	389	377	359	—	—
		150 < <i>t</i> ≤ 250	392	381	374	367	361	353	342	327	—	—

(à suivre)

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.

VERIFICATION DE LA BOULONNERIE

Examen : BTS ROC- Épreuve : U41 Calculs avant-projet - Sujet N°04EM08 –

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*.

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 :

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

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

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

dans laquelle :

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

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

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

dans laquelle $\left(\frac{W_P}{f_b} \right)_{\text{max}}$ 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 :

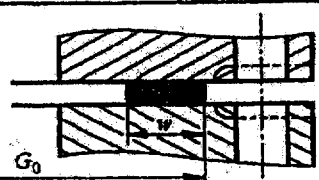
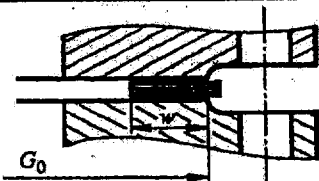
$$A_b \geq A_{b,min} \quad (C6.1.6d)$$

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 :

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

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 : $W'_A \leq 2\pi w \cdot G \cdot y$ (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	
a) Faces plates	
	<ul style="list-style-type: none"> • Largeur de base du joint b_0 : $b_0 = \frac{w}{2}$
b) Faces surélevées	
	<ul style="list-style-type: none"> • Largeur efficace du joint b : <ul style="list-style-type: none"> - si $b_0 \leq 6,3 \text{ mm}$: $b = b_0$ - si $b_0 > 6,3 \text{ mm}$: $b = 2,52\sqrt{b_0}$ (1) • Diamètre G : $G = G_0 - 2b$ (2)

C6.2.2 - Conditions d'application

C6.2.2.1 - Bride

a) La bride doit être de révolution.

b) Les trous de passage des boulons doivent être circulaires ; leur diamètre doit être au plus égal à celui de la série moyenne de la norme NF EN 20-273 (voir Annexe C6.A4).

c) La bride peut être constituée de plusieurs éléments assemblés par soudure à pleine pénétration ; il n'y a alors pas lieu de tenir compte d'un coefficient de soudure dans les calculs.

d) Le rayon r du congé de raccordement plateau-collarète d'une bride à collarète doit être tel que :

$$r \geq \text{MIN} [(0,25g_1), (5\text{mm})]$$

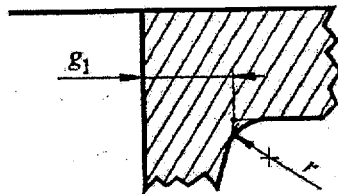


Figure C6.2.2

e) Dans le cas d'une bride à collarète de forme inhabituelle, il y a lieu de choisir des valeurs de g_1 et h définissant une collarète tronconique simple équivalente au profil réel de la collarète.

f) Au droit de l'assemblage circulaire d'une bride à collarète soudée en bout avec l'enveloppe cylindrique, les fibres moyennes peuvent être décalées, sans toutefois que ce décalage aille, aux tolérances de fabrication près (voir F1.5), au-delà de l'alignement des faces externes ou internes. Le raccordement des surfaces doit se faire par une pente n'excédant pas 1/3.

L'épaisseur de la collarète doit satisfaire à la règle C6.2.4.4c.

g) D'autres conditions, particulières à la règle utilisée pour la vérification de la résistance de la bride, sont indiquées en C6.2.4.3, C6.2.4.4 et C6.2.7.2.

C6.2.2.2 - Enveloppe cylindrique

L'épaisseur de l'enveloppe cylindrique doit satisfaire à la règle C2.1.4.

C6.2.2.3 - Sollicitations

Les règles du présent chapitre ne prennent en compte que l'action de la pression intérieure et des efforts exercés par les boulons.

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.

C6.2.3 - Notations

A	=	Diamètre extérieur de la bride
A_2	=	Diamètre extérieur de contact d'une bride tournante sur le collet
B	=	Diamètre intérieur de la bride
B_2	=	Diamètre intérieur de contact d'une bride tournante sur le collet
C	=	Diamètre du cercle de perçage des trous de boulons
C_F	=	Coefficient correctif pour tenir compte de l'espacement des boulons :

$$C_F = \text{MAX} \left[(1), \left(\frac{\frac{\pi C}{n}}{\sqrt{2d_b + \frac{6e}{m + 0,5}}} \right) \right] \quad (\text{C6.2.3.1})$$

D	=	Diamètre intérieur de l'enveloppe cylindrique
d_b	=	Diamètre nominal d'un boulon
e	=	Épaisseur du plateau de la bride (voir C6.2.4.2)
f	=	Contrainte nominale de calcul du matériau de la bride pour la situation considérée
f_s	=	Contrainte nominale de calcul du matériau de l'enveloppe cylindrique pour la situation considérée

Pour une bride à collarète monobloc avec l'enveloppe cylindrique : $f_s = f$.

Pour la situation d'assise du joint, f et f_s sont les contraintes nominales de calcul pour une situation normale de service à température ambiante.

CALCUL DES FORCES ET DES MOMENTS

G = Diamètre du cercle sur lequel s'applique la force de compression du joint W'_A ou H_G , défini en C6.1.5

G_1 = Diamètre du cercle sur lequel s'applique la force d'appui W'_A ou W_P :

- d'une bride tournante sur le collet :

$$G_1 = \frac{A_2 + B_2}{2} \quad (\text{C6.2.3.2})$$

- d'une bride vissée avec étanchéité sur l'enveloppe cylindrique sur le filetage de l'enveloppe :

$$G_1 = B$$

g_0 = Epaisseur admise de la collerette à son extrémité

g_1 = Epaisseur admise de la collerette à son raccordement avec le plateau

Pour une bride à collerette cylindrique : $g_1 = g_0$.

H_D = Force résultant de l'action de la pression sur la surface du cercle de diamètre B

H_G = Force de compression du joint dans une situation sous pression, définie en C6.1.6

H_T = Force résultant de l'action de la pression sur la surface annulaire comprise entre les cercles de diamètres G et B

La somme des forces H_D , H_G et H_T est la force W_P définie en C6.1.6 (voir figure C6.2.5).

h = Longueur de la collerette

Pour une bride à collerette cylindrique soudée en bout ou monobloc avec l'enveloppe cylindrique : $h = 0$.

h_D = Différence, pour une bride autre que tournante ou vissée avec étanchéité sur l'enveloppe cylindrique, entre les rayons du cercle de perçage des trous de boulons et du cercle sur lequel s'applique la force H_D

h_G = Différence, pour une bride autre que tournante ou vissée avec étanchéité sur l'enveloppe cylindrique, entre les rayons du cercle de perçage des trous de boulons et du cercle sur lequel s'applique la force de compression du joint W'_A ou H_G

h_L = Différence, pour une bride tournante ou une bride vissée avec étanchéité sur l'enveloppe cylindrique, entre les rayons du cercle de perçage des trous de boulons et du cercle sur lequel s'applique la force d'appui W'_A ou W_P de la bride sur le collet ou le filetage de l'enveloppe

h_T = Différence, pour une bride autre que tournante ou vissée avec étanchéité sur l'enveloppe cylindrique, entre les rayons du cercle de perçage des trous de boulons et du cercle sur lequel s'applique la force H_T

Les distances h_D , h_G , h_L et h_T sont indiquées sur la figure C6.2.5.

$$h_0 = \sqrt{B \cdot g_0} \quad (\text{C6.2.3.3})$$

$$K = \frac{A}{B} \quad (\text{C6.2.3.4})$$

k_F = Coefficient de correction de contrainte :

- pour $B \leq 1000$ mm : $k_F = 1$
- pour 1000 mm $< B < 2000$ mm :

$$k_F = \frac{2}{3} \left(1 + \frac{B}{2000} \right) \quad (\text{C6.2.3.5})$$

- pour $B \geq 2000$ mm : $k_F = \frac{4}{3}$

M = Moment s'exerçant sur la bride dans la situation considérée

$M = M_A$ ou M_P selon qu'il s'agit de la situation d'assise du joint ou d'une situation sous pression.

