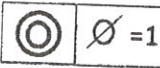
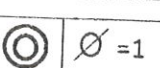


س 1: اليكم ترتيب المراحل لتشغيل قطعة (الجدول 1) وتحديد مرجعية الانطلاق (الجدول 2).

الجدول 1: المشروع المعتمد لورقة تحليل الصنع

المشروع المعتمد لورقة تحليل الصنع		
الرقم	الأسلوب	العمليات الأولية
100	مراقبة الخام	مراقبة: ابعاد الخام، السمك الإضافي للتشغيل، المواصفات الهندسية
200	خراطة	السطوح 1، 2، 3، 4 و 16
300	خراطة	السطحين 6 و 15
400	ثقب	السطوح 7، 8 و 9
500	ثقب	السطوح 10، 11 و 12
600	تفريز	السطحين 13 و 14
700	مراقبة نهائية	قطعة مشغلة تامة: مراقبة ابعاد الصنع، المواصفات الهندسية و مؤشر الخشونة

الجدول 2: تحديد مرجعية الانطلاق (الإمسك الأول للقطعة)

الاختيار	عدد درجات الحرية الممكن إلغاؤها	طبيعة السطح	IT	العلاقة بعدية أو هندسية	السطح المشغل	السطح الخام	الرمز
2	1 أو 2	واسع	1		2	B1	OX
1	1 أو 3	واسع	1	3_{-1}^{+0}	7	B3	
2	1 أو 2	واسع	1		2	B1	OY
1	1 أو 3	ضيق	1,4	$20 \pm 0,7$	3	B2	OZ

المعطيات:

- الرسم التعريفي للقطعة

- جدول المشروع المعتمد لورقة تحليل الصنع

- جدول تحديد مرجعية الانطلاق

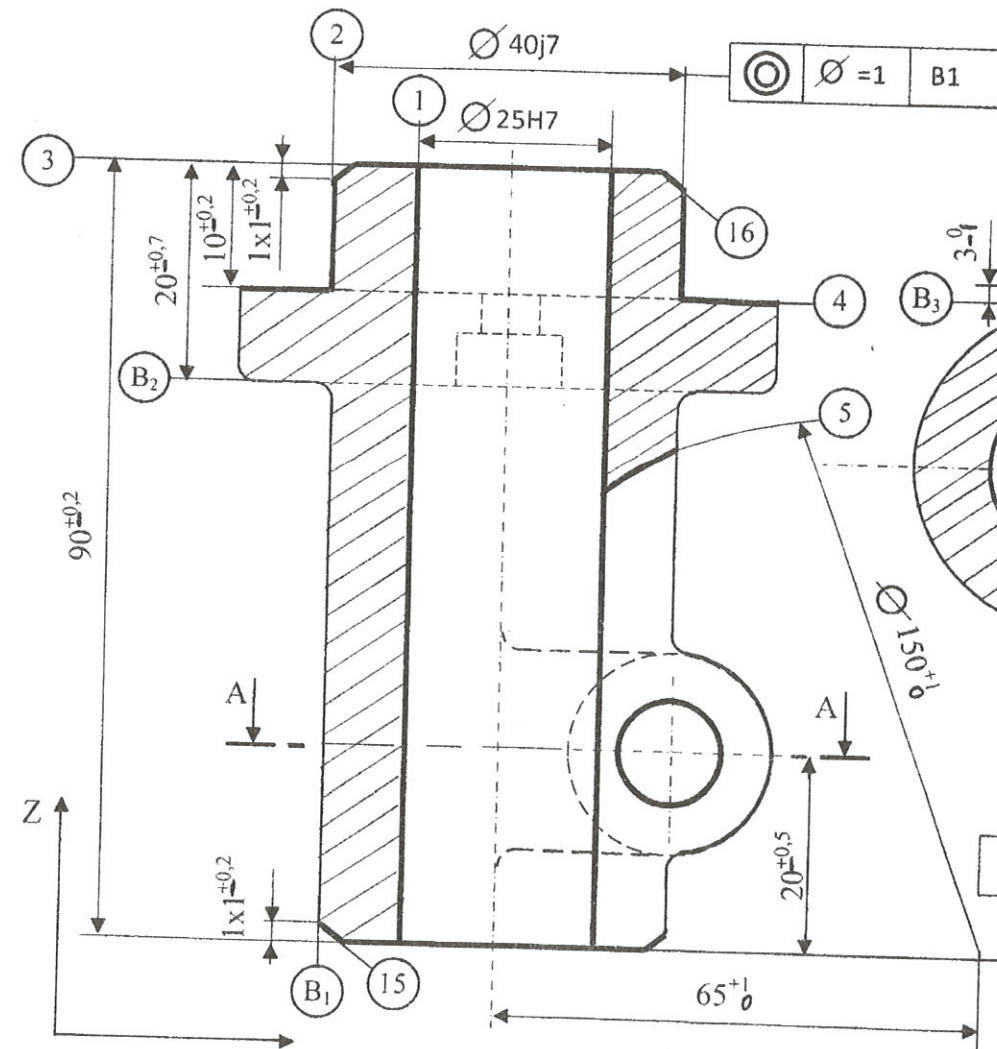
- وثيقة عقد المرحلة

- سرعة القطع: $V_c = 95 \text{ m/mn}$

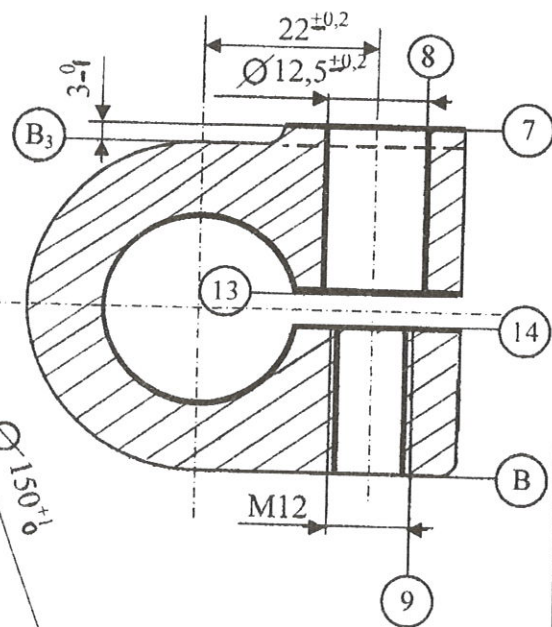
- سرعة التغذية: $a = 0,23 \text{ mm/tr}$

المطلوب: من خلال الجدولين السابقين انجز عقد المرحلة، للمرحلة 300 باستعمال الرموز التكنولوجية؟

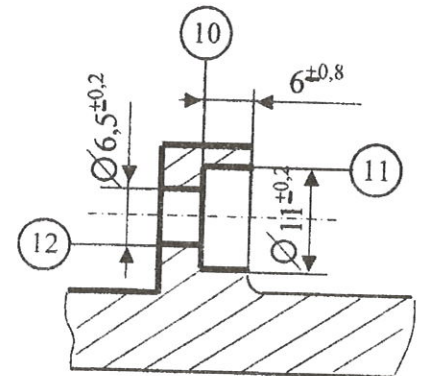
B - B



A - A



C - C



الفرصيات المتعلقة:

- بالقطعة: مسبوكة بقالب من الرمل، من حديد الزهر Ft22، يتطلب استعمال أدوات مكربدة، السمك الإضافي للتشغيل 3مم.

- بالصنع: 250 قطعة خلال 4 سنوات دون أي تغيير بالشكل والمقاسات.

- بمعدات الورشات: آلات الصنع لمجموعات صغيرة ومتوسطة. مؤشر الخشونة 6,3 عدا تعيين خاص

