

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

SESSION 2016

E4 – ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN ENSEMBLE  
CHAUDRONNÉ, DE TOLERIE 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 :

#### Matériel autorisé

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (Circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; BOEN n°42).

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

Le sujet comporte 20 pages, numérotées de 1/20 à 20/20.

CODE ÉPREUVE : 1606CLE4DVO		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE
SESSION 2016	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° 01ED15
			Page : 1/20

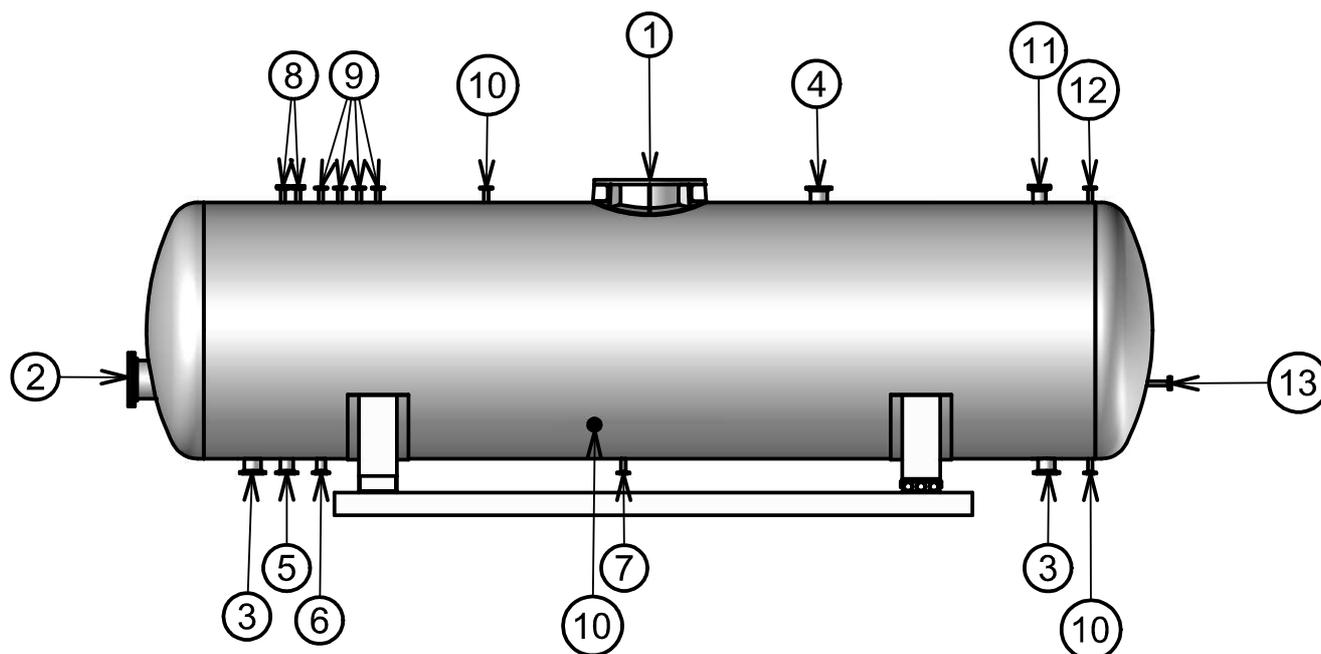
## Documents fournis :

DT1	Présentation	page 3/20
DT2	Plan d'ensemble de la bâche (A3H)	page 4/20
DT3	Nomenclature des tubulures	page 5/20
DT4	Nomenclature générale	page 6/20
DS1 à DS3	Texte sujet : codes et règlements	page 7/20 à 9/20
DT5	Norme fonds bombés	page 10/20
DT6	Extrait EN 10028-2 (A3H)	page 11/20
DT7	Tolérances épaisseur des tôles	page 12/20
DT8	Tolérances fonds	page 13/20
DT9	Détail de l'ouverture 1	page 14/20
DS4 à DS6	Texte sujet : mécanique	page 15/20 à 17/20
DT10	Diagrammes pour la RdM	page 18/20
DT11	Plan du berceau mobile	page 19/20
DT12	Rappel matage	page 20/20





## NOMENCLATURE DES TUBULURES



13	1	Prise température	50	60.3	1.65	05A	PN16	RF
12	1	Niveau automatique	50	60.3	1.65	05A	PN16	RF
11	1	Réserve arrière	150	168.3	2.77	05A	PN16	RF
10	3	Indicateur de Niveau	50	60.3	1.65	05A	PN16	RF
9	4	Equilibrage TPA	50	60.3	1.65	05A	PN16	RF
8	2	Réserve avant	50	60.3	1.65	05A	PN16	RF
7	1	Injection hydrazine	50	60.3	1.65	05A	PN16	RF
6	1	Vidange	100	114.3	2.11	05A	PN16	RF
5	1	Trop plein	150	168.3	2.77	05A	PN16	FF
4	1	Tubulure d'équilibre	200	219.1	2.77	05A	PN16	RF
3	2	Sortie vers TPA	200	219.1	2.77	05A	PN16	RF
2	1	Trou d'homme	500	508	12	05A	PN16	RF
1	1	Liaison dégazeur	-	1100	20	01A	PN16	FF
REP	NB	DESIGNATION	DN	Ø ext	ép.	type	série	face