M_A = Moment s'exerçant sur la bride dans la situation d'assise du joint

M_P = Moment s'exerçant sur la bride dans une situation sous pression

m = Coefficient de serrage du joint, défini en C6.1.5

n = nombre de boulons

P = Pression de calcul pour la situation sous pression considérée

W'_A = Force exercée par l'ensemble des boulons à prendre en compte pour le calcul de la bride dans la situation d'assise du joint, définie en C6.1.6

5.3.4 Dimensions des brides et des collats ISO PN 16

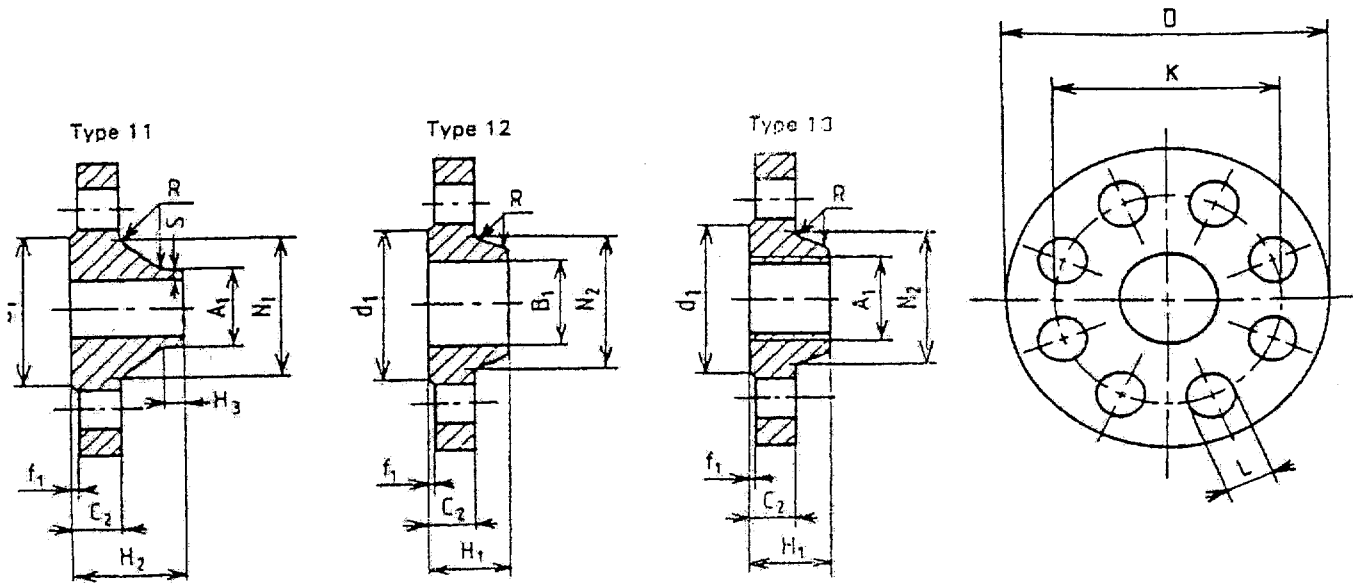


Tableau 8 — Dimensions des brides ISO PN 16

DN	Dimensions de raccordement			Boulonnerie		A ₁	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	e	G (1)	H ₁	H ₂	H ₃	N ₁	N ₂	N ₃	R	S
	D	K	L	nombre	diamètre																				
10	90	60	14	4	M 12	17,2	18,0	19	28	14	14	16	14	10	14	3	—	20	35	6	28	30	30	3	1,8
15	95	65	14	4	M 12	21,3	22,0	24	34	14	14	16	14	10	14	3	—	20	35	6	32	35	37	3	2,0
20	105	75	14	4	M 12	26,9	27,5	30	40	16	16	18	16	12	16	4	—	24	38	6	40	45	44	4	2,3
25	115	85	14	4	M 12	33,7	34,5	36	48	16	16	18	16	12	16	4	—	24	38	6	45	52	53	4	2,6
32	140	100	18	4	M 16	42,4	43,5	46	60	16	16	18	18	12	16	5	—	26	40	6	56	60	60	5	2,5
40	150	110	18	4	M 16	48,3	49,0	54	66	16	16	18	18	12	16	5	—	26	42	7	64	70	68	5	2,6
50	165	125	18	4	M 16	60,3	61,5	65	78	18	18	18	18	14	16	5	—	28	45	8	75	85	80	5	2,9
65	185	145	18	4	M 16	76,1	77,5	81	92	18	18	18	20	14	18	6	55	32	45	10	90	105	93	6	2,9
80	200	160	18	8	M 16	88,9	90,5	94	108	22	20	20	20	16	18	6	70	34	50	10	105	118	110	6	3,2
100	220	180	18	8	M 16	114,3	116,0	119	135	22	20	20	22	16	18	6	90	38	52	12	131	140	130	6	3,6
125	250	210	18	8	M 16	139,7	141,5	145	158	24	22	22	22	18	18	6	115	44	55	12	156	168	159	6	4,0
150	285	240	22	8	M 20	168,3	170,5	173	188	24	22	22	24	18	18	6	140	44	55	12	184	195	184	8	4,5
200	340	295	22	12	M 20	219,1	222,0	225	238	26	24	24	26	20	20	6	190	44	62	16	235	247	236	8	5,6
250	405	355	26	12	M 24	273,0	276,5	279	294	32	26	26	26	22	24	8	240	46	70	16	292	300	290	10	6,3
300	460	410	26	12	M 24	323,9	327,5	329	345	32	28	28	28	24	28	8	290	46	78	16	344	355	348	10	7,1
350	520	470	26	16	M 24	355,6	359,5	362	395	36	30	30	30	26	32	8	325	57	82	16	390	400	396	10	8,0
400	580	525	30	16	M 27	406,4	411,0	413	448	38	32	32	32	28	36	8	375	63	85	16	445	456	448	10	8,0
450	640	585	30	20	M 27	457,0	462,5	467	500	42	34	36	36	30	40	8	425	68	85	16	490	502	516	12	8,0
500	715	650	33	20	M 30	508,0	513,5	517	550	44	34	36	40	32	44	8	475	73	90	16	548	559	554	12	8,0
600	840	770	36	20	M 33	610,0	616,5	618	660	48	36	40	44	—	—	8	575	83	95	18	652	658	660	12	8,8

(1) Les brides pleines d'exécution courante sont livrées :

- face de joint dressée pour les brides de diamètre nominal DN 10 à DN 50.
- face de joint dressée, la partie centrale hors de l'appui du joint restant brute, pour les brides de diamètre nominal DN ≥ 65 (diamètre G).

CALCUL DES FORCES ET DES MOMENTS

Examen : BTS ROC- Épreuve : U41 Calculs avant-projet - Sujet N°04EM08 -

C6.2.5 - Moments s'exerçant sur la bride

C6.2.5.1 - Brides tournantes et brides vissées avec étanchéité sur l'extrémité de l'enveloppe cylindrique

a) Le moment s'exerçant sur la bride dans la situation d'assise du joint est donné par la formule :

$$M_A = W'_A \cdot h_L \quad (C6.2.5.1a)$$

b) Le moment s'exerçant sur la bride dans une situation sous pression est donné par la formule :

$$M_P = W_P \cdot h_L \quad (C6.2.5.1b)$$

c) La distance h_L est donnée par la formule :

$$h_L = \frac{C - G_1}{2} \quad (C6.2.5.1c)$$

C6.2.5.2 - Autres types de brides

a) Le moment s'exerçant sur la bride dans la situation d'assise du joint est donné par la formule :

$$M_A = W'_A \cdot h_G \quad (C6.2.5.2a)$$

b) Le moment s'exerçant sur la bride dans une situation sous pression est donné par la formule :

$$M_P = H_D \cdot h_D + H_T \cdot h_T + H_G \cdot h_G \quad (C6.2.5.2b)$$

c) Dans ces formules :

– les forces H_D et H_T sont données par les formules :

$$H_D = \frac{\pi}{4} B^2 \cdot P \quad (C6.2.5.2c1)$$

$$H_T = \frac{\pi}{4} (G^2 - B^2) P \quad (C6.2.5.2c2)$$

– la distance h_D est donnée par les formules suivantes :

- pour une bride vissée avec étanchéité sur la bride, une bride emmanchée-soudée à collerette ou une bride emmanchée-soudée sans collerette assemblée par double soudure non pénétrante ou à pénétration partielle :

$$h_D = \frac{C - B}{2} \quad (C6.2.5.2c3-1)$$

- pour une bride emmanchée-soudée sans collerette assemblée par soudures à pleine pénétration ou une bride à collerette soudée en bout ou monobloc avec l'enveloppe cylindrique :

$$h_D = \frac{C - B - g_1}{2} \quad (C6.2.5.2c3-2)$$

– les distances h_T et h_G sont données par les formules :

$$h_T = \frac{2C - B - G}{4} \quad (C6.2.5.2c4)$$

$$h_G = \frac{C - G}{2} \quad (C6.2.5.2c5)$$

Type de bride	Situation d'assise du joint	Situation sous pression
3d - Emmanchée-soudée sans collerette assemblée par soudures à pleine pénétration		
4 - A collerette soudée en bout ou monobloc avec l'enveloppe cylindrique		

