

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

SESSION 2016

E4 – CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

U 41 – DIMENSIONNEMENT ET VÉRIFICATION D'OUVRAGES

Durée : 4 heures - Coefficient : 3

Éléments de correction

CODE ÉPREUVE : 1606CLE4DVO		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE	
SESSION 2016	CORRIGE	ÉPREUVE : ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN ENSEMBLE CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE OU DE TUYAUTERIE U 41- DIMENSIONNEMENT ET VÉRIFICATION D'OUVRAGES			
Durée : 4h	Coefficient : 3			Corrigé N° 01ED15	Page : 1/5

Codes et règlements

1.1 $V_{\text{int}} = V_{\text{virole}} + V_{\text{fond}}$

➤ Virole : $Di = De - 2en = 3.4 - (2 * 0.016) = 3.368 \text{ m}$

$$V_{\text{virole}} = (\pi * 3.368^2 / 4) * 11.9 = 106 \text{ m}^3$$

➤ Fonds : $V_{\text{fond}} = 2 * 3.75 = 7.5 \text{ m}^3$

$$V_{\text{int}} = 106 + 7.5 = 113.5 \text{ m}^3$$

1-2 Caractéristique donnée = 110 m^3 Acceptable

La différence peut s'expliquer par le volume occupé par les différents accessoires intérieurs.

2-1 Vapeur => Gaz du groupe 2

Tableau GA5232 : P=3.8 bar et V=110 000 litres => Catégorie de risque III

2-2 Risques III et évaluation des facteurs moyenne => Catégorie de construction B2

2-3 Tableau GA542 : z=0.85 et contrainte f_1

3-1 SNS : P265GH Acier au carbone, $\theta=200^\circ\text{C}$, $R_m = 410 \text{ Mpa}$, $R_{P0.2}^{200^\circ} = 205 \text{ Mpa}$

$$\text{Calcul de } f_1 = \text{Min} \left\{ \frac{R_{P0.2}^{200^\circ}}{1.5}; \frac{R_m}{2.4} \right\} = \text{Min} \left\{ \frac{205}{1.5}; \frac{410}{2.4} \right\} = \text{Min}\{136,67 ; 170,8\}$$

$$\Rightarrow f_1 = 136,7 \text{ MPa}$$

3-2 Essai : P265GH Acier au carbone, $\theta=20^\circ\text{C}$

$$\text{Calcul de } f_1 = 0,95 \times R_{p0.2} = 0,95 \times (265-10) = 242,25 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow f_1 = 242,25 \text{ MPa}$$

4-1 SNS : $e = \frac{0,63 * 3400}{(2 * 130 * 0,85) + 0,63} = 9,66 \text{ mm}$

4-2 $en \geq 9,66 + 3 + 0,6 + 0,5$

$$16 \geq 13,76 \text{ mm} \quad \text{Vérifiée}$$

5-1 Essai : $e = \text{Max} \{e_s, e_y, e_b\}$

$$\checkmark \quad e_s = \frac{1,26 * 3400}{(2 * 240 * 1) - (0,5 * 1,26)} \Rightarrow e_s = 8,94 \text{ mm}$$

✓ recherche de β

$$(0,75 + 0,2 * \frac{3400}{3400}) * \frac{1,26}{240} = 0,005$$

$$\frac{r}{Di} = \frac{r}{De} = 0.1$$

$$\beta = 0,96$$

$$e_y = 0,96 (0,75 * 3400 + 0,2 * 3400) * \frac{1,26}{240} \Rightarrow e_y = 16,28 \text{ mm}$$