DT3

## NOMENCLATURE GENERALE (partielle)

15	1	Dalle	béton	-
14	1	Rampe hydrazine	X2 CrNiMo 17-12-2	-
13	2	Anti vortex	X2 CrNiMo 17-12-2	-
12	1	Cône trop plein	X2 CrNiMo 17-12-2	-
11	1	Tubulure trop plein	X2 CrNiMo 17-12-2	-
10	2	Gousset 90° ép 20	P 265 GH	-
9	4	Gousset 45° ép 20	P 265 GH	-
8	2	Gousset 0° ép 20	P 265 GH	-
7	1	Anneau renfort	P 265 GH	-
6	1	Tubulure liaison dégazeur	P 265 GH	-
5	1	Tubulure trou d'homme	P 265 GH	-
4	1	Berceau mobile	S 275 JR	-
3	1	Berceau fixe	S 275 JR	-
2	2	Fond GRC De 3400 ép=25	P 265 GH	NF E 81-102
1	1	Virole De=3400 ép=16	P 265 GH	I = 11740
REPERE	NB.	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATIONS

**DT4**

# CODES ET RÈGLEMENTS

## Caractéristiques de l'appareil :

Matériau	P265GH
Type de fluide	Vapeur + Eau + Hydrazine
Pression de service	3,8 bar
Pression de calcul en situation normale de service	6,3 bar
Pression d'épreuve en atelier	12,6 bar
Température de service	150° C
Température de calcul en situation normale de service	200°C
Volume de l'appareil	110 m <sup>3</sup>
Masse totale à vide	25 T
Masse à l'essai hydraulique	135 T
Type des fonds	GRC
Corrosion intérieure	3 mm
Protection extérieure	Sablage SA 2,5 + peinture

## Travail demandé :

### 1. Vérification de la contenance de la bêteche :

*Le document DT5 donne le volume en litres des fonds bombés GRC suivant NF E 81-102 en fonction du diamètre. Le volume est donné à titre indicatif hors bord droit.*

1.1. **Calculer** le volume intérieur de la bêteche alimentaire en utilisant les dimensions des éléments proposés sur le plan **DT2** (on ne tiendra pas compte du volume des différents piquages).

1.2. **Vérifier** la contenance. **Conclure**.

### 2. Détermination de la catégorie de construction :

2.1. **Déterminer** la catégorie de risque de la bêteche en prenant la vapeur comme type de fluide.

*L'évaluation globale des facteurs potentiels de la défaillance et des conséquences d'une défaillance éventuelle est considérée comme **moyenne**.*

2.2. **Déterminer** la catégorie de construction de la bêteche.

2.3. **En déduire** le coefficient de soudure.

### 3. Calcul de la contrainte nominale de calcul $f_1$ :

Le **DT6** donne les valeurs de résistance pour les matériaux impliqués.

Malgré l'appartenance de la bâche alimentaire à la Division 2, utiliser les règles de calcul de la Division 1 pour la suite du sujet.

3.1. **Calculer** la contrainte nominale de calcul en situation normale de service.

3.2. **Calculer** la contrainte nominale de calcul en situation d'essai.

### 4. Vérification de l'épaisseur de la virole en situation normale de service :

On donne pour cette question :

Matériau : P265GH Coefficient de joint : $z=0,85$ Diamètre extérieur : $D_e=3400$ mm	Contrainte nominale de calcul : $f=130$ MPa Tolérance en moins sur l'épaisseur du brut : Tôle de classe A (Voir <b>DT7</b> ) Réduction d'épaisseur due à la fabrication : $c_2=0,5$ mm
--	--

4.1. **Calculer** l'épaisseur minimale de la virole de la bâche alimentaire en situation normale de service.

4.2. **Vérifier** l'épaisseur nominale de commande. **Conclure.**

### 5. Vérification d'épaisseur d'un fond en situation d'essai :

On donne pour cette question :

<b>Fond GRC</b> conforme à la norme NF E 80-102	
Matériau : P265GH Diamètre extérieur : $D_e=3400$ mm	Contrainte nominale de calcul : $f=240$ MPa Surépaisseur de corrosion : $c=3$ mm Tolérance sur l'épaisseur : <b>voir DT8</b>

Remarque : Pour cette question, on prendra  $D_i=D_e$ .

5.1. **Calculer** l'épaisseur minimale d'un fond de la bâche alimentaire en situation d'essai.