4GM

TSA

الالة: آلة تفريز أفقية FH

العدد: 250

المرحلة: خراطة

رقم المرحلة: 300

عقد المرحلة

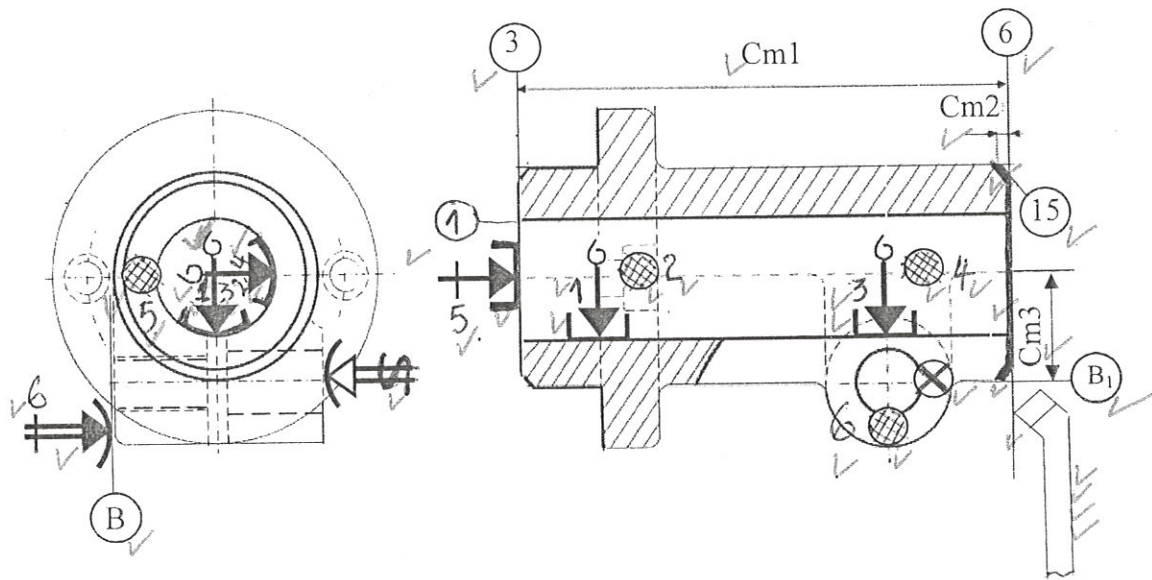
القطعة: حامل مسند لمنضدة

المجموعة: X

المادة: Ft 22

الخام: قولبة بالرمل

رسم المرحلة



الرقم	العمليات	عناصر القطع				أدوات	
		A (mm/mn)	a (mm/tr)	N (tr/mn)	V _c (m/mn)	المراقبة والقياس	القطع
300	خراطة تط 4 ن (1,2,3,4) على 1 س ن 1 ن (5) على 3 مصد 1 ن (6) على B الشد معاكس للاستناد						ظرف ثلاثي الفكوك مصد
301	تسوية 6 ب F Cm1=90 ^{+0,2}	278,34	0,23	1210,19	95		اداة خرط محنية من ARS
302	شطف 15 ب F Cm1=90 ^{+0,2} Cm2=1x1 ^{+0,2} 2xCm3= 40 ^{+0,011} -0,005	278,34	0,23	1210,19	95		اداة خرط محنية من ARS
	الخشونة: Ra=6,3						

8

72

2

2

2

2

38

3

EMD 2

Module : Méthode Des Eléments Finis

Exercice 1 (8 pts)

On considère la poutre (figure 1) composée de deux éléments et sachant que EI constant, on demande de :

- 1- Calculer les déplacements aux nœuds,
- 2- Exprimer la fonction du déplacement v en termes des déplacements nodaux pour l'élément 1 et calculer le déplacement au milieu de cet élément,
- 3- Calculer les forces aux extrémités pour chaque élément de cette structure,
- 4- Déterminer et Tracer les diagrammes de M et T .

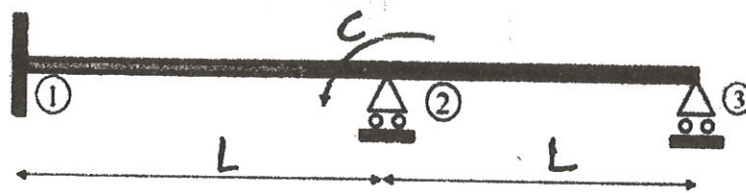


Figure 1

Données:

$$N_1(x) = \left(1 - \frac{3x^2}{L^2} + \frac{2x^3}{L^3}\right); \quad N_2(x) = \left(x - \frac{2x^2}{L} + \frac{x^3}{L^2}\right)$$

$$N_3(x) = \left(\frac{3x^2}{L^2} - \frac{2x^3}{L^3}\right); \quad N_4(x) = \left(-\frac{x^2}{L} + \frac{x^3}{L^2}\right)$$

Exercice 2 (7 pts)

Soit la poutre (figure 2) composée de deux éléments et sachant que EI constant. En utilisant le principe de superposition.

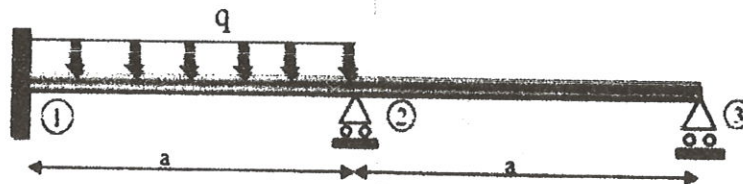


Figure 2

- 1- Déterminer la matrice de rigidité globale du système,
- 2- Calculer les déplacements aux nœuds,
- 3- Calculer les forces aux extrémités pour chaque élément de cette structure,
- 4- Déterminer et Tracer les diagrammes de M et T .

Correction de l'EMD 2
Module : Méthode Des Eléments Finis

Exercice 1 (8 pts)

1- Calcul les déplacements aux nœuds

- La matrice de rigidité pour chaque élément :

$$[K]^{[1]} = [K]^{[2]} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix}$$

0,5

- Assemblage :

$$[K_s] = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L & 0 & 0 \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 & 0 & 0 \\ -12 & -6L & 24 & 0 & -12 & 6L \\ 6L & 2L^2 & 0 & 8L^2 & -6L & 2L^2 \\ 0 & 0 & -12 & -6L & 12 & -6L \\ 0 & 0 & 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix}$$

0,5

- Conditions aux limites :

$$v_1 = \theta_1 = v_2 = v_3 = 0$$

0,25

- La matrice de rigidité réduite :

$$[K_{rr}] = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 8L^2 & 2L^2 \\ 2L^2 & 4L^2 \end{bmatrix}$$

0,25

Donc

$$[F] = [K_{rr}]\{\Delta\}, \quad \{\Delta\} = \begin{bmatrix} \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix}; \quad \{F\} = \begin{bmatrix} C \\ 0 \end{bmatrix}$$

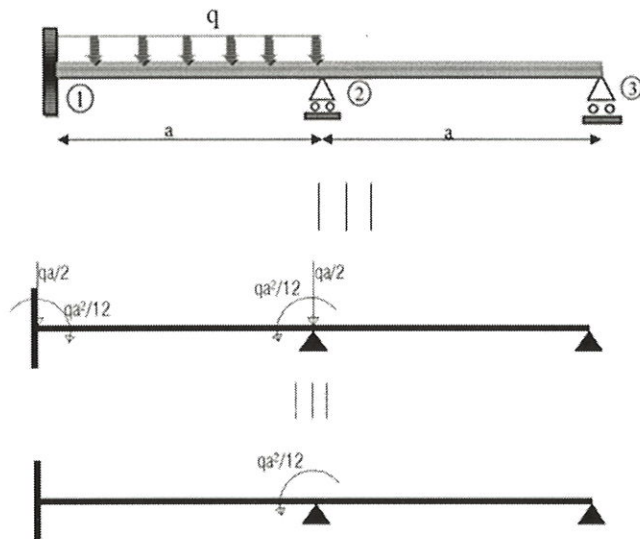
$$\begin{bmatrix} C \\ 0 \end{bmatrix} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 8L^2 & 2L^2 \\ 2L^2 & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{7} C \frac{L}{EI} \\ -\frac{1}{14} C \frac{L}{EI} \end{bmatrix}$$

0,5
0,5

Exercice 2 (7 pts)

La poutre



Nous avons étudié cette forme dans l'exercice exercice 1

- 1- Déterminer la matrice de rigidité globale du système,
 - La matrice de rigidité pour chaque élément :

$$[K]^{[1]} = [K]^{[2]} = \frac{EI}{a^3} \begin{bmatrix} 12 & 6a & -12 & 6a \\ 6a & 4a^2 & -6a & 2a^2 \\ -12 & -6a & 12 & -6a \\ 6a & 2a^2 & -6a & 4a^2 \end{bmatrix}$$

- Assemblage :

$$[K_s] = \frac{EI}{a^3} \begin{bmatrix} 12 & 6a & -12 & 6a & 0 & 0 \\ 6a & 4a^2 & -6a & 2a^2 & 0 & 0 \\ -12 & -6a & 24 & 0 & -12 & 6a \\ 6a & 2a^2 & 0 & 8a^2 & -6a & 2a^2 \\ 0 & 0 & -12 & -6a & 12 & -6a \\ 0 & 0 & 6a & 2a^2 & -6a & 4a^2 \end{bmatrix}$$

- 2- Calculer les déplacements au nœuds

Nous l'avons obtenu de l'exercice précédent

$$\begin{bmatrix} \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{7} C \frac{L}{EI} \\ -\frac{1}{14} C \frac{L}{EI} \end{bmatrix}$$

Avec : $C = qa^2/12$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{q}{84EI} a^3 \\ -\frac{q}{168EI} a^3 \end{bmatrix}$$

Exercice 3 (5 pts)

