



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV®](#)

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

www.formav.co/explorer

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

SESSION 2011

E4 – CONCEPTION ET RÉALISATION EN
CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

U 41 – DIMENSIONNEMENT ET VÉRIFICATION
D'OUVRAGES

Durée : 4 heures - Coefficient : 3

Éléments de correction

CODE ÉPREUVE : CLE4DVO		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE
SESSION 2011	CORRIGÉ	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° 27ED11 Page : 1/9

CODES et REGLEMENTS

11 Contrainte nominale de calcul en SNS

$$\left. \begin{array}{l} \text{Acier austénitique 4\% > 35\%} \\ X_2 \text{ Cr Ni Mo 17-12-2} \\ \text{Seul } R_{p1.0} \text{ spécifiée} \\ \text{Appareil de catégorie B2} \end{array} \right\} \Rightarrow f_1 = \frac{R_{p1.0}}{1,5}$$

$$\text{Température de calcul } 170^\circ\text{C} \Rightarrow R_{p1.0}^{170} = R_{p1.0}^{150} - \frac{20 \times 14}{50} = 175,4 \text{ MPa}$$

$$f_1 = \frac{175,4}{1,5} = 116,9 \text{ MPa}$$

12 Epaisseur nominale de la tôle en SNS

$$e = \frac{p D_e}{2 f_2 + p} = \frac{1 \times 800}{2 \times 110 \times 0,85 + 1} = 4,25 \text{ mm}$$

$$e_n \geq e + c + c_1 + c_2 = 4,25 + 2,2 + 0,4 + 0,2 = 7,05$$
$$\Rightarrow e_n = 8 \text{ mm}$$

13 Epaisseur nominale du fond en SNS

fond elliptique conforme à la norme NF E81 103 sans soudure

$$\Rightarrow R = 0,856 D_i = 0,856 \times 800 = 684,8 \text{ mm}$$

$$r = 0,183 D_i = 0,183 \times 800 = 146,4 \text{ mm}$$

$$e = \max [(e_s); (e_g); (e_b)]$$

Calcul de e_s

$$e_s = \frac{p \times R}{2 f_2 - 0,5 p} = \frac{1 \times 684,8}{2 \times 110 \times 1 - 0,5 \times 1} = 3,12 \text{ mm}$$

calcul de e_y

$$e_y = (\beta (0,75R + 0,2D_i)) \frac{P}{f}$$

détermination de β

$$(0,75 + 0,2 \frac{a}{R}) \frac{P}{f}$$

$$\left. \begin{aligned} (0,75 + 0,2 \times \frac{800}{684,8}) \frac{1}{110} &= 0,00894 \\ \frac{D_i}{r} &= 0,183 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \beta = 0,59$$

$$e_y = 0,59 (0,75 \times 684,8 + 0,2 \times 800) \frac{1}{110} = 3,61 \text{ mm}$$

Calcul de e_b

$$e_y > 0,005 D_i \Rightarrow 3,61 > 0,005 \times 800 = 4$$

$\Rightarrow$ il faut donc calculer e_b

$$e_b = 0,0433 (0,75R + 0,2D_i) \times \left(\frac{D_i}{r} \right)^{0,55} \times \left(\frac{P}{f} \right)^{0,667}$$

$$e_b = 0,0433 (0,75 \times 684,8 + 0,2 \times 800) \times \left(\frac{800}{1464} \right)^{0,55} \times \left(\frac{1}{110} \right)^{0,667} = 3,23 \text{ mm}$$

$$e = \text{MAX} ((3,12); (3,61); (3,23)) = 3,61 \text{ mm}$$

$$e_m \geq e + c + c_1 + c_2$$

$$e_m \geq 3,61 + 2,2 + 0,4 + 1 = 7,21 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow e_m = 8 \text{ mm}$$

21. Vérification de la résistance du fond au niveau de l'ouverture

Calculs préliminaires

e	5		e _t	4	
R _i	675,45	R _i = 0,855 × 790 = 675,45	e _t '	1,8	
			d _e	139,7	
D _m	1355,9	D _m = 2 × 675,45 + 5 = 1355,9	d _i	131,7	d _i = 139,7 - 2 × 4 = 131,7
			d	131,7	
$\sqrt{D_m \times e} = \sqrt{1355,9 \times 5} = 82,34$			d _m	135,7	d _m = 131,7 + 4 = 135,7
			d _m '	133,5	d _m ' = 131,7 + 1,8 = 133,5

$$d > 0,14 \sqrt{D_m \times e} \Rightarrow 131,7 > 0,14 \times 82,34$$

⇒ il faut donc vérifier $(S + S_t) / (f - 0,5P) \geq P_9$

Calcul de S

$$S = L \times e$$

$$S = 82,34 \times 5$$

$$S = 411,7 \text{ mm}^2$$

$$L = k_0 \sqrt{D_m \times e} = 82,34 \text{ mm}$$

$$S = \frac{d}{\sqrt{D_m \times e}} = \frac{131,7}{82,34} = 1,6 \Rightarrow k_0 = 1$$