5.2. **Déterminer** l'épaisseur utile du fond. **Conclure.**

**6. Vérification de la résistance de la virole au niveau de l'ouverture isolée 01 (raccordement avec le dégazeur) : voir DT2 et DT3**

*Ce calcul s'effectuera en situation normale de service*

On donne pour cette question :

Pression de calcul : $P=0,63 \text{ MPa}$	Température de calcul : $200^\circ\text{C}$ , $f=130 \text{ MPa}$
<b>Enveloppe :</b>	
Matériau : P265GH Coefficient de joint : $z=0,85$ Diamètre extérieur : $D_e=3400 \text{ mm}$	Surépaisseur de corrosion : $c=3 \text{ mm}$ $c_1+c_2=1,1 \text{ mm}$ Épaisseur nominale : $e_n=16 \text{ mm}$
<b>Tubulure (pénétrante et non débordante) : tôle roulée et soudée</b>	
Matériau : P265GH Coefficient de joint : $z=0,85$ Diamètre extérieur : $d_e=1100 \text{ mm}$	Contrainte nominale de calcul : $f_t=130 \text{ MPa}$ Surépaisseur de corrosion : $c=3 \text{ mm}$ $c_1+c_2=0,8 \text{ mm}$ Épaisseur nominale : $e_n=12 \text{ mm}$
<b>Renfort :</b>	
Matériau : P265GH Largeur : $195 \text{ mm}$ Épaisseur utile : $20 \text{ mm}$	Contrainte nominale de calcul : $f_r=130 \text{ MPa}$

*Voir également le document DT9.*

**6.1 Calculer** les paramètres suivants :

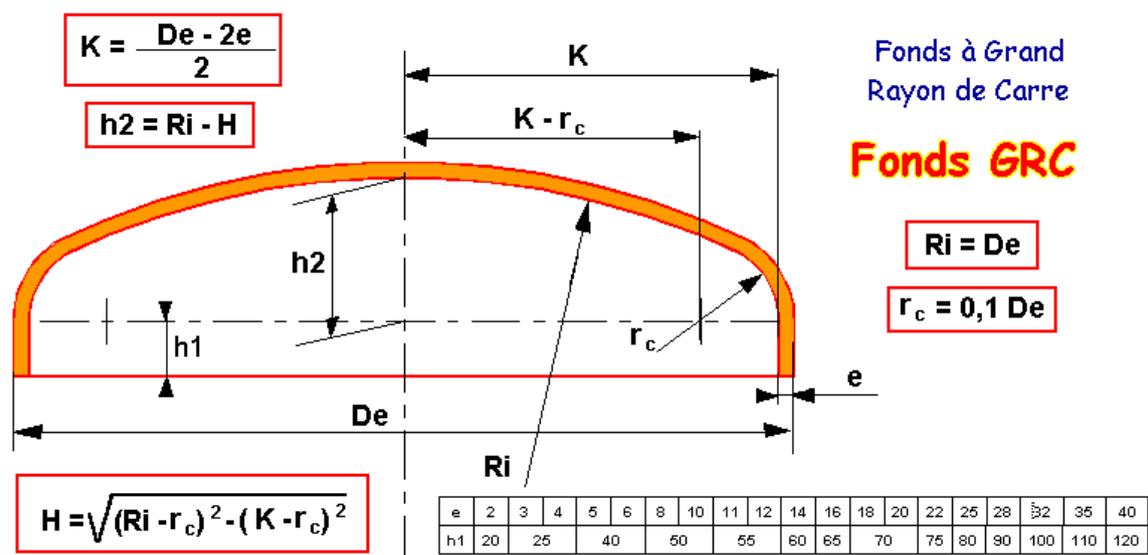
- Pour la virole :  $e$ ,  $D_m$
- Pour la tubulure :  $e_t$ ,  $d$

*Pour la suite du calcul, prendre :  $e=11,9$  et  $e_t=8,2$*

*On considère les conditions d'application des règles **vérifiées**.*

**6.2 Vérifier** la résistance de l'enveloppe (vous ne tiendrez pas compte des 8 goussets). **Conclure** .

## Fonds bombés GRC suivant NF E 81-102



Le tableau ci-dessous présente les données suivantes :

- De = diamètre extérieur du fond
- Ri = Rayon interne = Rayon de bombage du fond GRC.
- V est le volume du fond exprimé en litres (volume hors manchette).

De en mm	Ri en mm	V en l	e
1500	1500	316	5 à 40
1600	1600	384	6 à 40
1700	1700	461	6 à 40
1800	1800	549	6 à 40
1900	1900	647	6 à 40
2000	2000	755	6 à 40
2100	2100	875	6 à 40
2200	2200	1007	6 à 40
2300	2300	1152	6 à 40
2400	2400	1310	6 à 40
2500	2500	1483	6 à 40
2600	2600	1669	6 à 40
2700	2700	1870	6 à 40
2800	2800	2088	6 à 40
2900	2900	2321	6 à 40
3000	3000	2571	6 à 40
3100	3100	2838	8 à 40
3200	3200	3123	8 à 40
3300	3300	3427	8 à 40
3400	3400	3750	8 à 40
3500	3500	4062	10 à 40
3600	3600	4423	12 à 40
3700	3700	4805	12 à 40
3800	3800	5208	12 à 40

**DT5**

## 10 Échantillonnage

Voir l'EN 10028-1:2007+A1:2009.