Figure C6.2.5 - Forces et moments s'exerçant sur une bride.
(Les forces W'_A , W_P et H_G sont définies en C6.1.6)

BTS
REALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNES
EPREUVE E 4

EPREUVE U41-B

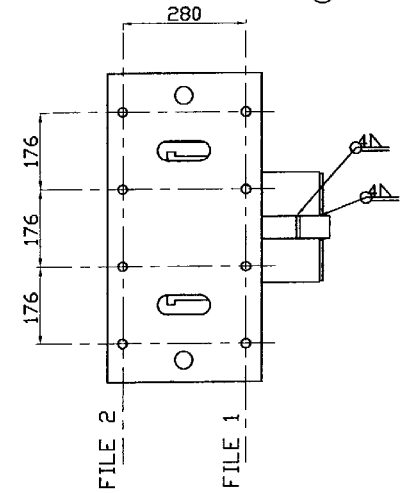
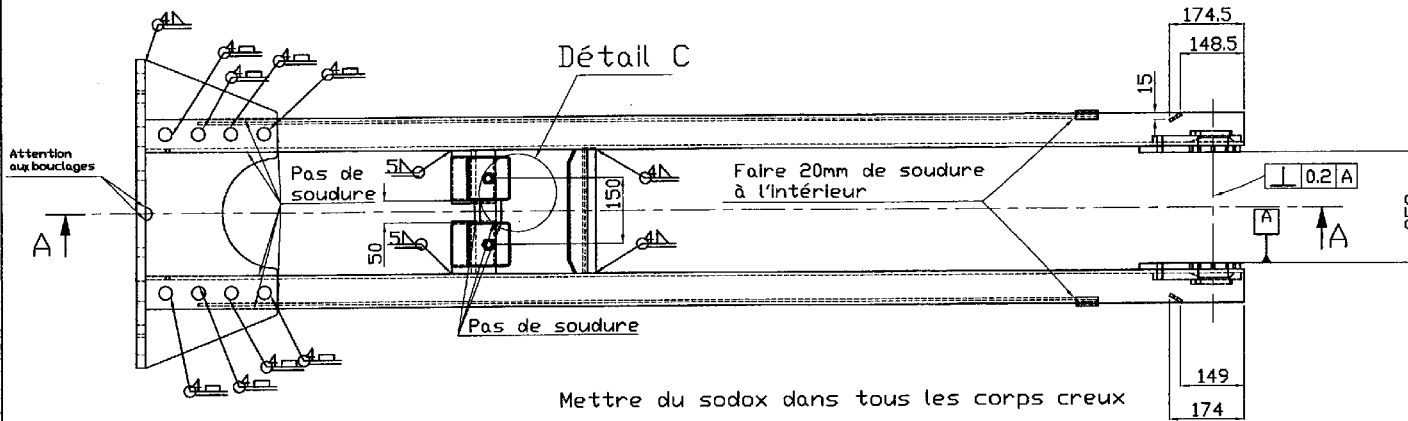
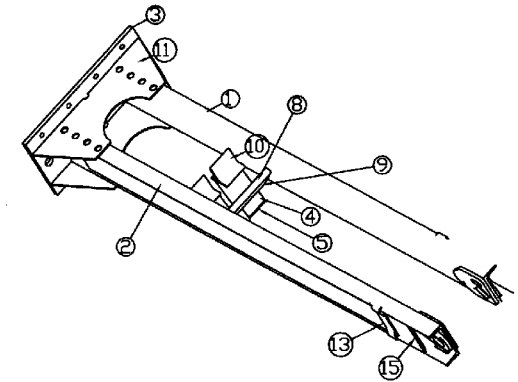
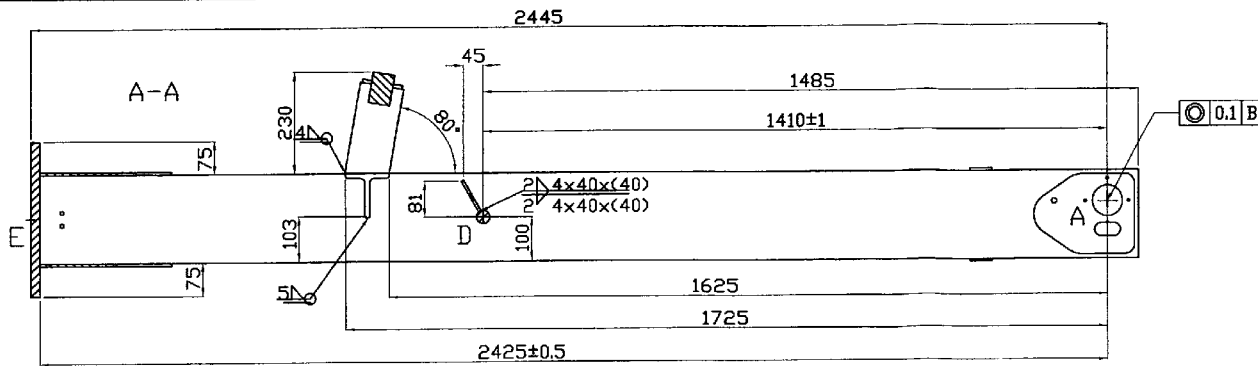
MECANIQUE

Temps conseillé : 2 Heures

Documents fournis :

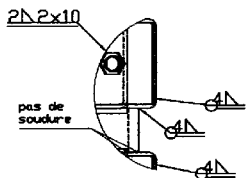
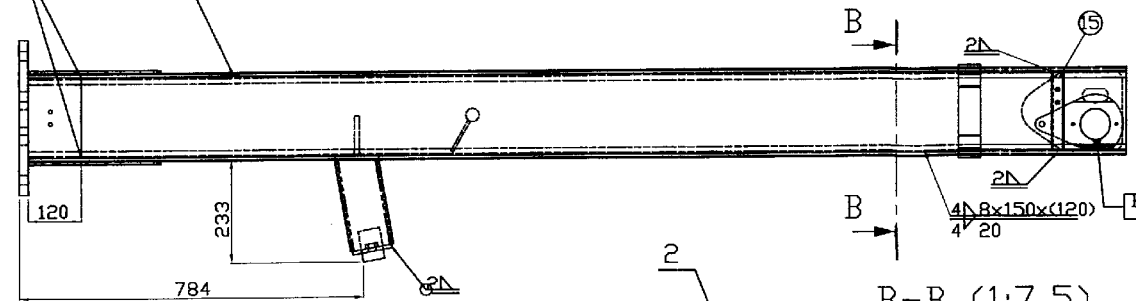
1/10 PLAN	Bras de rouleau	Format A3	DT1 U41-B
2/10 SUJET 1	Présentation	Format A4	DS1 U41-B
3/10 SUJET 2	Questions Statique-R.D.M.	Format A3	DS2 U41-B
4/10 DOC REPONSES	Statique.	Format A3	DR1 U41-B
5/10 DOC REPONSES	Statique.	Format A4	DR2 U41-B
6/10 DOC REPONSES	R.D.M.	Format A3	DR3 U41-B
7/10 DOC REPONSES	Soudures, boulonnerie	Format A3	DR4 U41-B
8/10 DOC VERIN	Références, Dimensions	Format A4	DT2 U41-B
9/10 DOC UPN	Dimensions caractéristiques	Format A4	DT3 U41-B
10/10 DOC NORMES	Extrait norme NF P 22-430	Format A4	DT4 U41-B

POCHETTE MECANIQUE U41-B



Faire 20mm de soudure à l'intérieur

4N8x150x(120)



Détail C (1 : 6)

crdp Aquitaine

15	2	Plat de fixation flexible	
13	2	Renfort anti amorce	
12	2	Tôle de fermeture UPN	2050X181 Ep. 5
11	2	Gousset Maintien rouleau	
10	2	Tés 100X100X11 lg. 120	
9	1	Tôle ép. 6mm 80x280	
8	1	Etiré D 30 lg. 280	
7	1	Carré 50X50 lg. 70	
6	2	Ecrou H M16	
5	2	Tôle ép. 8mm 92x92	
4	2	Tubcar 100x4 lg. 210 1CB	
3	1	Tôle maintien rouleau	
2	1	Poutre UPN 200 G	
1	1	Poutre UPN 200 D	
Rep. Nbre		Designation	
MASSE		Echelle 1/12	
215.8 kg			

MATIERE : S355

BRAS DE ROULEAU EN UPN

MECANIQUE

DT1 U41-B

Page 1/10

MECANIQUE

PRESENTATION MISE EN SITUATION.