Les fonctions des déplacements (u et v)

$$U_1 = V_1 = U_3 = 0 ; \quad U_2 = V_2 = 0.5 ; \quad V_3 = -0.7.$$

$$N_1 = (1-x-y) ; \quad N_2 = x ; \quad N_3 = y.$$

On a:

$$u = u(x, y) = N_1 \times u_1 + N_2 \times u_2 + N_3 \times u_3 \quad (0.5)$$

$$v = v(x, y) = N_1 \times v_1 + N_2 \times v_2 + N_3 \times v_3 \quad (0.5)$$

Donc

$$u = u(x, y) = (1-x-y) \times 0 + x \times 0.5 + y \times 0 \quad (0.5)$$

$$v = v(x, y) = (1-x-y) \times 0 + x \times 0.5 + y \times (-0.7) \quad (0.5)$$

$$u(x, y) = 0.5x \quad (0.5)$$

$$\Rightarrow v(x, y) = 0.5x - 0.7y \quad (0.5)$$

Les déplacements (u et v) au milieu du côté 2-3

$$x_{\text{au milieu du côté 2-3}} = \frac{(x_2 - x_3)}{2} = \frac{(1-0)}{2} = 0.5 \quad (0.5)$$

$$y_{\text{au milieu du côté 2-3}} = \frac{(y_3 - y_2)}{2} = \frac{(1-0)}{2} = 0.5 \quad (0.5)$$

$$u(0.5, 0.5) = 0.5 \times 0.5 = 0.25 \quad (0.5)$$

$$v(0.5, 0.5) = 0.5 \times 0.5 - 0.7 \times 0.5 = -0.1 \quad (0.5)$$

Exercice 03 :

- 1) Quel est le type de joint 1 et 2 cité dans la figure 2?
- 2) Quel est la différence entre ces deux types de joint ?

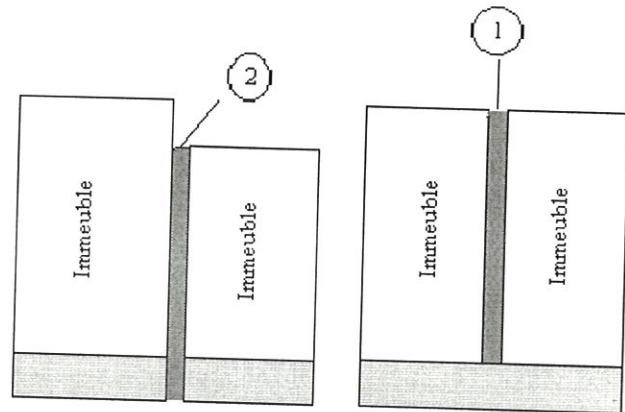


Figure 02

Exercice 04 :

On considère une semelle de fondation continue sous un mur d'épaisseur $a=20\text{cm}$.

En supposant que la charge de compression est centrée et que les contraintes sont réparties uniformément sous la semelle.

- 1- Déterminer les dimensions en plan et en élévation de la semelle.
- 2- Calculer les armatures des deux nappes de la semelle.
- 3- Illustrer vos calculs par un dessin de ferrailage de la semelle, respecter les dispositions constructives.

On donne :

- Charge permanente..... $G=0.30\text{ Mn}$
- Charge d'exploitation..... $Q=0.05\text{ Mn}$

Caractéristiques des matériaux :

- Béton..... $f_{c28}=25\text{ Mpa}$
- Acier..... F_{eE400}
- Fissuration préjudiciable

Caractéristiques du sol :

- Contrainte admissible du sol $=0.75\text{ Mpa}$

Semelle continue

Air de la surface portante

Semelle isolée

$$A \gg 5/a$$

$$L = 1.00 \text{ m}$$

$$S = \frac{N_s}{\sigma_{sol}}$$

$$A \gg \sqrt{S \cdot \frac{a}{b}}$$

$$B \gg \sqrt{S \cdot \frac{b}{a}}$$

$$d \gg \frac{A-a}{4}$$

Condition de rigidité
hauteur totale h:
 $h = d + 0.05 \text{ m}$

$$d \gg \max \left\{ \frac{A-a}{4}, \frac{B-b}{4} \right\}$$

Condition $\sigma_{sol} \leq \bar{\sigma}_{sol}$

$$\bar{\sigma}_{sol} = \frac{N_s + P \cdot P_{\text{semelle}}}{S'_{\text{semelle}}}$$

Semelle Continue

Détermination des aciers

Semelle isolée

Nappe Inférieure // A (ml)

Nappe inférieure // à B

ELU

$$A_{sua} \gg \frac{N_s(A-a)}{8d \cdot \sigma_{su}}$$

Nappe sup // à A

ELU

$$A_{sla} \gg A_{su}/4$$

ELS

$$A_{sua} \gg \frac{N_s(A-a)}{8d \cdot \sigma_{sr}}$$

ELS

$$A_{sla} \gg A_{su}/4$$

ELU

$$A_{sua} \gg \frac{N_s(B-b)}{8d \cdot \sigma_{su}}$$

ELU

$$A_{sla} \gg \frac{N_s(A-a)}{8d \cdot \sigma_{su}}$$

ELS

$$A_{sua} \gg \frac{N_s(B-b)}{8d \cdot \sigma_{sr}}$$

ELS

$$A_{sla} \gg \frac{N_s(A-a)}{8d \cdot \sigma_{sr}}$$

σ_{sr} dépend des 3 cas de fissuration:

① Fissuration non préjudiciable:

$$\sigma_{sr} = \frac{f_c}{\gamma_s}$$

② Fissuration préjudiciable:

$$\sigma_{sr} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_c ; 110 \sqrt{f_{ctk}} \right\} \Rightarrow \begin{cases} \eta = 1 \rightarrow R_{\text{lisse}} \\ \eta = 1.3 \rightarrow H.A. < 6 \text{ mm} \\ \eta = 1.6 \rightarrow H.A. > 6 \text{ mm} \end{cases}$$

③ Fissuration très préjudiciable:

$$\sigma_{sr} = 0.8 \cdot f_c$$

$$1 \cdot f_{ctk} = 96 + 0.06 \cdot f_{ctk}$$

$P_{pauil} = 22,35 \text{ kn/m}$

$P_{pauil} = 15,92 \text{ kn/m}$

• la charge équivalente:

$q_e = \frac{15,92(1,20) + 22,35(2,50) + 15,92(1,20)}{10,47 + 4,9}$

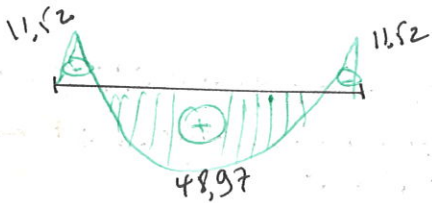
$q_e = 19,20 \text{ kn/m}$

• de moment équivalent:

$M_o = \frac{19,20 \times 24,01}{8} = 57,62 \text{ kn.m}$

- Entravée: $0,85 \cdot 57,62 = 48,97 \text{ kn.m}$

- En appui: $0,2 \cdot 57,62 = 11,52 \text{ kn.m}$



$P_{pauil} = 16 \text{ kn/m}$

$P_{pauil} = 11,24 \text{ kn/m}$

• la charge équivalente:

$q_e = \frac{11,24(1,20) + 16(2,50) + 11,24(1,20)}{13,87 + 4,9}$

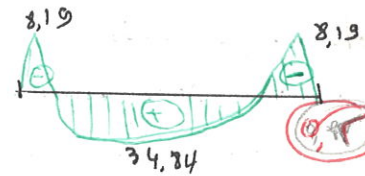
$q_e = 13,66 \text{ kn/m}$

• de moment équivalent:

$M_o = \frac{13,66 \cdot 24,01}{8} = 40,99 \text{ kn.m}$

- En travée: $0,85 \cdot 40,99 = 34,84 \text{ kn.m}$

- En appui: $0,2 \cdot 40,99 = 8,19 \text{ kn.m}$



Exercice N°4: 4P

$a = 20 \text{ cm}$

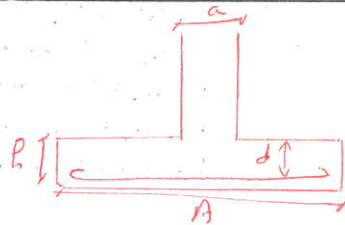
$G = 0,30 \text{ MN}$

$Q = 0,05 \text{ MN}$

$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

F_{E400}

$f_{s01} = 0,75 \text{ MPa}$ et la fissuration est préjudiciable.