•• Pour l'essai de flexion par choc, s'écartant de l'EN 10028-1:2007+A1:2009, Tableau 3, 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 10028-1:2007+A1:2009, et Annexes D et E.

## 12 Marquage

Voir l'EN 10028-1:2007+A1:2009.

Tableau 3 — Caractéristiques mécaniques (applicables à la direction transversale) <sup>a)</sup>

Nuance d'acier		État de livraison habituel <sup>b), c)</sup>	Épaisseur du produit <i>t</i> mm	Caractéristiques de traction à la température ambiante			Énergie de rupture en flexion par choc KV J min. à une température en °C de		
Désignation symbolique	Désignation numérique			Limite apparente d'élasticité <i>R<sub>eH</sub></i> MPa min.	Résistance à la traction <i>R<sub>m</sub></i> MPa	Allongement après rupture <i>A</i> % min.	- 20	0	+ 20
P235GH	1.0345	+N <sup>d)</sup>	≤ 16	235	360 à 480	24	27 <sup>g)</sup>	34 <sup>g)</sup>	40
			16 < <i>t</i> ≤ 40	225					
			40 < <i>t</i> ≤ 60	215					
			60 < <i>t</i> ≤ 100	200					
			100 < <i>t</i> ≤ 150	185					
150 < <i>t</i> ≤ 250	170	340 à 480							
P265GH	1.0425	+N <sup>d)</sup>	≤ 16	265	410 à 530	22	27 <sup>g)</sup>	34 <sup>g)</sup>	40
			16 < <i>t</i> ≤ 40	255					
			40 < <i>t</i> ≤ 60	245					
			60 < <i>t</i> ≤ 100	215					
			100 < <i>t</i> ≤ 150	200					
150 < <i>t</i> ≤ 250	185	400 à 530							
P295GH	1.0481	+N <sup>d)</sup>	≤ 16	295	460 à 580	21	27 <sup>g)</sup>	34 <sup>g)</sup>	40
			16 < <i>t</i> ≤ 40	290					
			40 < <i>t</i> ≤ 60	285					
			60 < <i>t</i> ≤ 100	260					
			100 < <i>t</i> ≤ 150	235					
150 < <i>t</i> ≤ 250	220	440 à 570							
150 < <i>t</i> ≤ 250	220	430 à 570							

Rappel :  $R_{p0,2} = R_{eH} - 10$

Tableau 4 — Valeurs minimales pour la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % à température élevée <sup>a)</sup>

Nuance d'acier		Épaisseur de produit <sup>b), c)</sup> <i>t</i> mm	Limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, <i>R<sub>p0,2</sub></i> , minimale, en MPa, à une température en °C de									
Désignation symbolique	Désignation numérique		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
P235GH <sup>d)</sup>	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	—	—
		150 < <i>t</i> ≤ 250	164	155	143	132	121	111	103	97	—	—
P265GH <sup>d)</sup>	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	—	—
		150 < <i>t</i> ≤ 250	179	168	156	143	131	121	112	105	—	—
P295GH <sup>d)</sup>	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	—	—
		150 < <i>t</i> ≤ 250	213	200	185	170	156	144	133	125	—	—
P355GH <sup>d)</sup>	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	—	—
		150 < <i>t</i> ≤ 250	271	255	236	217	199	183	169	159	—	—

Extrait de la norme EN 10028-2

DT6

Tolérances sur l'épaisseur des tôles

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

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

DT7

## Tolérance sur les fonds (NFE 81-100)

### 7.6.2 Fond à grand rayon de carre (GRC) — Fond elliptique (ELL)

Commande selon l'épaisseur nominale : pour un fond commandé à une épaisseur nominale  $E$ , l'épaisseur réelle mesurable après mise en forme peut différer de  $E$ , non seulement en raison des tolérances sur l'épaisseur de la tôle ou du feuillard initial, mais aussi en raison des modifications d'épaisseur produites par la mise en forme.

Commande selon l'épaisseur minimale garantie : après formage, l'épaisseur du fond doit être au moins égale à « $e$ », épaisseur minimale nécessaire ou épaisseur admise, majorée de la surépaisseur de corrosion.