L'objet de l'étude est un transporteur compacteur.

Il permet à la fois de compacter tous types de déchets directement dans des bennes "Grand Volume" (pour permettre un complément de remplissage jusqu'à 130%), et de déplacer ces bennes vides ou bien chargées sur une aire bétonnée.

On le rencontre surtout dans les déchetteries.

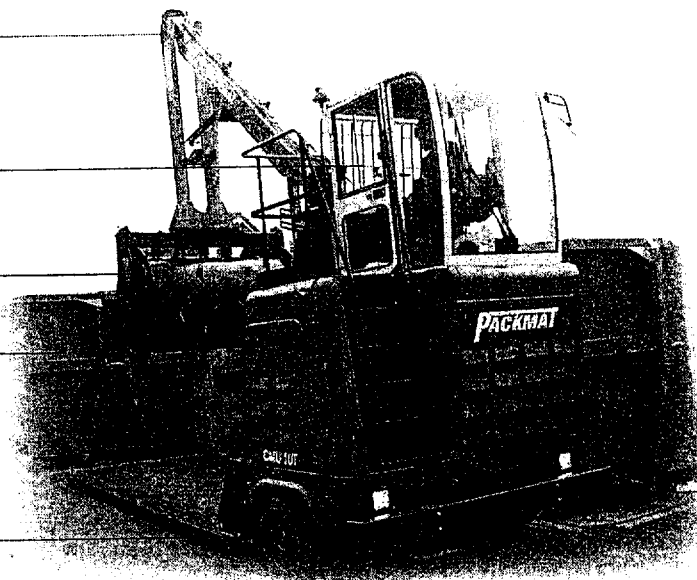
Hauteur sous rouleau levé : 2 900 mm
 Hauteur replié : 3 150 mm
 Hauteur rouleau relevé : 6 650 mm

Cabine de conduite ergonomique avec siège confort, essuie-glace avant et arrière

Rouleau compacteur facilement interchangeable (2 580 kg d'impact)

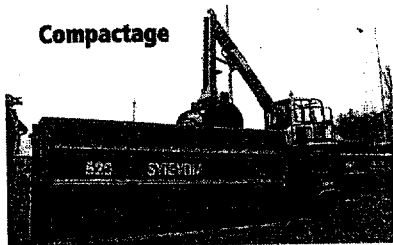
Train arrière :
 2x2 galets acier Ø150mm
 Course de levage : 125 mm permettant le déplacement de bennes de 35 m³ et de 10 tonnes (PTC) sans dégrader les sols

Roues motrices 2 bandages caoutchouc 630 x 200

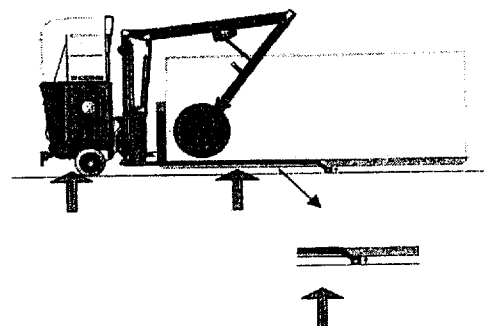
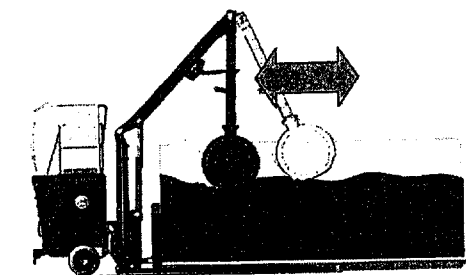
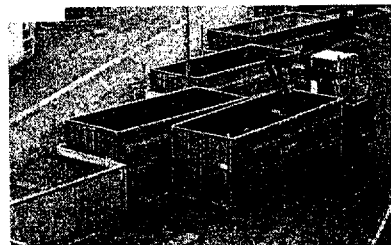


Dimensions HT 6420 mm x 2 300 mm x 3 720 mm
 Poids 80 000 N

Compactage

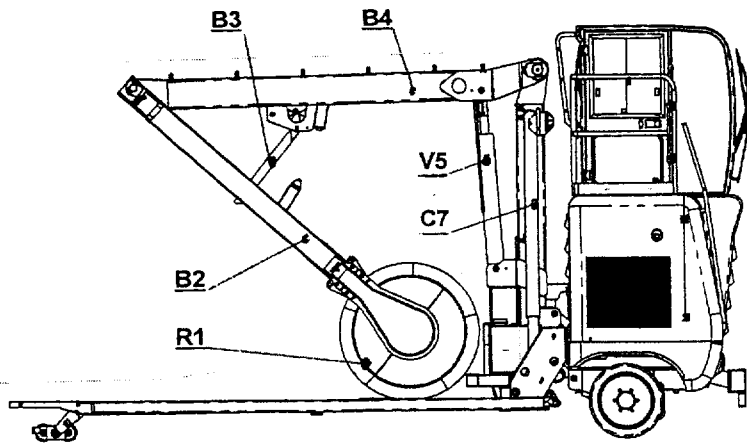


Déplacement et permutation des bennes



MECANIQUE

TRANSPORTEUR COMPACTEUR



C7	Châssis
V5	Vérin de levage
B4	Bras intermédiaire
B3	Bielle de maintien
B2	Bras de rouleau
R1	Rouleau
REP	DESIGNATION

Les 6 parties de la mécanique sont indépendantes.

1 Etude de dimensionnement du vérin.

Doc réponse DR1 U 41-B

Remarque : l'ensemble se ramène à un problème plan.

1.1 Calculez la force à exercer par le vérin V5 pour lever le rouleau de la benne.
Position, bras de rouleau B2 vertical (cas le plus défavorable).

On donne : poids du rouleau compacteur R1----- 22 800N appliqué en G1
 Poids du bras de rouleau B2----- 2 300N appliqué en G2
 Poids du bras intermédiaire B4----- 3 400N appliqué en G4
 Autres poids négligés...

1.2 Le circuit hydraulique du compacteur travaille sous une pression de 220 bar.
Proposez une désignation pour le vérin simple effet V5 (course 800 mm). DT2 U 41-B

2 Liaison entre bras de rouleau B2 et bras intermédiaire B4. Doc réponse DR2 U 41-B

On isole le système constitué du rouleau R1 et du bras de rouleau B2 dans une configuration de travail particulièrement défavorable.

On considère le bras de rouleau B2 vertical, et le rouleau R1 en contact avec les déchets uniquement au point B.

On donne: Poids du Rouleau compacteur R1-----22 800N appliqué en G1
 Poids du Bras de rouleau B2----- 2 300N appliqué en G2
 Action des déchets sur le rouleau -----

$$T_{\text{Dechets/R1}} \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ F_{BZ} & 0 \end{array} \right\}$$

2.1 Déterminez le type de liaison que l'on doit prévoir en A.

2.2 Déduisez la modélisation des inconnues mécaniques en A (torseur $T_{B4/B2}$).
Hypothèse : la composante $F_{AZ} = 0$ pour l'action en A.

2.3 Représentez les actions mécaniques sur le croquis du système isolé R1 & B2

2.4 Résoudre l'équilibre et donner le torseur résultant des actions mécaniques en A.

Examen : BTS ROC- Épreuve : U41 Calculs avant-projet - Sujet N°04EM08 –

3 : Etude du dimensionnement du bras B2.

Doc réponse DR3 U41-B

Le bras de rouleau B2 est étudié lors du dégagement du bras de la benne compactée avec la bielle de maintien B3 enclenchée.

L'étude statique du bras de rouleau B2 donne les résultats fournis sur le document réponse.

3.1 Recherchez le Torseur de cohésion entre A et D.

3.2 Recherchez le Torseur de cohésion entre D et E.

3.3 Tracez le diagramme des efforts normaux.

3.4 Tracez le diagramme des efforts tranchants.

3.5 Tracez le diagramme du moment de flexion.

3.6 Calculez la valeur du M_{fz} maximal.

Pour la suite des calculs prendre $M_{fz} \text{ maxi} = 28\,000 \text{ N.m}$

4 : Résistance du bras de rouleau B2 à la flexion

Doc réponse DR4 U41-B

4.1 Calculer le moment quadratique du bras de rouleau B2.

Voir plan page1/10 section B-B (DT1 U41-B) et documentation UPN (DT3 U41-B).

4.2 Calculer la contrainte σ maxi due à cette flexion.

5 : Calcul de soudure.