① Dimension de la semelle S:

$S' \geq \frac{N_s}{f_{s01}} \Rightarrow S' \geq \frac{G+Q}{f_{s01}} = \frac{0,35}{0,75} = 0,467 \text{ m}$

$S = A \times L = A \times 1 \text{ m}$

$A \geq \frac{S}{L} = \frac{0,467}{1} \Rightarrow A = 0,467 \text{ m} \Rightarrow A = 0,5 \text{ m}$

$d \geq \frac{A-a}{4} \Rightarrow \frac{0,5-0,20}{4} \Rightarrow d \geq 0,075$

on prend $d = 0,1 \text{ m}$

Alors: $h = d + 0,05 \text{ m} \Rightarrow h = 0,15 \text{ m}$

② Vérification de la contrainte (condition de portance):

$\bar{\sigma} = \frac{N_s + P_s}{S} = \frac{0,35 + (0,025 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,15)}{0,5 \cdot 1} = 0,70 \leq 0,75$

alors c'est vérifiée

③ Ferraillage de la semelle:

• Condition d'acier:

ELU: $\rho_{su} = \frac{f_c}{f_s} = \frac{25}{115} = 0,217$

ELS: $\rho_{st} = \min\left(\frac{2}{3} f_c; \frac{110}{16} \sqrt{\frac{f_c}{f_{s01}}}\right) = \min(16,67; 201,63) = 16,67$

Nappe inférieure A_{s11A}

$A_{s11A} = \frac{N_s(A-a)}{8d \cdot f_{st}} = \frac{0,35(0,5-0,2)}{8 \cdot 0,10 \cdot 201,63} = 0,27 \text{ cm}^2/\text{ml}$

ELU

$A_{s11A} = \frac{N_s(A-a)}{8d \cdot f_{st}} = \frac{0,35(0,5-0,2)}{8 \cdot 0,10 \cdot 201,63} = 0,27 \text{ cm}^2/\text{ml}$

ELS

Nappe supérieure A_{s12A}

$A_{s12A} = \frac{A_{s11A}}{4} = \frac{0,27}{4} = 0,0675 \text{ cm}^2/\text{ml}$

$A_{s12A} = \frac{A_{s11A}}{4} = \frac{0,27}{4} = 0,0675 \text{ cm}^2/\text{ml}$

on prend A_s supérieure:

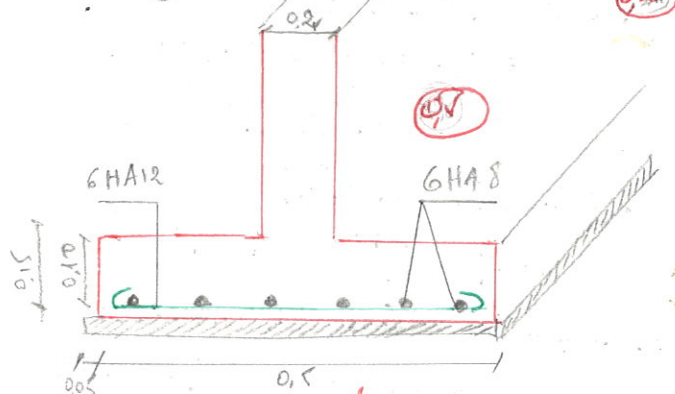
• Choix des barres:

$A_{s11A} = 6,51 \text{ cm}^2/\text{ml} \Rightarrow 6 \text{ HA } 12 (6,73 \text{ cm}^2)$

$A_{s12A} = 1,63 \text{ cm}^2/\text{ml} \Rightarrow 6 \text{ HA } 8 (3,02 \text{ cm}^2)$

• Espacement semelle S:

$S_t = \frac{100-5 \text{ cm}}{6} = 15,83 \text{ cm} \Rightarrow 15 \text{ cm}$



Semelle continue

① Type de joint illustré dans la figure ① et ② :

- Joint ① $\Rightarrow$ joint de ~~reptur~~ dilatation. (0,5)
- Joint ② $\Rightarrow$ " " rupture. (0,5)

② la différence entre le joint ① et ② :

• de joint de dilatation : (0,5)

Par ex : il divise les grands bâtiments en un certain sections.

. il évite les effets : des variations hygrothermiques, du retrait et du gonflement de béton.

• de joint de rupture : (0,5)

Ce type est indispensable lorsque :

- Deux bâtiments/ouvrages sont de nature différentes
- Il existe des terrains avec changement brusque de compression.
- Un nouveau bâtiment est accolé à un ancien.

Examen final De Mécanique Des Sols II

Exercice 1 (6 pts)

On se propose de construire un mur de quai à paroi verticale avec des blocs de béton rectangulaires ; remblayés de sable. Le sol à l'arrière du mur se compose de 6 m de sable lâche surmontant un sable dense de grande épaisseur. Le niveau d'eau se situe à 4 m sous la surface du sol.

Étude de la poussée active

En supposant une surcharge de 10 kN/m^2 sur le sol derrière le mur, et en considérant la face interne du mur lisse, déterminer :

1. La répartition des contraintes de poussée active derrière le mur,
2. Les valeurs des différentes forces de poussée correspondantes,

Étude de la stabilité du mur

En considérant la densité moyenne du mur est de $22,5 \text{ kN/m}^3$ et en négligeant la butée sur la hauteur du pied du mur :

3. Vérifier la stabilité du mur au renversement,
4. Vérifier la stabilité du mur au glissement à la base,
5. Vérifier la stabilité du mur au poinçonnement,

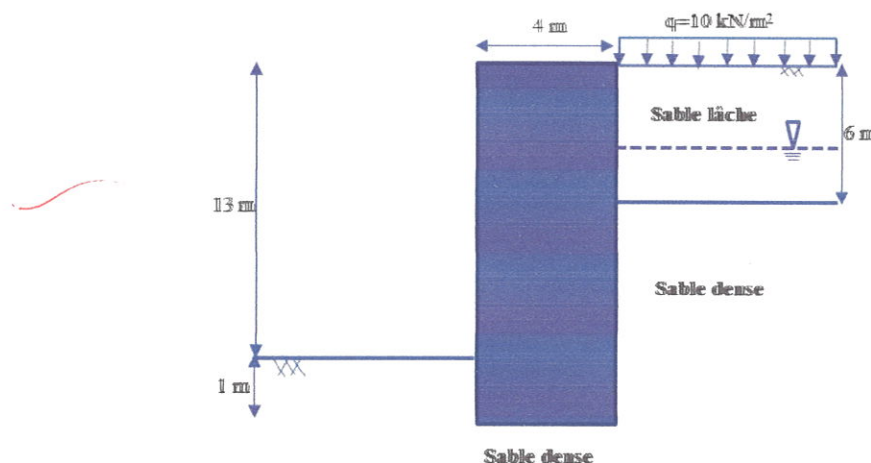
Les calculs seront faits à partir des valeurs suivantes :

Sable lâche ;	$\phi_1 = 33^\circ$	sable dense ;	$\phi_2 = 40^\circ$
	$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$		$\gamma_{2\text{sat}} = 21 \text{ kN/m}^3$
	$\gamma_{1\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$		

L'angle de frottement sol de fondation-base du mur $\delta = 25^\circ$.

La contrainte admissible du sol est 4.5 bar.

Les coefficients des poussées seront calculés par la formule simplifiée $K_a = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$.

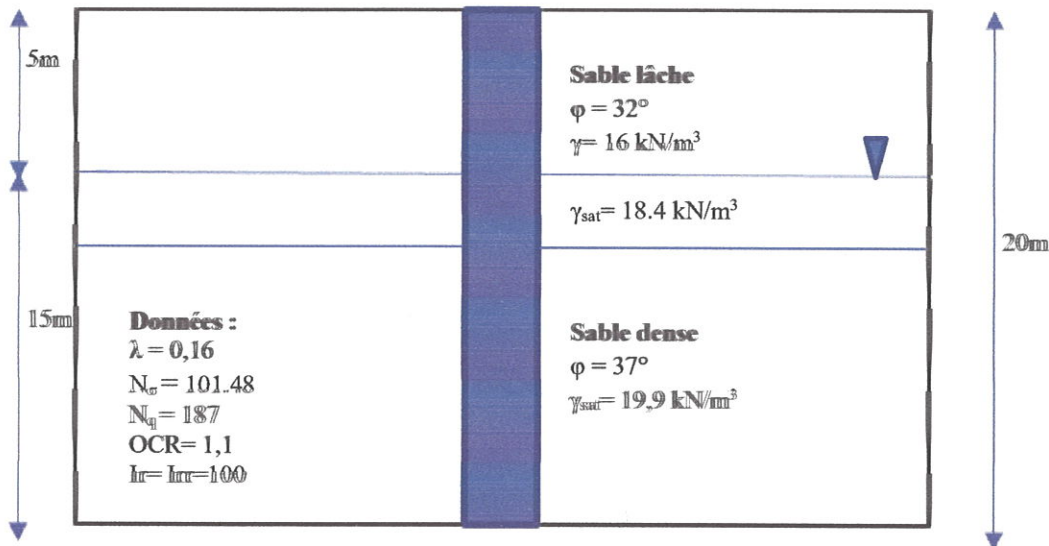


Exercice 2 (6 pts)

Un pieux métallique à section creuse avec fin fermé de 0,305 m de diamètre et 20 m de longueur a été battu dans un sol sableux lâche de 10 m d'épaisseur suivi d'une autre couche de sable saturé moyennement dense. Le niveau de la nappe phréatique est situé à 5 m de la surface du sol.