Sauf convention contraire, l'épaisseur minimale garantie en tout point du fond  $e_{\min}$  est donnée par le tableau 4 :

Tableau 4 : Épaisseur minimale garantie

Fond	Norme	Épaisseur nominale $E$	Épaisseur minimale garantie $e_{\min}$
ELL	NF E 81-103	Toute valeur de $E$	$0,85 E$
GRC	NF E 81-102	Toute valeur de $E$	$0,85 E$



# MÉCANIQUE

## Travail demandé :

Lors de son fonctionnement, la bâche alimentaire repose sur deux berceaux espacés de 7150 mm. On veut vérifier, en première approximation, quelques éléments constitutifs dans différentes situations d'exploitation.

### 1. Étude des effets dus à la dilatation en situation normale de service.

On donne pour cette question :

<i>Matériau : P265GH</i> <i>Contrainte admissible : <math>f=130</math> MPa</i> <i>Module de Young : 190 000 MPa</i> <i>Coefficient de dilatation linéaire : <math>\alpha=12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}</math></i>	<i>Virole : <math>De=3400 \times 16</math></i> <i>Longueur déformable : 7150 mm</i> <i>Température : 150°C</i> <i>Pression intérieure : 0,63 MPa</i>
--	---

1.1. **Déterminer** la dilatation maximale entre les deux berceaux lorsque la température de la virole varie de la température ambiante (20°C) à la température de fonctionnement.

Rappel :  $\Delta l_{(\theta_1 \rightarrow \theta_2)} = l_{\theta_1} \cdot \alpha \cdot (\theta_1 - \theta_2)$

- $\Delta l_{(\theta_1 \rightarrow \theta_2)}$  : dilatation due à l'élévation de température  $\theta_1$  à la température  $\theta_2$
- $l_{\theta_1}$  : longueur initiale à la température  $\theta_1$
- $(\theta_1 - \theta_2)$  : élévation de la température

Pour la suite du calcul, prendre :  $\Delta l_{(\theta_1 \rightarrow \theta_2)} = 12$  mm

1.2. **Calculer** la contrainte longitudinale, dans la virole, due à l'élévation de la température.

1.3. **Vérifier** cette contrainte. **Conclure**.

1.4. **Donner** la solution technique utilisée pour limiter les contraintes dans la virole. **Proposer** un autre moyen d'absorber cette dilatation.

### 2. Étude des effets dus au montage du dégazeur sur la bâche.

Problématique :

Le client désire vérifier la tenue à la flexion de la bâche lors de la mise en place du dégazeur, le poids du dégazeur étant repris entièrement par la tubulure de liaison Rep 1.

Les deux berceaux supportent le poids de la bâche alimentaire remplie à moitié d'eau et le poids du dégazeur (voir **DT1** et **DT2**).

(Les poids des autres pièces et accessoires seront négligés)

## 2.1. Détermination d'un modèle de calcul

On donne pour cette question :

<i>Masse volumique de l'eau : <math>\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ Kg/m}^3</math> Masse volumique de l'acier : <math>\rho_{\text{acier}} = 7850 \text{ Kg/m}^3</math> Accélération de la pesanteur : <math>g = 10 \text{ m.s}^{-2}</math> Poids du dégazeur : <math>P = 30\,000 \text{ N}</math></i>	<i>Virole : <math>D_e = 3400 \text{ mm}</math> <math>e_p = 16 \text{ mm}</math> Longueur utile : <math>12150 \text{ mm}</math> Matériau : P 265 GH</i>
---	--

2.1.1. **Calculer** le taux de charge uniformément répartie due au poids de l'eau dans l'appareil  $q_{\text{eau}}$  (Pour ce calcul, on considérera la bache remplie à moitié).

2.1.2. **Calculer** le taux de charge uniformément répartie due au poids de la virole en acier  $q_{\text{acier}}$  (Pour ce calcul, l'épaisseur du fond sera égale à celle de la virole).

2.1.3. **Déduire** le taux de charge total  $q$  (unité kN/m) due aux poids propres de l'eau et de la virole.

2.1.4. **Proposer** un schéma de modélisation de l'appareil sur ses berceaux. (Charges modélisées)

## 2.2. Calcul des efforts sur les berceaux :

On donne pour cette question :

<i>Modèle sur <b>DT10</b> Longueur utile : <math>12150 \text{ mm}</math></i>	<i>La charge linéique totale <math>q = 60 \text{ kN/m}</math> Poids du dégazeur : <math>P = 30\,000 \text{ N}</math></i>
--	--

2.2.1. Calculer  $R_A$  et  $R_B$ , les réactions aux appuis en A et B.

## 2.3. Vérification de la résistance de l'appareil en flexion plane :

On donne pour cette question :

<i>Modèle sur <b>DT10</b> Matériau P265GH Résistance pratique élastique : <math>R_{pe} = 145 \text{ MPa}</math></i>	<i>Virole : <math>D_e = 3400 \text{ mm}</math> <math>e_p = 16 \text{ mm}</math> <math>I_{Gz} = \pi (D_e^4 - d_i^4) / 64</math> Charge linéique totale <math>q = 60 \text{ kN/m}</math></i>
---	--

On prendra pour cette question  $R_A = R_B = 380 \text{ kN}$

**DS5**

2.3.1. **Calculer** le Moment Fléchissant Maximum.