Doc réponse DR4 U41-B

L'effort maximal pondéré que la bielle B3 exerce sur le rond $\varnothing 30$ (Rep 8 sur le plan du bras de rouleau B2 DT1 U41-B) est de 2 fois 29 000N aux extrémités (la présence d'un plat de 80 x 280 ép. 6 mm, Rep 9 autorise de négliger la flexion).

On effectue une soudure périphérique avec un cordon $a = 4\text{mm}$ à chaque extrémité sur l'âme des UPN.

5.1 Vérifier la condition de résistance de ces 2 soudures.

6 : Calcul de boulonnerie.

Doc réponse DR4 U41-B

On fixe le rouleau R1 sur le bras de rouleau B2 par 8 boulons (voir plan page1/10 Tôle 3 DT1 U41-B).

Boulonnerie de classe 8.8 M 16 section résistante $A_S = 157 \text{ mm}^2$ $\sigma_{\text{red}} = 320 \text{ MPa}$

Les efforts N et T seront repris par les 8 boulons.

Le M_{fz} ne sera repris que par la file supérieure, on considèrera que l'on pivote autour de la file inférieure.

On vérifiera la boulonnerie en utilisant l'extrait de norme NF P 22-430 DT 4 U41-B

Pour un des deux boulons les plus sollicités :

6.1 Calculez la composante normale N.

6.2 Calculez la composante perpendiculaire à l'axe du boulon Q_2 .

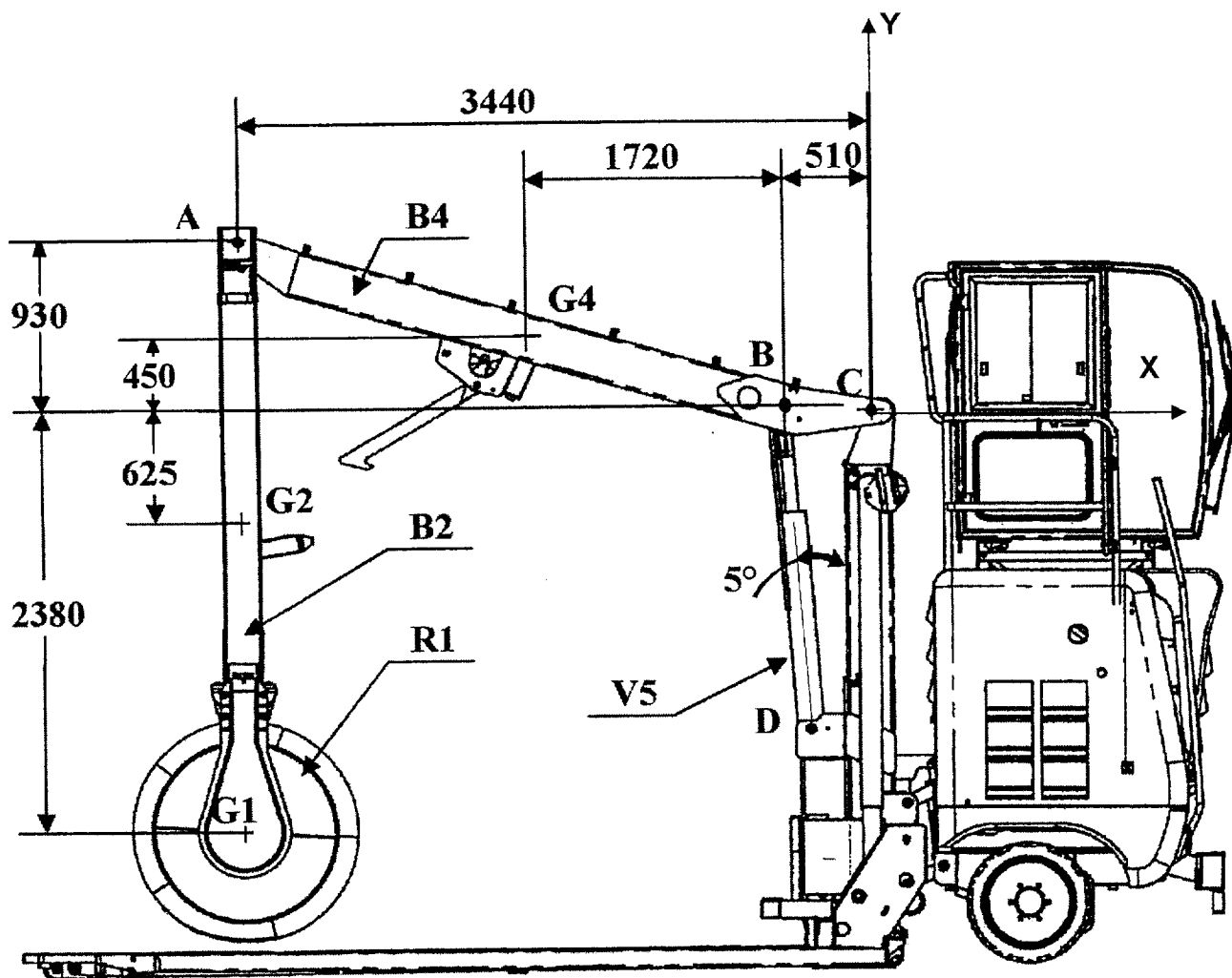
6.3 Effectuez la vérification selon la norme NF P 22-430

QUESTIONNAIRE STATIQUE-RDM

MECANIQUE DOCUMENT SUJET

DS2 Page 3/10

Examen : BTS ROC- Épreuve : U41 Calculs avant-projet - Sujet N°04EM08 –



1.1. Calculez la force à exercer par le vérin.

Méthode conseillée : isoler le vérin V5

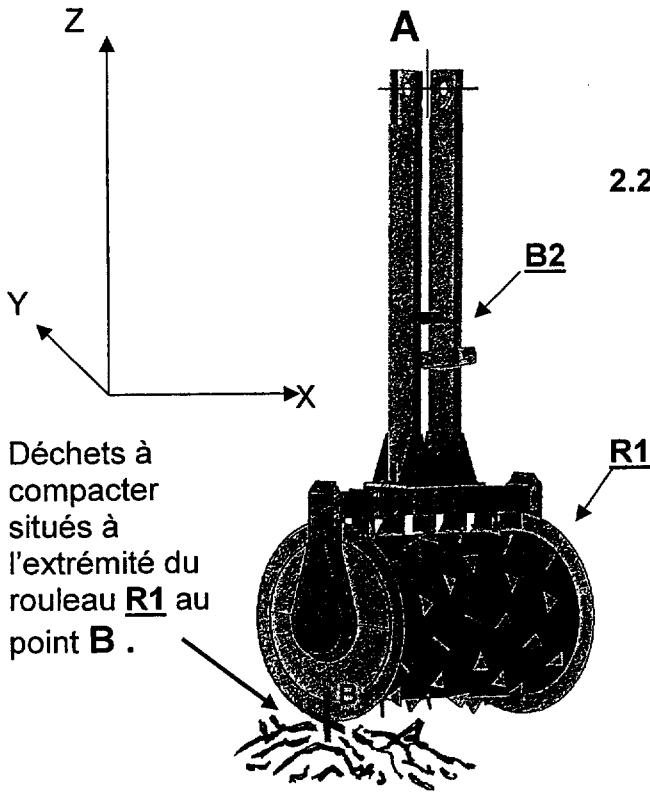
..... Puis le système {R1, B2, B4.}

Effort dans le vérin V5 :

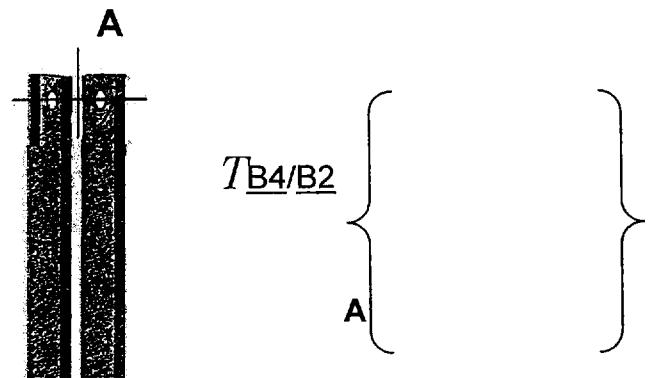
1.2 Désignation, codification du vérin V5:

Soit le système isolé R1 & B2

2.1 Type de liaison en **A** :

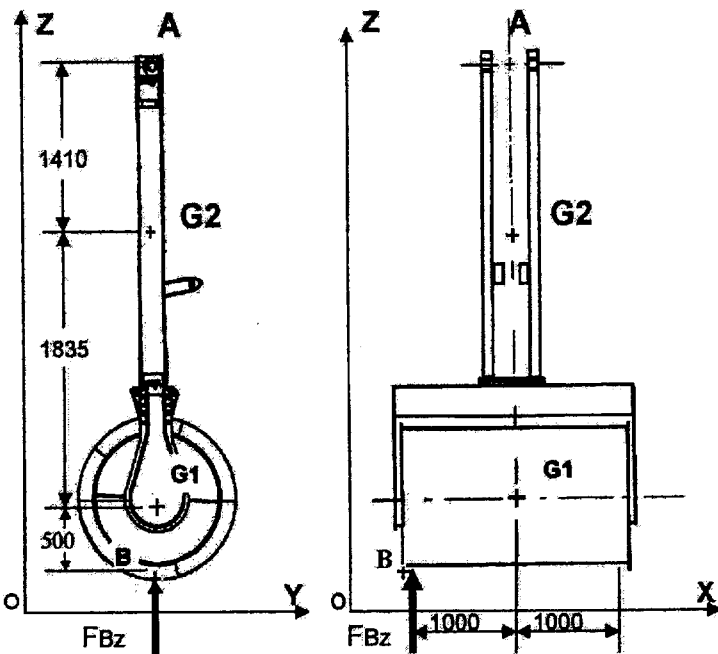


2.2 Modélisation des inconnues mécaniques en **A** :



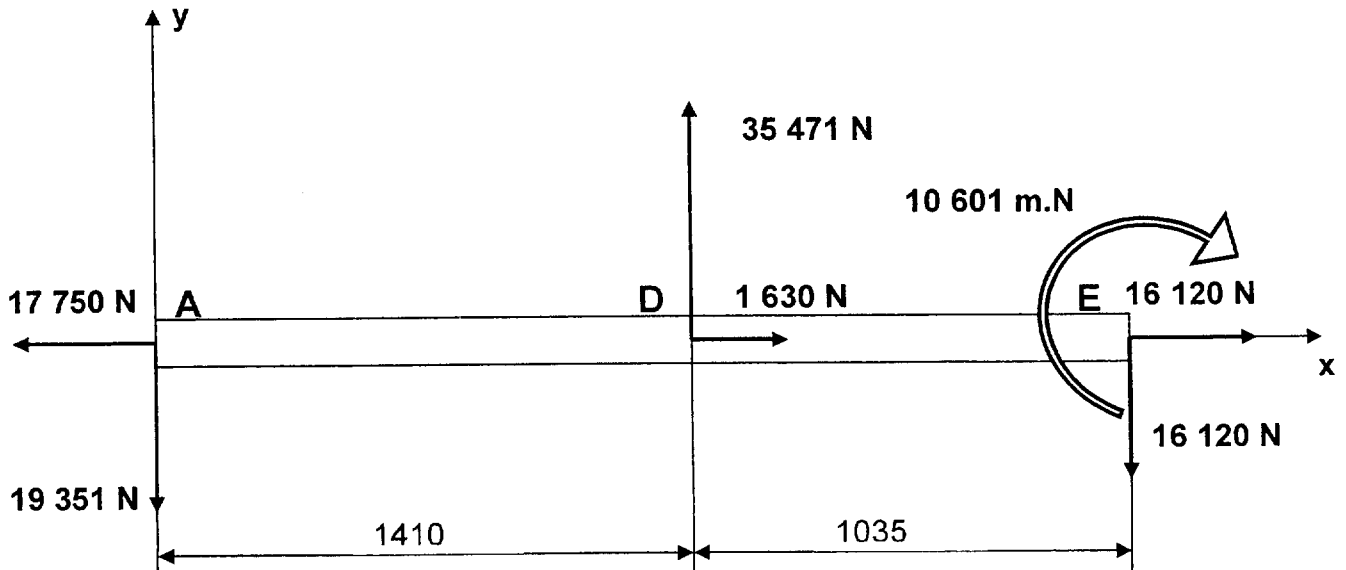
2.3 Inventaire et modélisation des actions extérieures sur R1 & B2

2.4 Résultat des actions mécaniques en **A**.

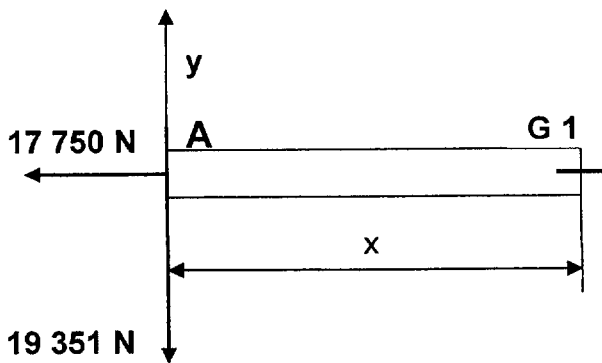


3 : RESULTATS SUR BRAS B2

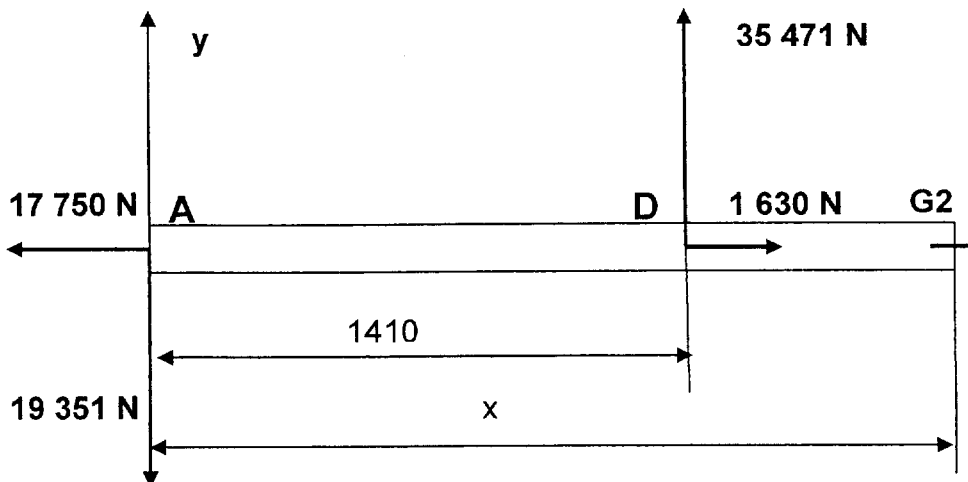
Modélisation



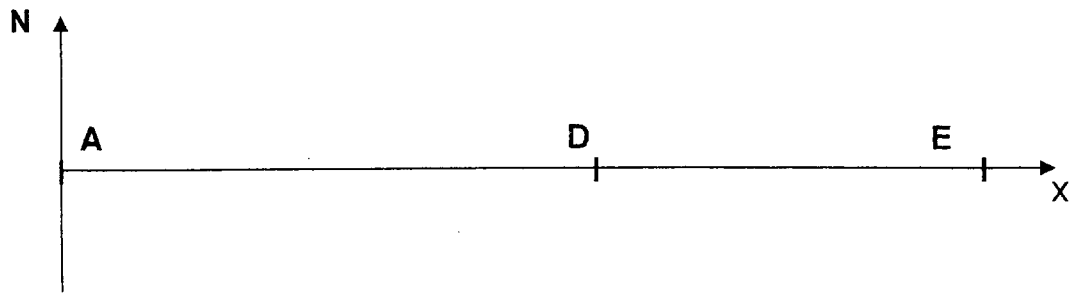
3.1 Torseur de cohésion dans la section de coupure entre A et D ($0 \leq x \leq 1410$ mm).



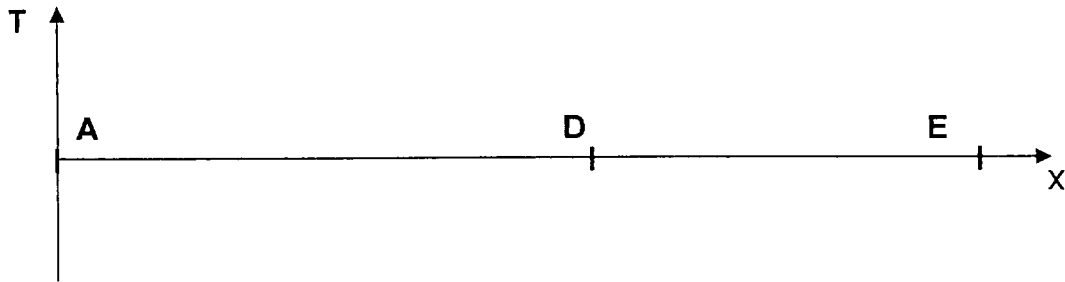
3.2 Torseur de cohésion dans la section de coupure entre D et E ($1410 \leq x \leq 2445$ mm).