La densité du sable lâche et de 16 kN/m^3 au-dessus du niveau de la nappe phréatique et $18,4 \text{ kN/m}^3$ au-dessous, l'angle de frottement interne et 32° . Le sable moyennement dense à pour densité $19,9 \text{ kN/m}^3$ et un angle de frottement interne 37° . Calculer :

1. La capacité portante par la méthode de MEYERHOF.
2. La capacité portante par la méthode de VISIC ($I_r = I_{rr} = 100$).
3. La valeur approximative de la capacité portante de pointes.
4. La résistance au frottements ultime si le niveau de la nappe phréatique se situe à 2m au-dessous du niveau de la surface du sol. ($k = 1,4$ et $\delta = 0,6 \phi$)
5. La capacité portante admissible pour $FS = 3$



Exercice3 (4 pts)

Un pieu ($25 \times 45 \text{ cm}^2$) en précontrainte de 21 m de longueur est battu dans un sol sableux. Le pieux, destiné pour un taux de travail de 502 kN.

350 kN de la charge admissible est prise par le frottement et le reste par la pointe.

Déterminer le tassement élastique du pieu. Données :

$$E_p = 21000 \text{ MPa}, \quad \mu_s = 0,35$$

$$E_s = 25 \text{ MPa}, \quad \xi = 0,55, \quad I_{wp} = 0,8$$

Questions (4 pts)

1. Expliquer l'effet d'une distribution des contraintes de forme trapézoïdale et triangulaire d'un sol de fondation ?
2. Quels sont les techniques de soutènement principales pour assurer la stabilité du massif de sol soutenu ?
3. Quels sont les objectifs de stabilisation des sols ?
4. Citez les différents techniques de stabilisation des sols.

Bon courage

01/06/2024

Durée : 2H

ENSET SKIKDA

4^{ème} PEST GC

Solution

Examen Final De MDS II

Question de cours : Voir cours (4 Pts)

Exercice N°01 : (6 Pts)

1. Détermination des contraintes de poussée active :

$$0 \leq Z \leq 4m \Rightarrow \sigma_{ha} = K_{a1} \gamma_1 Z + K_{a1} q \quad / K_{a1} = \tan^2(45 - \frac{\phi_1}{2}) = 0,294$$

$$\begin{cases} Z = 0m \Rightarrow \sigma_{ha} = K_{a1} \cdot q = 0,294 \cdot 10 = 2,94 \text{ kN/m}^2. \\ Z = 4m \Rightarrow \sigma_{ha} = K_{a1} \gamma_1 \cdot 4 + K_{a1} \cdot q = 0,294(10 + 18 \cdot 4) = 24,108 \end{cases}$$

$$4 \leq Z \leq 6m \Rightarrow \sigma_{ha} = K_{a1} (\gamma_1 h_1 + q + \gamma'_1 Z) + \gamma_w Z_w$$

$$\begin{cases} Z = 4m \Rightarrow \sigma_{ha} = 0,294(18 \cdot 4 + 10 + 10 \cdot 0) + 10 \cdot 0 = 24,108 \text{ kN/m} \\ Z = 6m \Rightarrow \sigma_{ha} = 0,294(18 \cdot 4 + 10 + 10 \cdot 2) + 10 \cdot 2 = 49,98 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

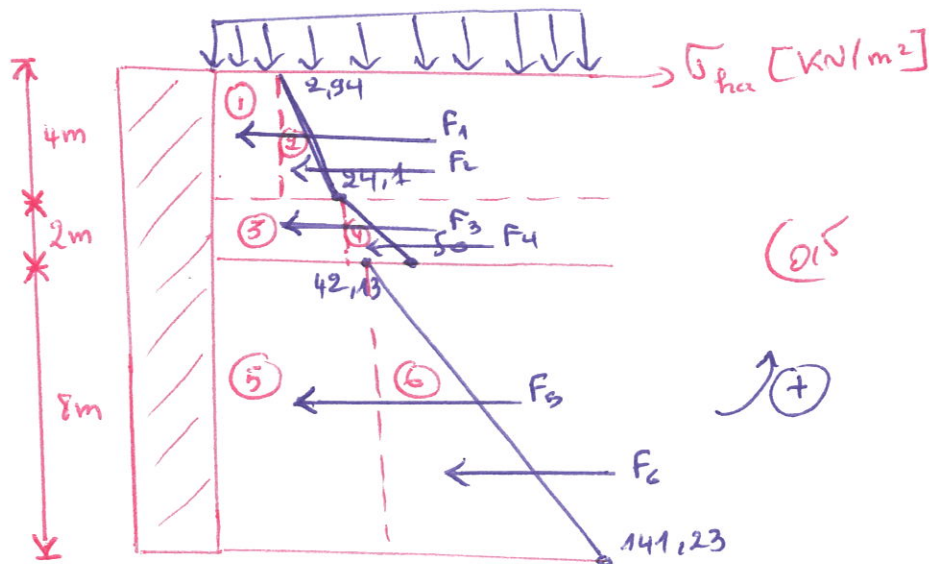
$$6 \leq Z \leq 14 \Rightarrow \sigma_{ha} = K_{a2} (\gamma_1 h_1 + q + \gamma'_1 h_2 + \gamma'_2 Z) + \gamma_w \cdot Z_w$$

$$\begin{cases} K_{a2} = 0,217 \\ Z = 6m \Rightarrow \sigma_{ha} = 0,217(18 \cdot 4 + 10 + 10 \cdot 2) + 10 \cdot 2 = 42,134 \text{ kN/m}^2 \\ Z = 14m \Rightarrow \sigma_{ha} = 0,217(18 \cdot 4 + 10 + 10 \cdot 2 + 11 \cdot 8) + 10 \cdot 10 = 141,23 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

2. Détermination des forces de poussées :

$$F_1 = 2,94 \times 4 = 11,76 \text{ kN/ml}$$

$$F_2 = (24,1 - 2,94) \times \frac{4}{2} = 42,32 \text{ kN/ml}$$



$$\underline{F_3} = 24,1 \times 2 = 48,2 \text{ kN/ml} \quad \underline{F_5} = 42,13 \times 8 = 337,04 \text{ kN/ml}$$

$$\underline{F_4} = (50 - 24,1) \frac{2}{2} = 25,9 \text{ kN/ml} \quad \underline{F_6} = 141,22 - 42,13 \times \frac{8}{2} = 396,36 \text{ kN/ml}$$

3. Etude de la stabilité du mur au renversement :

$$W = \gamma_b \cdot B \cdot H \quad \text{avec } \gamma_b = 22,5 \text{ kN/m}^3, B = 4\text{m}, H = 14\text{m}$$

$$W = 22,5 \cdot 4 \times 14 \times 1 \Rightarrow W = 1260 \text{ kN/ml}$$

$$F_r = \frac{\sum M_s / 10}{\sum M_r / 10}$$

$$\Rightarrow M_s = W \cdot x_1 \quad \Rightarrow M_r = F_1 h_1 + F_2 h_2 + F_3 h_3 + F_4 h_4 + F_5 h_5 + F_6 h_6$$

$$M_s = 1260 \cdot 2 = 2520$$

$$M_r = 11,76 \cdot (10 + \frac{4}{2}) + 42,32 (10 + \frac{4}{3}) + 48,2 (8 + \frac{2}{2}) + 25,9 (\frac{2}{3} + 8) + 337,04 (\frac{8}{2}) + 396,36 (\frac{8}{3}) = 3684,13$$

$$F_{sr} = \frac{2520}{3684,13} = 0,68 < 1,5 \Rightarrow \text{Le mur n'est pas stable au renversement.}$$

4. Etude de la stabilité du mur au glissement :

$$F_{sg} = \frac{R \tan \delta + c_a B}{F_R} \quad / c = 0 \Rightarrow c_a = 0$$

$$f_{sg} = \frac{W \cdot \tan \delta}{\sum_{i=1}^6 F_i} = \frac{1260 \times \tan 25^\circ}{11,76 + 42,32 + 48,20 + 25,9 + 337,04 + 39636}$$

$\Rightarrow f_{sg} = 0,68 < 1,5 \Rightarrow$ risque de glissement à la base.