*Pour la suite du calcul, prendre :  $M_{f \text{ Maxi}} = 255 \text{ kN.m}$*

2.3.2. **Calculer** la contrainte maximale de flexion dans le corps de l'appareil.  
**Vérifier** la condition de résistance. **Conclure**.

### 3. Déterminer la résistance au matage des rouleaux du berceau mobile.

Problématique :

Afin d'assurer le déplacement longitudinal de l'appareil, le concepteur envisage une solution technique utilisant 3 rouleaux. À partir du plan du berceau mobile **DT11**, on envisage de vérifier le non matage entre ces 3 rouleaux et la plaque basse.

On donne pour cette question :

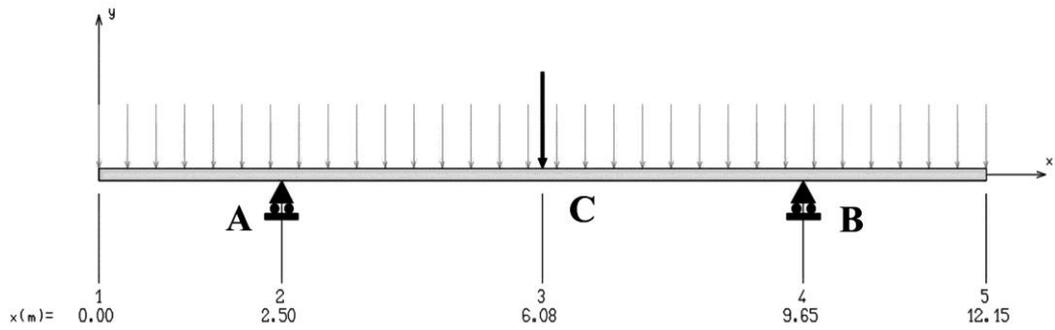
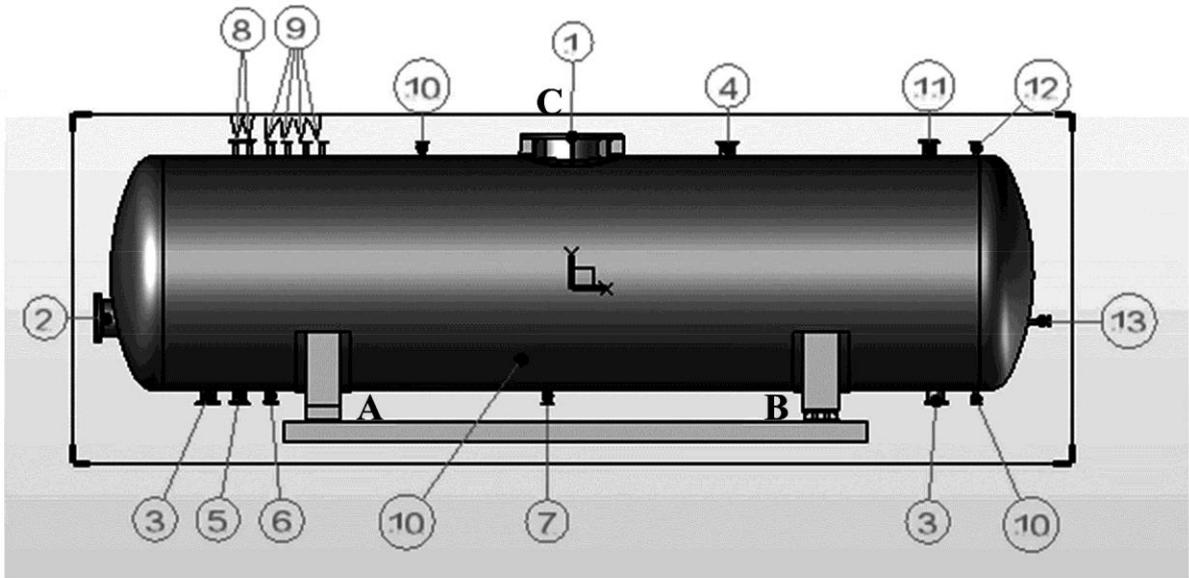
<i>Rappel sur le matage : <b>DT12</b> Matériau plaque ou rouleau : <math>E = 210\,000 \text{ MPa}</math></i>	<i>Effort sur le berceau mobile: <math>380 \text{ kN}</math> Pression matage admissible : <math>120 \text{ MPa}</math></i>
--	--

3.1. **Déterminer**  $r_r$  et  $E_e$ .