✓ $e_y > 0,005 D_i \Rightarrow 16,28 > 0,005 * 3400 \Rightarrow 16,28 > 17$ non vérifiée donc il faut calculer e_b

$$e_b = 0,0433 (0,75 * 3400 + 0,2 * 3400) * \left(\frac{3400}{340}\right)^{0,55} * \left(\frac{1,26}{240}\right)^{0,667} \Rightarrow e_b = 14,96 \text{ mm}$$

$$e = \text{Max} \{8,94 ; 16,28 ; 14,96\} \Rightarrow e = 16,28 \text{ mm}$$

5-2 $e_u = 25 - 3 - (0,15 * 25) = 18,25 \text{ mm} \Rightarrow e_u > e$ Vérifiée

6-1 Virole : $e = e_n - c - c1 - c2 = 16 - 3 - 1,1 = 11,9 \text{ mm}$

$$D_m = D_e - e = 3400 - 11,9 = 3388,1 \text{ mm}$$

Tubulure : $e_t = 12 - 3 - 0,8 = 8,2 \text{ mm}$

$$d = d_i = 1100 - (8,2 * 2) = 1083,6 \text{ mm}$$

6-2 $d > 0,14 \sqrt{D_m * e}$

$$1083,6 > 0,14 \sqrt{3388,1 * 11,9}$$

$$1083,6 > 28,11 \Rightarrow \text{il faut vérifier}$$

Même matériau et même pression de calcul donc formule de vérification simplifiée

$$(S + S_t + S_r) * (f - 0,5P) \geq P * G$$

Calcul des surfaces :

➤ $S = L * e \Rightarrow e = 11,9 \text{ mm}$ et $L = k_o * \sqrt{D_m * e} = 0,971 * \sqrt{3388,1 * 11,9} = 195 \text{ mm}$

✓ Recherche de k_o :

$$\delta = \frac{d}{\sqrt{D_m * e}} = \frac{1083,6}{\sqrt{3388,1 * 11,9}} = 5,39$$

$$k_o = \frac{13}{12} - \frac{5,39}{48} = 0,971$$

$$S = 195 * 11,9 = \mathbf{2320,5 \text{ mm}^2}$$

➤ $S_t = (l + e) * e_t \Rightarrow e_t = 8,2 \text{ mm}$ et $l = \text{Min}\{\sqrt{D_m * e_t} ; l_t\} = \text{Min}\{94,62 ; 285\} = 94,62 \text{ mm}$

✓ $\sqrt{D_m * e_t} = \sqrt{1091,8 * 8,2} = 94,62 \text{ mm}$

✓ $l_t = 2000 - (3400 / 2) - 15 = 285 \text{ mm}$

$$S_t = (94,62 + 11,9) * 8,2 = \mathbf{873,46 \text{ mm}^2}$$

➤ $S_r = 195 * 20 = \mathbf{3900 \text{ mm}^2}$

➤ $G = R_i * (L + d_e/2) + (d * (e + l))$

$$G = (1700 - 11,9) * (195 + (1100/2)) + (1083,6 * (11,9 + 94,62)) = \mathbf{1373059,5 \text{ mm}^2}$$

Vérification :

$$(2320,5 + 873,46 + 3900) * (130 - (0,5 * 0,63)) \geq 0,63 * 1373059,5$$

$$919980 \text{ mm}^2 \geq 865027 \text{ mm}^2 \text{ Condition vérifiée}$$

Mécanique

$$1-1 \Delta l_{(20^\circ \rightarrow 150^\circ)} = 7150 * 12 \cdot 10^{-6} * (150 - 20) = 11,15 \text{ mm}$$

$$1-2 N = \frac{\Delta l * E * S_0}{l_0} = \frac{12 * 190000 * 170098,4}{7150} = 54241166 \text{ N}$$

$$\text{➤ } S_0 = \frac{\pi(3400^2 - 3368^2)}{4} = 170098,4 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{54241166}{170098,4} = 318,9 \text{ MPa}$$

$$1-3 \sigma < \sigma_{\text{adm}} \Rightarrow 318,9 \text{ MPa} \leq 130 \text{ MPa} \Rightarrow \text{La contrainte n'est pas admissible}$$

1-4 Pour cet appareil, la solution technique utilisée est la mise en place d'un berceau mobile.