5. Etude de stabilité au poinçonnement :

$$x = \frac{\sum M_{10}}{R} = \frac{3684,13 - 2520}{1260} = 0,923$$

$$e = \frac{B}{2} - x = 2 - 0,923 = 1,077 \text{ m.}$$

$\frac{B}{6} = 0,66 \text{ m} \Rightarrow e > \frac{B}{6} \Rightarrow$ semelle partiellement comprimée.

$$\sigma_{\max} = \frac{2R}{B'} \quad , \quad \sigma_{\min} = 0$$

$$1/B' = 3 \left(\frac{B}{2} - e \right) = 3 \left(\frac{4}{2} - 1,077 \right) = 2,769$$

$$\sigma_{\max} = \frac{2 \times 1260}{2,769} = 910,07 \text{ kN/m}^2.$$

$$q_{\text{ref}} = \frac{3}{4} \sigma_{\max}$$

$$\Rightarrow \hat{q}_{\text{ref}} = 682,55 \text{ kN/m}^2.$$

$$q_{\text{adm}} = 450 \Rightarrow \frac{q_{\text{adm}}}{1,5} = 455,103$$

le mur

$\Rightarrow q_{\text{ref}} > q_{\text{adm}}/1,5 \Rightarrow$ n'est pas stable vis-à-vis au poinçonnement.

Exercice 5.02 : (6 Pts)

$$D = 9305 \text{ m} \quad L = 20 \text{ m} \quad L_b = 10 \text{ m}.$$

1. Calcul de la capacité-portante de Meyerhof :

$$q_p = \frac{q_{e(d)} + (q_{e(d)} - q_{e(c)}) L_b}{10D} \leq q_{e(d)} \quad (1)$$

$$L_b = 10 > 10D = 3,05 \Rightarrow q_p = q_{e(d)} = 50 N_q^* \tan \phi$$

$$\phi = 37^\circ \Rightarrow N_q^* = 187 \quad / \quad A_p = \frac{\pi D^2}{4} = 0,0730$$

$$Q_p = Q_{e(d)} = A_p 50 N_q \tan \phi = 0,0730 (50) (187) (\tan 37^\circ)$$

$$Q_p = 514,338 \text{ kN}.$$

$$Q_p = A_p \hat{q} N_q^* \leq 50 N_q \tan \phi A_p.$$

$$\hat{q} = (16 \times 5) + (8,4 \times 5) + (9,9 \times 10) = 221 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_p = 0,0730 \cdot (221) \cdot (187) = 3016,871 \text{ kN}.$$

$$Q_p > Q_{e(d)} \Rightarrow \underline{Q_p = 514,33 \text{ kN}} \quad (0,25)$$

2. Calcul de la capacité-portante de Vesic :

$$Q_p = A_p q_p = A_p (c N_c^* + \tilde{\sigma}_0 N_\sigma^*) \quad (1)$$

$$c = 0 \Rightarrow Q_p = A_p \tilde{\sigma}_0 N_\sigma^*$$

$$K_0 = 1 - \sin \phi = 1 - \sin 37^\circ = 0,398$$

$$\bar{\sigma}_0 = \left(\frac{1 + 2K_0}{3} \right) q = \left[\frac{1 + 2(0,398)}{3} \right] 221 = 132,33$$

Pour $\phi = 37^\circ$ et $I_r = I_{rr} = 100 \Rightarrow N_G^* = 101,48$

$$Q_p = (0,0730)(132,33)(101,48) = 980,32 \text{ kN.}$$

3. Calcul de la capacité portante de pointe :

$$Q_p = \frac{980,32 + 514,33}{2} = 747,23 \text{ kN.} \quad (0,15)$$

4. Calcul de la résistance au frottement :

$$Q_s = \sum P \circ L \cdot f.$$

$$P = \pi \cdot D = 0,958 \text{ m.} \quad (0,25)$$

$$L = 150 = 4,575$$

$$f = K \bar{\sigma}_v \tan \delta \quad \begin{aligned} \delta_1 &= 0,6 \phi_1 = 19,2 \\ \delta &= 0,6 \phi_2 = 22,2 \quad (0,25) \\ K &= 1,4 \end{aligned}$$

$$\bar{\sigma}_v = \gamma z = 16(z)$$

$$z = 0 \Rightarrow \bar{\sigma}_v = 0 \quad (0,15)$$

$$z = 2 \text{ m} \Rightarrow \bar{\sigma}_v = 16(2) = 32 \text{ kN/m}^2.$$

$$z = 150 \Rightarrow \bar{\sigma}_v = 16(2) + 8,4(150-2) = 53,63 \text{ kN/m}^2$$

$$z > 150 \Rightarrow \bar{\sigma}_v = 53,63$$

$$0 \leq Z \leq 2m$$

$$Q_{s1} = P(2) f_{av} = 0,958(2)(1,4) \left(\frac{0+32}{2} \right) \tan 19,2$$

$$Q_{s1} = 14,945 \text{ kN}$$

$$2 \leq Z \leq 15D = 4,575m$$

(0,5)

$$Q_{s2} = P(L-2) f_{av} = 0,958(4,575-2)(1,4) \left(\frac{32+53,63}{2} \right) \tan 19,2$$

$$Q_{s2} = 51,492 \text{ kN}$$

$$15D \leq Z \leq 10m$$

$$Q_{s3} = 0,958(10-L) f_{av} = 0,958(10-4,575)(1,4)(53,63) \tan 19,2$$

$$Q_{s3} = 135,886 \text{ kN}$$

(0,5)

$$10 \leq Z \leq 20m$$

$$Q_{s4} = P(20-10) f_{av} = 0,958(10)(1,4)(53,63) \tan 22,2$$

$$Q_{s4} = 293,535 \text{ kN}$$

$$Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{s4} = 495,858 \text{ kN}$$

(0,25)

5. Calcul de la capacité portante admissible :

$$Q_u = Q_p + Q_s = 747,32 + 495,858 = 1243,175 \text{ kN}$$

$$Q_{ad} = \frac{Q_u}{F_s} = \frac{1243,17}{3} = 414,39 \text{ kN}$$

(6)

Exercice N°3 (4 Pts)

Calcul du Tassement élastique du Pieux.

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

$$S_1 = \frac{(Q_{wp} + \epsilon Q_{ws}) L}{A_p E_p}$$

$$\epsilon = 0,55$$

$$Q_{wp} = 502 - 350 = 152 \text{ kN}$$

$$Q_{ws} = 350 \text{ kN}$$

$$E_p = 21 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$$

$$E_s = 25 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$A_p = 0,25 \times 0,45 = 0,1125 \text{ m}^2.$$

$$P = 0,25 \times 2 + 0,45 \times 2 = 1,4 \text{ m}$$

$$S_1 = \frac{[152 + 0,55(350)] \cdot 21}{0,1125 \cdot 21 \cdot 10^6} = 0,003062 \text{ m}$$

$$\Rightarrow S_1 = 3,062 \text{ mm}.$$

$$S_2 = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} / D = \sqrt{\frac{4 A_p}{\pi}} = 0,3784 \text{ m}$$

$$q_{wp} = \frac{Q_{wp}}{A_p} = \frac{152}{0,1125} = 1351,11 \text{ kN/m}^2.$$

$$S_2 = \frac{1351,11 \cdot 0,3784 (1 - (0,35)^2) \cdot 0,8}{25 \cdot 10^3}$$

$$S_2 = 0,01435 \text{ m} \Rightarrow S_2 = 14,35 \text{ mm}$$

$$S_3 = \left(\frac{Q_{ws}}{P \cdot L} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{D}} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{21}{0,3784}} = 4,607$$

$$S_3 = \left(\frac{350}{1,4 \cdot 21} \right) \frac{0,3784 (1 - 0,35^2)}{25 \cdot 10^3} \cdot 4,607 = 0,000728 \text{ m}$$

$$\Rightarrow S = 17,14 \text{ mm}$$

$$0,728 \text{ mm} \quad (7)$$



Examen (DDS)

Exercice N°1 (08 point)

La pulsation d'un château d'eau montré en figure est $\omega=25 \text{ rad/s}$ après des essais sur un petit modèle ayant les mêmes caractéristiques de réservoir, l'application d'une force de 0.45KN provoque une vitesse de vibration proportionnelle à cette force $V=0.0025\text{m/s}$. On considère que le réservoir s'appuie sur 4 poteaux et que la rigidité de chaque poteau $K_p=1300\text{KN/m}$.

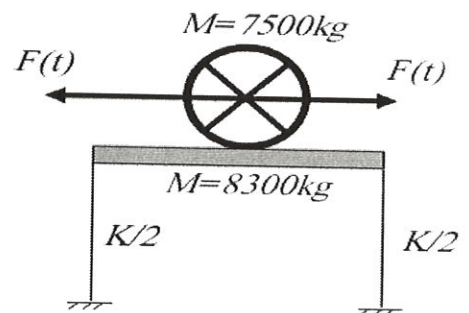
- 1- Déterminer le pourcentage d'amortissement ξ ?
- 2- La période de vibration amortie T_D ?
- 3- Le décrement Logarithmique δ ?
- 4- Le rapport entre deux amplitudes successives?



Exercice N°2 (07 point)

Une machine tournante, supportée par une structure montrée à la figure ci dessous, génère une force harmonique horizontale dont l'amplitude est de 550 N à une fréquence de 835 HZ dans le plan de la structure. La masse de la machine $m = 7500 \text{ Kg}$ est ajoutée à la masse de la structure $M = 8300\text{kg}$. Avec : $K = 6,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}$.