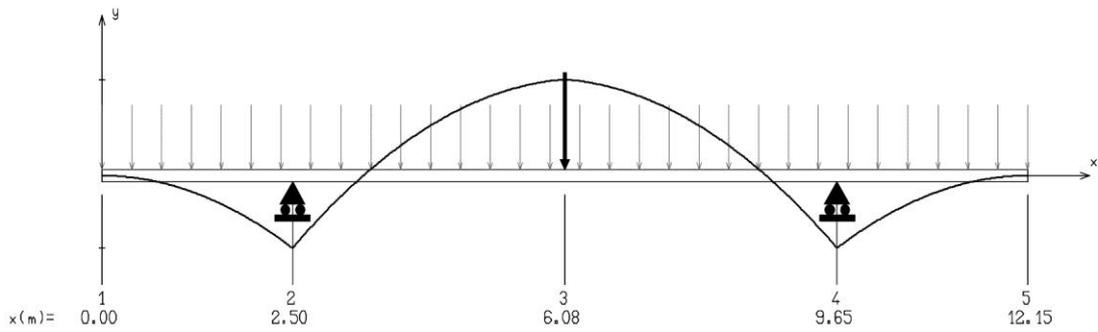
3.2. **Calculer** la pression de matage.

3.3. **Vérifier** la condition de matage. **Conclure**.

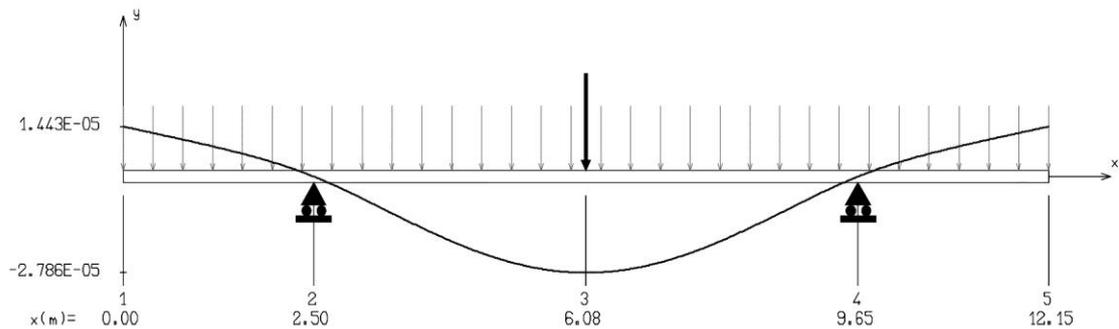
3.4. **Proposer** des solutions techniques si la condition n'est pas vérifiée.



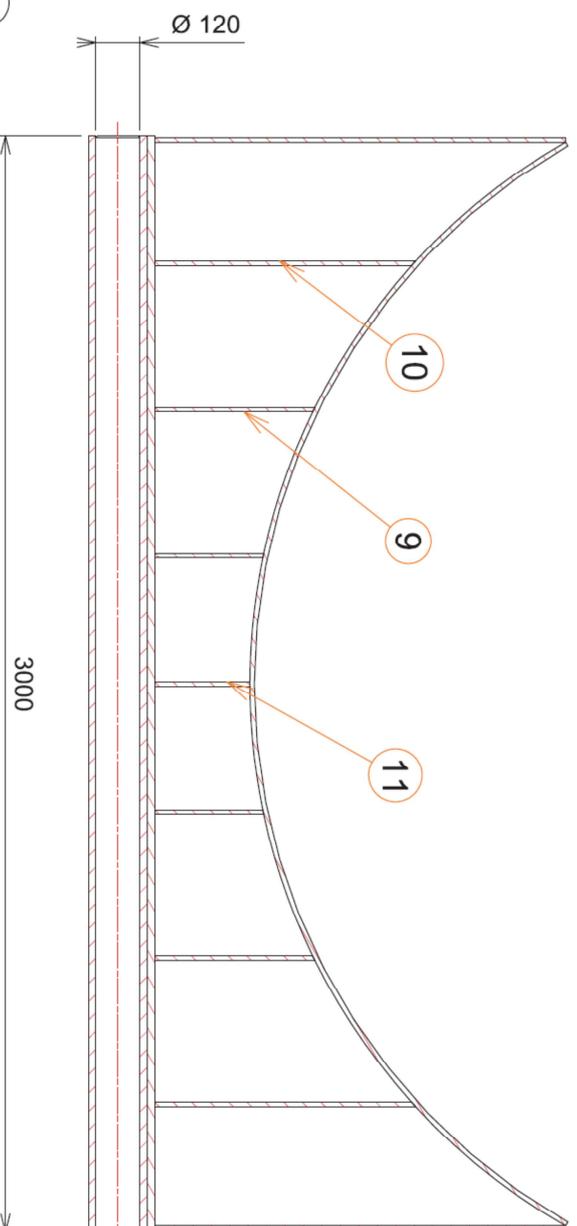
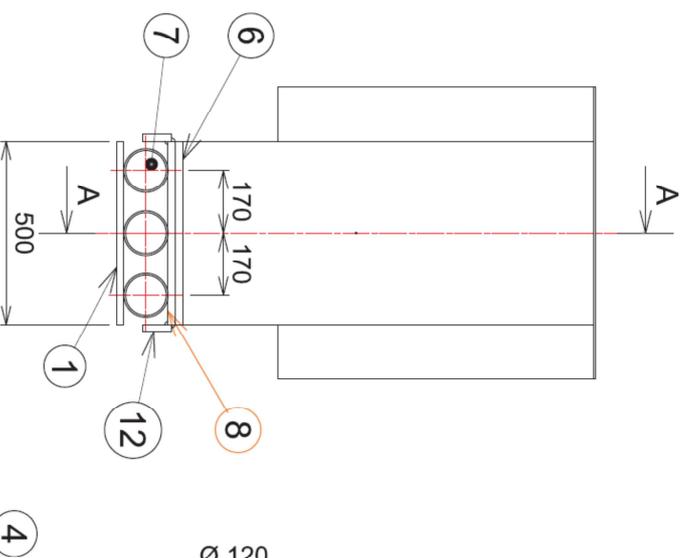
MOMENT FLECHISSANT [ kN.m ]