Un soufflet ou compensateur de dilation permet également de pallier à la dilatation

$$2-1-1 V_{\text{total}} = \frac{\pi * ((3,4 - 0,016)^2)}{4} * 12,15 = 108,24 \text{ m}^3 \quad \text{à moitié remplie} \quad V_{\text{total}} / 2 = 54,122 \text{ m}^3$$

$$M = 54,122 * 1000 = 54,122 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$P = 54,122 \cdot 10^3 * 10 = 541,22 \cdot 10^3 \text{ N} = 541,22 \text{ kN}$$

$$q_{\text{eau}} = 541,22 / 12,15 = \mathbf{44,54 \text{ kN/m}}$$

$$2-1-2 V_{\text{total}} = \frac{\pi * (3,4^2 - 3,368^2)}{4} * 12,15 = 2,07 \text{ m}^3$$

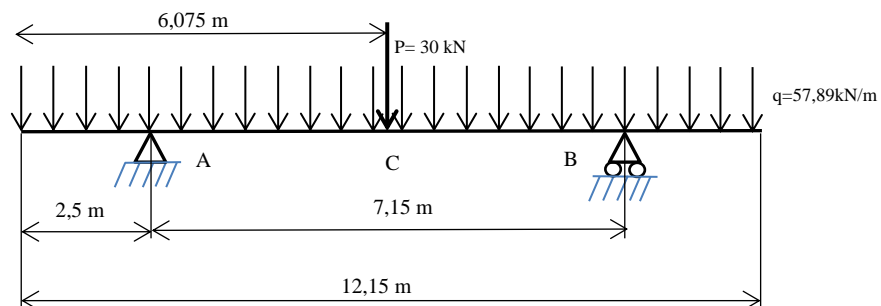
$$M = 2,07 * 7850 = 16224 \text{ kg}$$

$$P = 16224 * 10 = 162240 \text{ N} = 162,24 \text{ kN}$$

$$q_{\text{acier}} = 162,24 / 12,15 = \mathbf{13,35 \text{ kN/m}}$$

$$2-1-3 q = q_{\text{eau}} + q_{\text{acier}} = 44,54 + 13,35 = \mathbf{57,89 \text{ kN/m}}$$

2-1-4



$$2-2-1 \quad R_A = R_B = \frac{q \cdot l}{2} + \frac{P}{2} = \frac{60 \cdot 12,15}{2} + \frac{30}{2} = 379,5 \text{ kN} = 379500 \text{ N}$$

2-3-1 Au point C : M_f est maximum

$$M_{f \text{ Maxi}} = - (((60 \cdot 6,075) \cdot 3,0375) - (380 \cdot 3,575)) = 251,33 \text{ kN.m}$$

$$2-3-2 \quad \sigma_{\text{Maxi}} = \frac{M_{f \text{ Maxi}}}{\frac{I_{GZ}}{v}} = \frac{255 \cdot 10^6}{143229250} = 1,78 \text{ MPa}$$

$$\checkmark \quad I_{GZ} = \frac{\pi \cdot (3400^4 - 3368^4)}{64} = 2,43 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$\checkmark \quad v = \frac{De}{2} = \frac{3400}{2} = 1700 \text{ mm}$$

$$\checkmark \quad \frac{I_{GZ}}{V} = \frac{1,83 \cdot 10^{11}}{1700} = 143229250 \text{ mm}^3$$

Condition de résistance : $\sigma_{\text{Maxi}} \leq \sigma_{pe} \Rightarrow 1,78 \text{ MPa} \leq 145 \text{ MPa}$ la condition est vérifiée

$$3-1 \quad \frac{1}{r_r} = \frac{1}{60} \Rightarrow r_r = 60 \text{ mm} \quad (r_2 = \infty)$$

$$\frac{1}{Ee} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{210000} + \frac{1}{210000} \right) \Rightarrow Ee = 210000 \text{ MPa}$$

$$3-2 \quad p_{\text{mat}} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{380 \cdot 10^3 \cdot 210\,000}{3 \cdot 60 \cdot 3000}} = 160,7 \text{ MPa}$$

3-3 $p_{\text{mat}} \leq p_{\text{adm}} \Rightarrow 160,7 \text{ MPa} \leq 120 \text{ MPa}$
la condition n'est pas vérifiée car le matage est trop important

- 3-4 Solutions techniques :
- Changer le matériau des rouleaux
 - Augmenter le nombre de rouleaux
 - Augmenter le diamètre des rouleaux
 - Effectuer un traitement thermique
 - Autoriser un léger matage