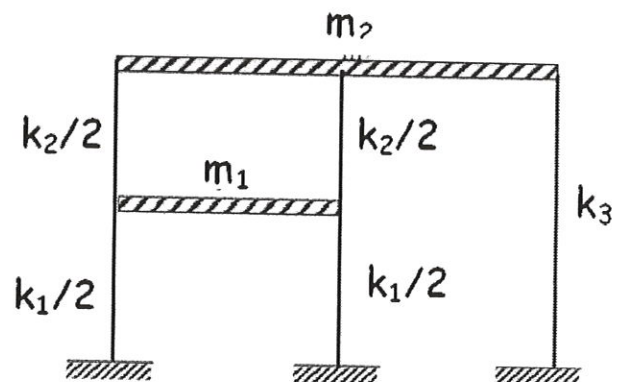
- 1- Déterminer l'amplitude en régime permanent si ξ est égale à 5%.
- 2- Déterminer l'amplitude du régime permanent si la fréquence de la force extérieure est égale à la fréquence de la structure.



Exercice N°3 (05 point)

Un bâtiment en portique de deux étages est schématisé par la figure ci-dessous.

- 1- Déterminer l'équation de mouvement en vibration libre.



Solution Ex 12.1

④ L'amortissement critique :

- la force d'amortissement est donnée par :

$$F_a = C \cdot \dot{x} \Rightarrow C = \frac{F_a}{\dot{x}} = \frac{450}{0,0025} = \boxed{18 \cdot 10^4 \text{ N.s/m}} \quad (1)$$

- L'amortissement critique est donné par :

$$C_{cr} = 2m\omega = \frac{2K}{\omega} = \frac{2 \times 5,2 \cdot 10^6}{25} = \boxed{416 \cdot 10^3 \text{ N.s/m}} \quad (1)$$

- La rigidité des poteaux est donnée :

Comme on a 4 Poteaux sm :

$$K_{eq} = 4 K_p = 4 \cdot 1300 \cdot 10^3 = \boxed{5200 \cdot 10^3 \text{ N.m}} \quad (1)$$

① Donc le pourcentage d'amortissement ξ :

$$\xi = \frac{C}{2 \cdot m \cdot \omega} = \frac{C}{C_{cr}} = \frac{18 \cdot 10^4}{416 \cdot 10^3} = \boxed{0,43} \quad (1)$$

② La Période de Vibration amortie :

$$T_D = \frac{2\pi}{\omega_D} \Rightarrow \omega_D = \sqrt{1 - \xi^2} = 25 \sqrt{1 - 0,43^2} \quad (1)$$

$$\omega_D = 22,5 \text{ rad/s} \Rightarrow T_D = \frac{2\pi}{\omega_D} = \frac{2\pi}{22,5} = \boxed{0,279 \text{ s}} \quad (1)$$

③ - Le décréement logarithmique :

Sera égal à : $\delta = \ln \left(\frac{x_n}{x_{n+1}} \right) = 2 \cdot \pi \cdot \xi \cdot \frac{\omega_0}{\omega_D} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 0,433}{\sqrt{1 - (0,433)^2}}$
 et / $\delta = \xi \omega_D T_D$ (1) $\boxed{\delta = 3,017}$

④. le rapport entre deux amplitude successive :

$$\left(\frac{x_n}{x_{n+1}} \right) = e^\delta = e^{3,017} = \boxed{20,45} \quad (1)$$

Solution Ex 12.

$$F_0 = 550 \text{ N}; \quad \xi = 5\%; \quad K = 6,5 \cdot 10^6 \text{ N/m} \quad (1)$$

$$M_{\text{TOTAL}} = M_{\text{machine}} + M_{\text{structure}} = 7500 + 8300 = 15800 \text{ kg}.$$

①. L'amplitude en régime permanent si $\xi = 5\%$.

$$\rho = \frac{F_0}{K} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2}} \quad (0,5)$$

$$\beta = \frac{\bar{\omega}}{\omega} ; \quad f = \frac{\omega}{2\pi} \Rightarrow \bar{\omega} = f \cdot 2\pi = \boxed{5243,8 \text{ rad/s}} \quad (1)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{6,5 \cdot 10^6}{15800}} = \boxed{20,288 \text{ rad/s}} \quad (1) \quad (1)$$

$$\beta = \frac{\bar{\omega}}{\omega} = \frac{5243}{20,288} = \boxed{258,53} \Rightarrow \boxed{\rho = 1,26 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \quad (1)$$

②. L'amplitude en régime permanent en cas de résonance.

Pour un régime permanent la solution de l'équation sera:

$$x(t) = \rho \sin(\bar{\omega}t - \phi) \quad \text{avec} \quad \rho = \frac{F_0}{K} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2}} \quad (0,5)$$

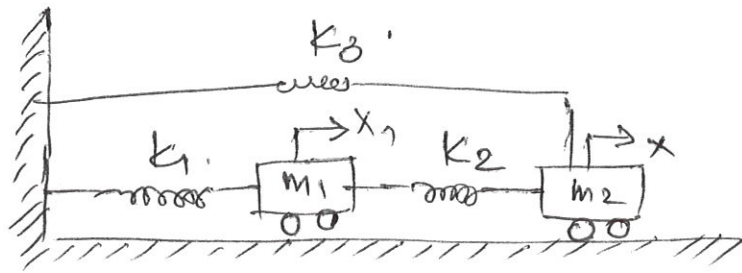
L'effet de la résonance produit dans ce cas

$$\frac{\bar{\omega}}{\omega} = 1 \Rightarrow \beta = 1 \quad \text{dmc}.$$

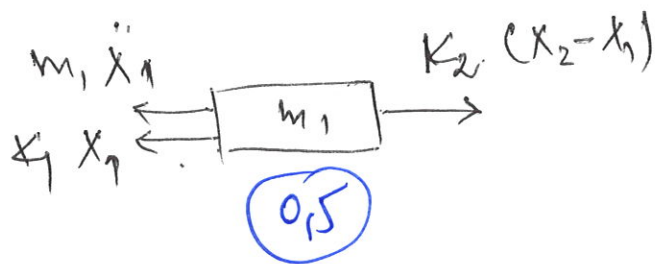
$$\rho = \frac{F_0}{K} \cdot \frac{1}{2\xi} = \frac{550}{6,5 \cdot 10^6 \times 2 \times 0,05} = \boxed{8,46 \cdot 10^{-4} \text{ m}} \quad (1)$$

Exercice 3. N° 3.

le modèle masse - ressort équivalent est:



masse: m_1



Équilibre de la masse m_1

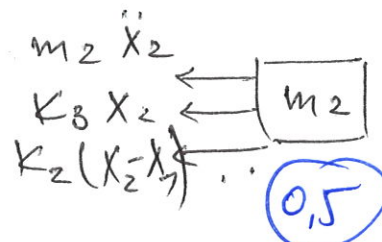
$$m_1 \ddot{x}_1 + k_1 x_1 - k_2 (x_2 - x_1) = 0$$

$$m_1 \ddot{x}_1 + (k_1 + k_2) x_1 - k_2 x_2 = 0$$

①

eq 1

masse: m_2



Équilibre de la masse m_2

$$m_2 \ddot{x}_2 + k_3 x_2 + k_2 (x_2 - x_1) = 0$$

$$m_2 \ddot{x}_2 - k_2 x_1 + (k_2 + k_3) x_2 = 0$$

②

eq 2

on écrit l'équation ① et ② sous la forme matricielle.

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} (k_1 + k_2) & -k_2 \\ -k_2 & k_2 + k_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -k_2 \\ k_2 + k_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$



Examen

Nom :

Prénom :

La note :

Exercice:

Une structure réalisée en béton armé à usage d'habitation, composé d'un **(R+6)** avec un RDC commerciale, contreventé par des voiles et portique, situé dans la wilaya de **Constantine**, classée selon RPA comme zone de **moyenne sismicité** avec un **site ferme S1**.

- Largeur totale de la structure 17.5 m.
- Longueur totale de la structure 18.60 m.
- Hauteur : 4 m pour RDC et 3,06 pour tous les niveaux.
- Hauteur totale $H_t = 22.36$ m.

Pré dimensionnement

Poteau	35x35/ Ø 30	cm^2
Poutres	Poutres porteuses (PP)	35x45 cm^2
	Poutres secondaires (PS)	35x35 cm^2
Escalier	Poutres palière	30x30 cm^2
Voile	Epaisseur	20cm
Voile ascenseur	Epaisseur	15cm

Les charges

	Charges permanentes (G)	Charges d'exploitation (Q)
Plancher terrasse inaccessible	6.33 kN/m^2	1 kN/m^2
Plancher Etage courant + RDC	5.16 kN/m^2	1.5 kN/m^2
Paillasse (Volée)	9.26 kN/m^2	2.5 kN/m^2
Palier	6.36 kN/m^2	2.5 kN/m^2
Balcon	5.42 kN/m^2	3.5 kN/m^2

Données générales :

Poids volumique du béton armé	25 kN/m^3
Zone sismique :	zone II
Groupe d'usage :	Groupe 2
Classification du site :	site ferme S1
Béton : Classe de résistance	C25 / 30 $f_{ck} = 30$ MPa
Armatures HA :	$f_{yk} = 400$ MPa



Correction d'examen

Nom :

Prénom :

La note :

Solution (mode d'évaluation) :

0,5 Ouvrir Robot Structural Analysis.