Calcul de S_t

$$S_t = (l + e) e_t + l' e_t'$$

$$S_t = (23,3 + 5) \times 4 + 7,75 \times 1,8$$

$$S_t = 127,15 \text{ mm}^2$$

$$l = \text{MIN} \{ (\sqrt{D_m \times e_t}); (l_e) \}$$

$$l = \text{MIN} \{ (\sqrt{1355,9 \times 4}); (90) \}$$

$$l = \text{MIN} \{ (23,3); (90) \} = 23,3 \text{ mm}$$

$$l' = \text{MIN} \{ (0,5 \sqrt{d_m \times e_t'}); (l_e') \}$$

$$l' = \text{MIN} \{ (0,5 \sqrt{133,5 \times 1,8}); (20) \}$$

$$l' = \text{MIN} \{ (7,75); (20) \} = 7,75 \text{ mm}$$

Calcul de G

$$G = \frac{\pi R_i^2}{2\pi R_m} \left(L + \frac{d_e}{2} \right) + \frac{d}{2} (l + e)$$

$$G = \frac{675,45^2}{1355,9} \left(82,34 + \frac{139,7}{2} \right) + \frac{131,7}{2} (23,3 + 5) = 53\,072,4 \text{ mm}^2$$

$$(S + S_e)(1 - 0,5P) \geq PG$$

$$(411,7 + 127,15)(110 - 0,5 \times 1) \geq 1 \times 53\,072,4$$

$$59004 \text{ N} \geq 53\,072 \text{ N}$$

$\Rightarrow$ pas de confort

MECANIQUE

11 Voir feuille 10/10

12 Choix du vsm 13

1) Poids de la bride DN 800 PN 16

$$P = M g$$

$$P = V \times \bar{w}$$

$$P = S \times h \times \bar{w}$$

$$P = \frac{\pi}{4} [(D_o^2 - D_i^2) - 24 d^2] \times h \times \bar{w}$$

$$P = \frac{\pi}{4} [(1025^2 - 800^2) - 24 \times 39^2] \times 0,38 \times 80 = \underline{893,25 \text{ N}}$$

$$\bar{w} = 80 \text{ N/dm}^3$$

$$D_o = 1025 \text{ mm} = 10,25 \text{ dm}$$

$$D_i = 800 \text{ mm} = 8 \text{ dm}$$

$$h = 38 \text{ mm} = 0,38 \text{ dm}$$

$$d = 39 \text{ mm} = 0,39 \text{ dm}$$

2) Coordonnées du Centre de Gravité

$$x_g = \frac{x_{Gc} \times P_c + x_{Gb} \times P_b + x_{Gs} \times P_s}{P_c + P_b + P_s} = \frac{-4 \times 304 - 490 \times 50}{304 + 90 + 50}$$

$$x_g = -57,9 \text{ mm}$$

$$y_g = \frac{-6 \times 304 + 5 \times 50}{304 + 90 + 50} = -3,54 \text{ mm}$$

$$z_g = \frac{520 \times 304 + 1158 \times 90 + 960 \times 50}{304 + 90 + 50} = 698,9 \text{ mm}$$

3) Itollement de E = (2+3+4+20)

* Bilan

$$\mathcal{L}_P = \begin{Bmatrix} \vec{P} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_G = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -1044 & 0 \end{Bmatrix}_G ; \quad \mathcal{L}_{P_3} = \begin{Bmatrix} \vec{P}_3 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{G_3} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -120 & 0 \end{Bmatrix}_{G_3}$$

$$\vec{C}_{g \rightarrow 3} = \begin{Bmatrix} \vec{F}_{g/3} \\ \vec{M}_{g/3} \end{Bmatrix}_0 = \begin{Bmatrix} X_{g/3} & L_{g/3} \\ Y_{g/3} & M_{g/3} \\ 0 & N_{g/3} \end{Bmatrix}_{2q3} ; \quad \vec{C}_{16 \rightarrow 3} = \begin{Bmatrix} \vec{B} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_B = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ B & 0 \end{Bmatrix}_{2q3}$$

* PFS

$$\sum \vec{C}_{ext/E} = \begin{Bmatrix} \vec{0} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{2q3}$$