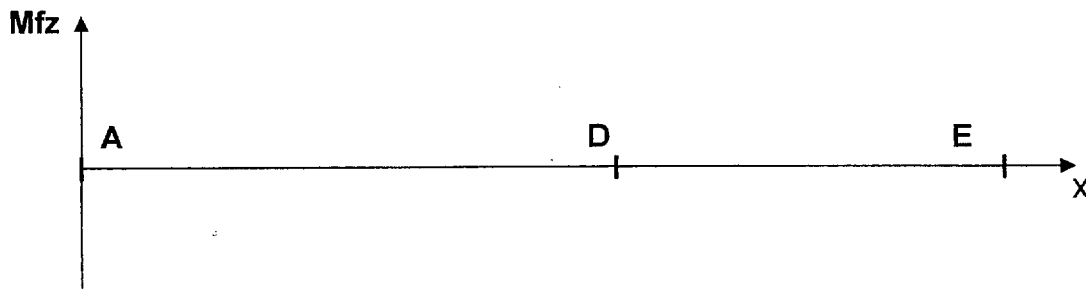
3.3 Diagramme N



3.4 Diagramme T



3.5 Diagramme Mfz



Calculs annexes des Mfz caractéristiques Mfz_D Mfz_E

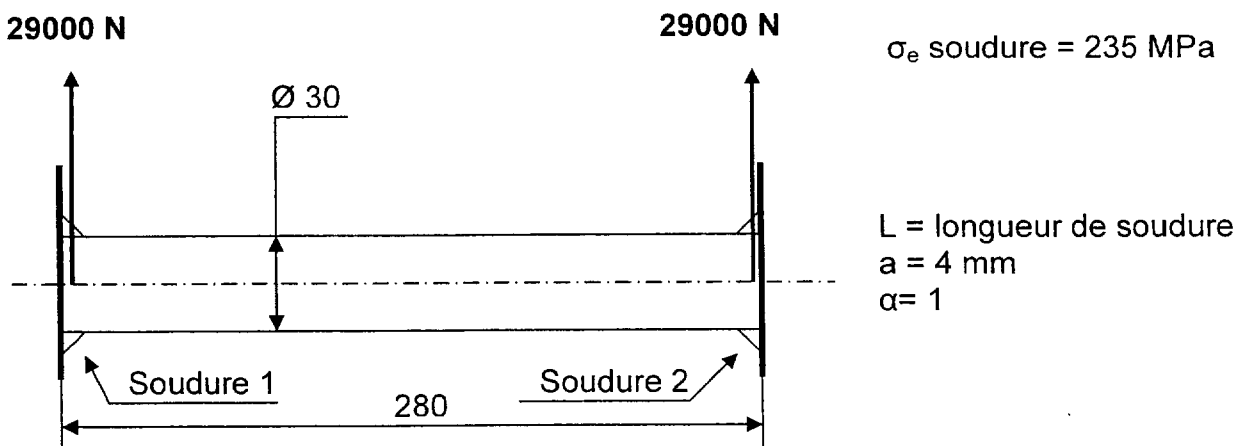
3.6 En déduire **Mfz Maximal**.

**EPREUVE E 41
MECANIQUE**

4 : **4.1** Calcul du moment quadratique
(voir sur le plan **DT 1 U41-B** la section B-B et la nomenclature, et utilisez le document UPN **DT 3 U41-B**)

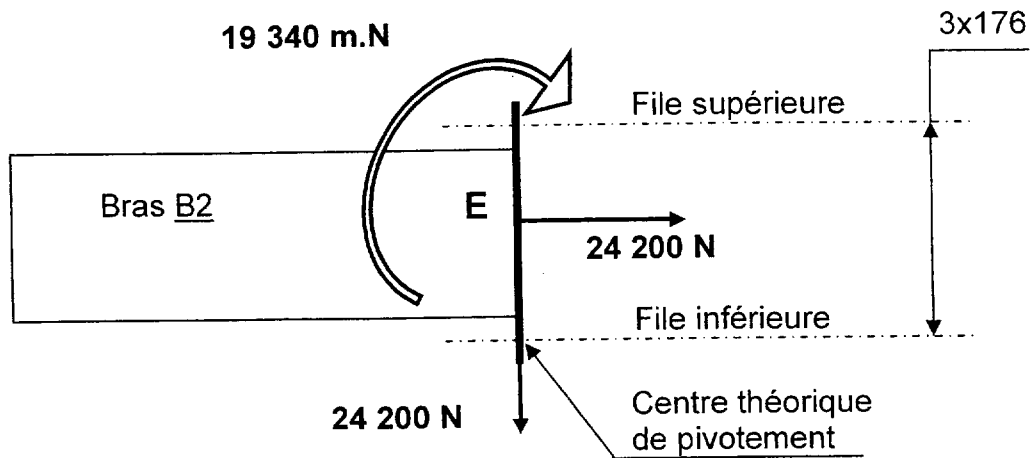
4.2 Calcul σ maxi

5 : **5.1** Calcul de soudure



CM 66 Formule enveloppe $\frac{F}{0,75.L.a.\alpha} \leq \sigma_e$ soudure

6 : (Efforts pondérés.)



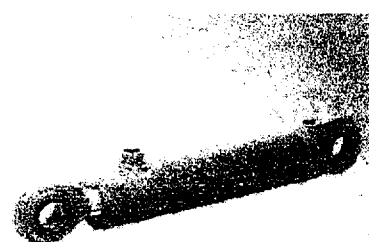
6.1 Déterminez N.

6.2 Déterminez Q_2 .

6.3 Vérification de la boulonnerie. (Effort incliné sur le plan de joint.)
Prendre $N = 21\,000\text{ N}$ $Q_2 = 3\,100\text{ N}$

Vérin hydraulique à construction cylindrique

Type CDL1



Codification

CD	L1	MP5	/	/	/
----	----	-----	---	---	---

vérin différentiel = CD
gamme = L1

types de fixation
 tenon à œil sur fond ²⁾ = MP5
 bride ronde sur tête = MF3
 bride ronde sur fond = MF4
 tourillon ⁴⁾ = MT4
 sans fixation ¹⁾ = M00

Ø de piston (25-200 mm)
 Ø de tige de vérin (14-110 mm)
 course en mm

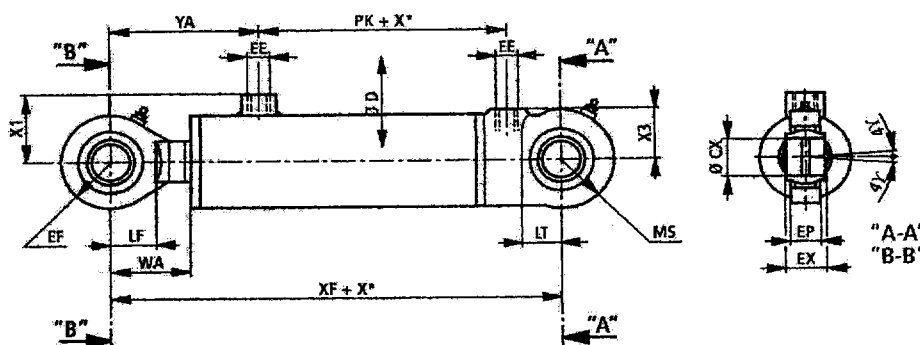
Caractéristiques spécifiques

- pression de service maximale; 240 bar (24 MPa)
- 5 types de fixation
- Ø de piston: 25 à 200 mm
- Ø de tige de vérin: 14 à 110 mm
- courses jusqu'à 3 m
- construction courte

Remarques:

- AL = Ø de piston
 MM = Ø de tige de vérin
 X* = course

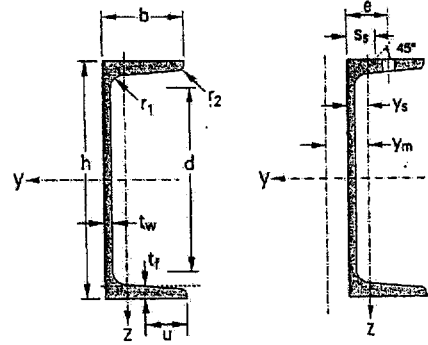
CDL1 MP5; Ø AL 40-125 mm ²⁾



Cotes MP5 (en mm)