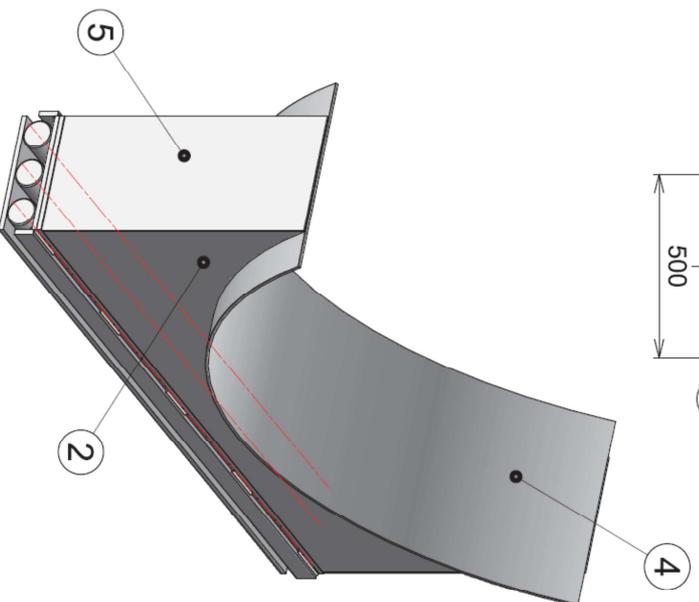
FLECHE [ m ]



**DT10**



A - A



## Avant projet du BERCEAU MOBILE

12	2	Butée	P265GH	-
11	1	Gousset central	P265GH	-
10	2	Gousset extrémité	P265GH	-
9	2	Gousset Intermédiaire	P265GH	-
8	1	Plaque haute	P265GH	-
7	3	Rouleau	S235	-
6	1	Semelle de base	P265GH	-
5	2	côté	P265GH	-
4	1	fouiture	P265GH	-
2	2	plaque avant	P265GH	-
1	1	plaque basse	P265GH	-
REPERE	NB.	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATIONS

# Matage : formule de Hertz

Contact linéique entre deux solides notés 1 et 2

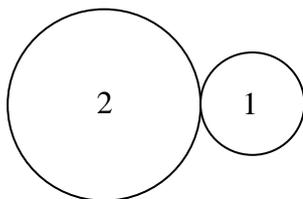
$$p = 0,418 \sqrt{\frac{\|\vec{R}\| E_e}{r_r l}}$$

Avec :

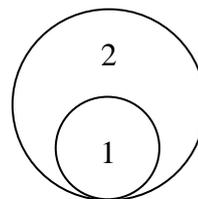
- ✓ p : pression de contact (MPa)
- ✓  $\|\vec{R}\|$  : résultante des efforts au contact de la pièce (N)
- ✓  $r_r$  : rayon de courbure relatif au niveau du contact (mm)

$$\text{Relation : } \frac{1}{r_r} = \left| \frac{1}{r_1} \pm \frac{1}{r_2} \right|$$

- ✓  $r_1$  : rayon de courbure du cylindre 1
  - ❖  $r_2$  : rayon de courbure du cylindre 2 (pour un plan  $r_2 = \infty$ )
  - ❖ Signe + pour la tangence extérieure
  - ❖ Signe - pour la tangence intérieure



Signe +



Signe -

- ✓  $E_e$  : Module d'élasticité équivalent (MPa)
- ✓

$$\text{Relation : } \frac{1}{E_e} = \frac{1}{2} \cdot \left| \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right|$$

- ✓  $E_1$  : Module d'élasticité du matériau du solide 1
- ✓  $E_2$  : Module d'élasticité du matériau du solide 2
- ✓  $l$  : longueur de contact avec la pièce

**DT12**