* Equations de l'équilibre

- théorème de la résultante

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{P}_3 + \vec{F} + \vec{B} = \vec{0}$$

$$\sum \text{des } X \Rightarrow 0 + 0 + X_{g/3} + 0 = 0 \quad (Eq 1) \Rightarrow X_{g/3} = 0 \text{ daN}$$

$$\sum \text{des } Y \Rightarrow 0 + 0 + Y_{g/3} + 0 = 0 \quad (Eq 2) \Rightarrow Y_{g/3} = 0 \text{ daN}$$

$$\sum \text{des } Z \Rightarrow -1040 - 120 + 0 + B = 0 \quad (Eq 3) \Rightarrow B = 1160 \text{ daN}$$

- théorème du moment résultant

$$\sum \vec{M}_{O_i} + \sum \vec{M}_{O_j} = \vec{M}_{O/3} + \vec{M}_{O/P} + \vec{M}_{O/P_3} + \vec{M}_{O/F} + \vec{M}_{O/B} = \vec{0}$$

$$\vec{M}_{O/3} + \vec{Og} \wedge \vec{P} + \vec{Og_3} \wedge \vec{P_3} + \vec{P} + \vec{OB} \wedge \vec{B} = \vec{0}$$

$$\begin{vmatrix} L_{g/3} & 182 & 0 & 65 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ M_{g/3} & -628 & 0 & 90 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ N_{g/3} & 75 & -1044 & 125 & -120 & 125 & B & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$\sum \text{des } L \Rightarrow L_{g/3} + 628 \times 1044 - 90 \times 120 = 0$$

$$L_{g/3} + 644\,832 = 0 \quad (Eq 4) \Rightarrow L_{g/3} = -644\,832 \text{ N.mm}$$

$$\sum \text{des } M \Rightarrow M_{g/3} + 182 \times 1044 + 65 \times 120 = 0$$

$$M_{g/3} + 197\,808 = 0 \quad (Eq 5) \Rightarrow M_{g/3} = -197\,808 \text{ N.mm}$$

$$\sum \text{des } N \Rightarrow N_{g/3} + 0 = 0 \quad (Eq 6) \Rightarrow N_{g/3} = 0 \text{ N.mm}$$

4)

V	A	L	20	A	50	36	1000	TR	TR	1	5	2	6
---	---	---	----	---	----	----	------	----	----	---	---	---	---

21. Moment quadratique

$$\begin{aligned}
 I_{G_3}(S) &= I_{G_3}(S_1) + 2 I_{G_3}(S_2) + 2 I_{G_3}(S_3) \\
 &= I_{G_3}(S_1) + S_1 d_1^2 + 2 [I_{G_3}(S_2) + S_2 d_2^2] + 2 [I_{G_3}(S_3) + S_3 d_3^2] \\
 &= \frac{B_1 H_1^3}{12} + 4 B_1 d_1^2 + 2 \left[\frac{B_2 H_2^3}{12} + 4 B_2 d_2^2 \right] + 2 \left[\frac{B_3 H_3^3}{12} + B_3 d_3^2 \right] \\
 &= \frac{280 \times 5^3}{12} + 280 \times 5 \times 40^2 + 2 \left[\frac{5 \times 110^3}{12} + 5 \times 110 \times 17,5^2 \right] \\
 &\quad + 2 \left[\frac{50 \times 5^3}{12} + 50 \times 5 \times 75^2 \right] = 6\,502\,500 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

22. Torseur de cisailure

Système plan $(x, y) \Rightarrow T_3, M_6 \text{ et } M_3$ sont nuls

$$N = -Z \text{ des } X_{G \rightarrow D} = -F = -14\,000 \text{ N}$$

$$T_9 = -Z \text{ des } Y_{G \rightarrow D} = -A + B = -2736 + 10000 = 7264 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 M_3 &= -Z \text{ des } N_{G \rightarrow D} = +A \times x - B \times (x - 1255) \\
 &= 2736 \times x + 10000 \times 1255 - 10000x \\
 &= (-7264x + 12\,550\,000) \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow N_{\max} = -14\,000 \text{ N}$$

$$M_3^{\max} = -7264 \times 2255 + 12\,550\,000 = -3\,830\,320 \text{ N.mm}$$

$$23 \quad \overline{\sigma}_v = \frac{14\,000}{3000} = 4,66 \text{ N/mm}^2$$

$$24 \quad \overline{\sigma}_{M_3} = \frac{M_3^{\max} \times y}{I_{G_3}} = \frac{3\,800\,000 \times 77,5}{6\,500\,000} = 45,30 \text{ N/mm}^2$$

$$25 \quad \overline{\sigma}_T = \overline{\sigma}_v + \overline{\sigma}_{M_3} = 4,66 + 45,30 = 50,96 \approx 50 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$$

REPONSES :

Course du vérin $\equiv C \equiv BA' - BA$

$$C = (83 - 53) \times 10 = 300$$

Interférence cuve (2) / poteau support (8)

☐ Interférence

☒ Non interférence