AL Ø	MM Ø	KK	A	NV	W	WA	Y	YA	PK	EE	X1 ±1	X3 ±1	XO
25	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	22	M16 x 1,5	22	17	13	44	60	91	50	G 1/4	39	29	140
50	28	M20 x 1,5	28	22	13	50	62	99	57	G 3/8	45	33	157
63	36	M27 x 2	36	28	14	63	68	117	69	G 1/2	55	40	182
80	45	M33 x 2	45	36	16	76	84	144	76	G 1/2	65	53	208
100	56	M42 x 2	56	46	18	88	90	160	85	G 3/4	80	63	227
125	70	M48 x 2	63	60	20	106	99	185	93	G 3/4	95	78	259
160	90	M65 x 1,5	85	75	23	139	104	219	143	G 1	110	100	367
200	110	M80 x 2	80	95	23	162	105	245	154	G 1	134	120	396

UPN



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen							Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche	
	G kg/m	h mm	b mm	tw mm	ty mm	r1 mm	r2 mm	A cm²	d mm	Ø	e _{min} mm	e _{max} mm	AL m²/m	AG m²/t
UPN 80	8.64	80	45	6	8	8	4	11	46	-	-	-	0.312	36.13
UPN 100	10.6	100	50	6	8.5	8.5	4.5	13.5	64	M10	31	34	0.372	35.1
UPN 120	13.4	120	56	7	9	9	4.5	17	82	M10	32	39	0.434	32.52
UPN 140	16.0	140	60	7	10	10	5	20.4	98	M12	37	41	0.489	30.54
UPN 160	18.8	160	65	7.5	10.5	10.5	5.5	24	115	M16	38	38	0.546	28.98
UPN 180	22.0	180	70	8	11	11	5.5	28	133	M16	38	43	0.611	27.8
UPN 200	25.3	200	75	8.5	11.5	11.5	6	32.2	151	M16	39	48	0.661	26.15
UPN 220	29.4	220	80	9	12.5	12.5	6.5	37.4	167	M20	44	47	0.718	24.46
UPN 240	33.2	240	85	9.5	13	13	6.5	42.3	184	M20	45	52	0.775	23.34
UPN 260	37.9	260	90	10	14	14	7	48.3	200	M24	51	51	0.834	22
UPN 280	41.8	280	95	10	15	15	7.5	53.3	216	M24	52	56	0.89	21.27
UPN 300	46.2	300	100	10	16	16	8	58.8	232	M24	53	61	0.95	20.58
UPN 320	59.5	320	100	14	17.5	17.5	8.75	75.8	248	M24	59	61	0.982	16.5
UPN 350	60.6	350	100	14	16	16	8	77.3	282	M24	57	61	1.047	17.25
UPN 380	63.1	380	102	13.5	16	16	8	80.4	313	M24	57	63	1.11	17.59
UPN 400	71.8	400	110	14	18	18	9	91.5	324	M27	59	65	1.182	16.46

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte															Classification ENV 1993-1-1				
	G kg/m	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y					axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z					S _b mm	I _T cm ⁴	I _{xx} x 10 ³ cm ⁴	ys cm	ym cm	pure bending Y-Y		pure compression	
		I _y cm ⁴	Wy cm ³	W _{pl,y} [†] cm ³	I _y cm	A _{vz} cm ²	I _z cm ⁴	W _z cm ³	W _{pl,z} [†] cm ³	I _z cm	S _s mm						S 235	S 355	S 235	S 355
UPN 80	8.64	106	26.5	31.8	3.1	5.1	19.4	6.36	12.1	1.33	19.4	2.16	0.17	1.45	2.67	1	1	1	1	
UPN 100	10.6	206	41.2	49	3.91	6.46	29.3	8.49	16.2	1.47	20.3	2.81	0.41	1.55	2.93	1	1	1	1	
UPN 120	13.4	364	60.7	72.6	4.62	8.8	43.2	11.1	21.2	1.59	22.2	4.15	0.9	1.6	3.03	1	1	1	1	
UPN 140	16.0	605	86.4	103	5.45	10.41	62.7	14.8	28.3	1.75	23.9	5.68	1.8	1.75	3.37	1	1	1	1	
UPN 160	18.8	925	116	139	6.21	12.6	85.3	18.3	35.2	1.89	25.3	7.39	3.26	1.84	3.56	1	1	1	1	
UPN 180	22.0	1350	150	179	6.95	15.09	114	22.4	42.9	2.02	26.7	8.55	5.57	1.92	3.75	1	1	1	1	
UPN 200	25.3	1910	191	228	7.7	17.71	148	27	51.8	2.14	28.1	11.9	9.07	2.01	3.94	1	1	1	1	
UPN 220	29.4	2690	245	292	8.48	20.62	197	33.6	64.1	2.3	30.3	16	14.6	2.14	4.2	1	1	1	1	
UPN 240	33.2	3800	300	358	9.22	23.71	248	39.6	75.7	2.42	31.7	19.7	22.1	2.23	4.39	1	1	1	1	
UPN 260	37.9	4820	371	442	9.99	27.12	317	47.7	91.6	2.56	33.9	25.5	33.3	2.36	4.66	1	1	1	1	
UPN 280	41.8	6280	448	532	10.9	29.28	399	57.2	109	2.74	35.6	31	48.5	2.53	5.02	1	1	1	1	
UPN 300	46.2	8030	535	632	11.7	31.77	495	67.8	130	2.9	37.3	37.4	69.1	2.7	5.41	1	1	1	1	
UPN 320	59.5	10870	679	826	12.1	47.11	597	80.6	152	2.81	43	86.7	96.1	2.6	4.82	1	1	1	1	
UPN 350	60.6	12840	734	918	12.9	50.84	570	75	143	2.72	40.7	61.2	114	2.4	4.45	1	1	1	1	
UPN 380	63.1	15760	829	1014	14	53.23	615	78.7	148	2.77	40.3	59.1	146	2.38	4.58	1	1	1	1	
UPN 400	71.8	20350	1020	1240	14.9	58.55	846	102	190	3.04	44	81.6	221	2.65	5.11	1	1	1	1	

EXTRAIT DE LA NORME NF P 22-430

NOTATIONS

- A** : section nominale du boulon (de la tige lisse) ;
A_r : section résistante de la partie filetée
Q₁ : effort relatif à l'état limite ultime (effort pondéré), exercé sur un boulon perpendiculairement à son axe, par une pièce d'épaisseur *e* ;
Q₂ : effort par boulon relatif à l'état limite ultime (effort pondéré), exercé sur l'assemblage ;
N : effort normal de traction relatif à l'état limite ultime (effort pondéré) exercé sur chaque boulon ;
d : diamètre nominal des boulons ;
d_{tr} : diamètre définitif des trous ;
s : distance entre axes des trous de boulons ;
a_{ll} : distance de l'axe d'un boulon au bord le plus voisin de la pièce assemblée dans le sens de l'effort sollicitant l'assemblage (pince longitudinale) ;
a_t : distance de l'axe d'un boulon au bord le plus voisin de la pièce assemblée dans la direction normale à l'effort sollicitant l'assemblage (pince transversale) ;
e : épaisseur d'une quelconque des pièces assemblées ;
e_{min} : épaisseur de la plus mince des pièces assemblées ;
Σe : épaisseur totale des pièces assemblées ;
m : nombre de plans de cisaillement ;
σ_e : limite d'élasticité du métal constituant les pièces assemblées ;
σ_{red} : contrainte caractéristique servant de contrainte de vérification des boulons.

RÉSISTANCE DES BOULONS

A la traction

On vérifie :

$$1,25 \frac{N}{A_r} \leq \sigma_{red}$$

Au cisaillement

- Si aucune précaution spéciale n'est exigée pour l'exécution, on vérifie :

$$1,54 \frac{Q_2}{mA_r} \leq \sigma_{red}$$

- Si des dispositions spéciales sont prises pour que la partie lisse du boulon règne au droit de TOUTES les sections cisillées, on vérifie :

$$1,54 \frac{Q_2}{mA} \leq \sigma_{red}$$

A un effort incliné sur le plan du joint

Admettant, par boulon, une composante normale *N* suivant l'axe du boulon et une composante *Q₂* dans le plan du joint :

- dans le cas où la section cisillée se trouve dans la partie lisse, on vérifie simultanément :

$$1,25 \frac{N}{A_r} \leq \sigma_{red} \quad \text{et} \quad \frac{\sqrt{N^2 + 2,36 \left(\frac{Q_2}{m}\right)^2}}{A} \leq \sigma_{red}$$

- dans le cas où la section cisillée se trouve dans la partie filetée, on vérifie simultanément :

$$1,25 \frac{N}{A_r} \leq \sigma_{red} \quad \text{et} \quad \frac{\sqrt{N^2 + 2,36 \left(\frac{Q_2}{m}\right)^2}}{A_r} \leq \sigma_{red}$$