Définir le type de la structure à étudier (Sélectionner l'icône Etude d'une coque).

1,5 Réglage des préférences de la tâche.

- Réglage des unités
- Matériaux (béton et acier)
- Réglage des normes (BAEL91, DTR C2-47/NV99, RPA 2003).

9 Modélisation.

- Définition des axes (X, Y, Z).
- Définition de la section

(Poteaux, Poutres P, Poutres_S, Poutres palière, Voile, Voile ascenseur, Balcon, Dalle, Palier de repos, Paillasse).

- Modélisation des éléments de barres. (Poteaux, Poutres_P, Poutres_S, Poutres palière)
- Intersection des éléments.
- Modélisation des éléments de section. (Balcon, Dalle, Palier de repos, Paillasse, Voile, Voile ascenseur).

2,5

Chargements.

- Définition des cas de charges G et Q.
- Définition de la charge G et Q.
 - 1- Plancher Etage courant +RDC.
 - 2- Balcon.
 - 3- Paillasse (Volée).
 - 4- Palier.

0,5

Création de la liaison rigide.

1

Création des étages

2

Changement de quelque paramètre.

- Changement de contour de Plancher terrasse inaccessible.
- Changement des cas de charges G et Q
 - 1- Plancher terrasse inaccessible.
- Supprime la poutre palière, Paillasse.

0,5

Encastrement des escaliers

0,5

Définition des appuis

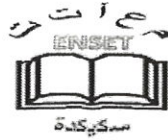
1,5

Analyse.

- Vérification de la structure
- Lancement du calcul.
- Type d'analyse

0,5

Résultats.



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 02

MODULE : HYDRAULIQUE
HORAIRE : 02 H

EMD 02



Exercice N°01 (questions de cours) (5 points) :

A- donner l'explication la plus exhaustive possible de :

- 1- quelle est la différence entre une contrainte et une pression dans un point quelconque ?
- 2- c'est quoi une descriptions eulérienne et une description lagrangienne ? ;
- 3- quels sont les points de divergences entre mouvement d'un fluide lagrangien et eulérien ? ;
- 4- c'est quoi le rapport entre pression relative et pression absolue ?
- 5- estimer mathématiquement la valeur de la pression atmosphérique, dans les conditions normales ? ;

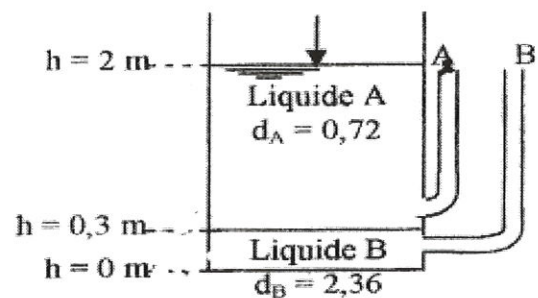
Exercice N°02 (5 points) :

- 1- Donner l'énoncé de la loi de pascal en hydrostatique ;
- 2- démontrer mathématiquement étape par étape cette loi

Exercice N°03 (5 points) :

Le réservoir de la figure possède deux piézomètres A et B contenant deux liquides non miscibles Trouver

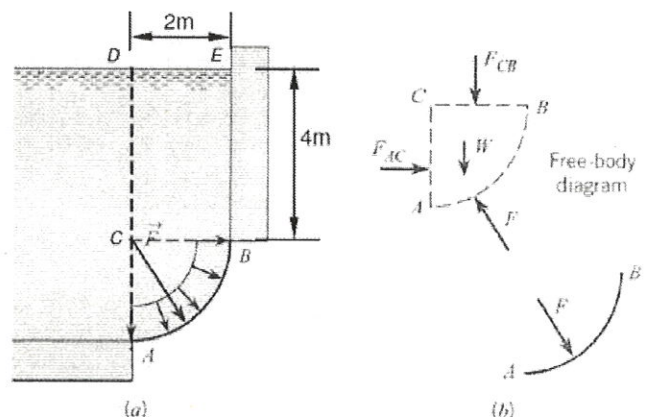
- La hauteur de la surface liquide dans le piézomètre A.
- La hauteur de la surface liquide dans le piézomètre B.
- La pression totale dans le fond du réservoir



Exercice N°04 (5 points) :

AB est un arc circulaire de 2m de rayon et de 1m de largeur.

- Calculez la magnitude et la direction de la force hydrostatique exercée sur la surface AB



$g = 9.805 \text{ m.s}^{-2}$



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC

MODULE : HYDRAULIQUE

CORRIGE TYPE

Exercice N°01 (questions de cours) (5 points) :

A- donner l'explication la plus exhaustive possible de :

1- la contrainte est une notion mathématique, qui définit le rapport entre force et une surface infinitésimale, quand cette surface tend vers le 0, tandis que la pression est simplement une force donnée sur une surface donnée, également la pression est externe, alors que la contrainte est interne **(01 Pts)**

➤ un observateur peut suivre des yeux une feuille à la surface de l'eau (point de vue lagrangien) ;

➤ un observateur peut aussi regarder fixement une zone de la rivière et voir passer

2- la feuille quand elle traverse son champ de vue (point de vue eulérien) **(01 Pts)**

3- quels sont les points de divergences entre mouvement d'un fluide lagrangien et eulérien ? ; en fluide lagrangien on suit chaque particule fluide, alors en mouvement eulérien on fixe un point d'observation et quantifie les flux passant par **(01 Pts)**

4- le rapport entre les deux pressions c'est la pression atmosphérique, car $p_{abs} = p_{rel} + p_{atm}$ **(01 Pts)**

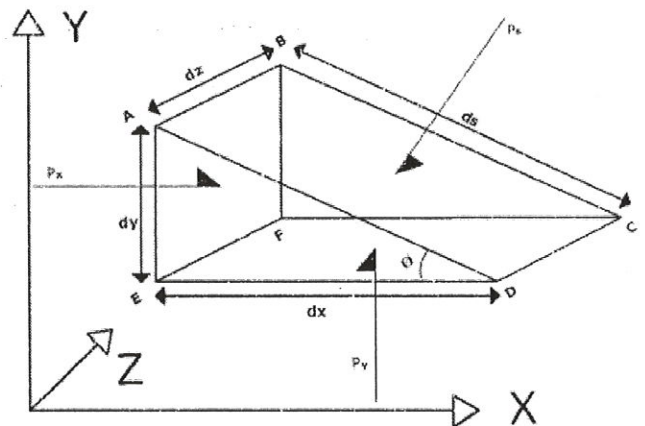
5- $p_{atm} = \rho_{mercure} \times g \times h = 13570 \times 9.805 \times 0.76 = 1.01120 \text{ bars} \approx 1.01325 \text{ bars}$ **(01 Pts)**

Exercice N°02 (5 points) :

1. Enoncé de la loi de pascal en hydrostatique :
 « La pression d'un fluide en un point est la même dans toutes les directions . » **(01 Pts)**

2- démonstration :

considérons un élément d'un fluide ABCDEF (prisme triangulaire) et soient P_x , P_y et P_s les pressions dans les 3 directions x, y et s.



Selon la direction x :

- Force due à P_x : $F_{xx} = P_x (ABFE) = P_x dydz$

- Force due à P_y : $F_{yx} = 0$

Composante due à P_s : $F_{sx} = -P_s (ABCD \cdot \sin\theta) = -P_s ds dz \cdot \frac{dy}{ds}$ car $\sin\theta = \frac{dy}{ds}$

Donc : $F_{sx} = -P_s dydz$

et puisque le fluide est en équilibre: $F_{xx} + F_{yx} + F_{sx} = 0$

d'où : $P_x \cdot dydz - P_s dydz = 0 \Rightarrow P_x = P_s$ **(1.5 Pts)**

Selon la direction y :

Force due à P_y : $F_{yy} = P_y (DCFE) = P_y dx dz$

- Force due à P_x : $F_{xy} = 0$

Composante due à P_s : $F_{sy} = -P_s (ABCD \cdot \cos \phi) = -P_s ds \cdot dz \cdot \frac{dx}{ds}$ car $\cos \phi = \frac{dx}{ds}$

Donc : $F_{sy} = -P_s dx dz$ (1.5 Pts)

et puisque le fluide est en équilibre: $F_{yy} + F_{xy} + F_{sy} = 0$

d'où : $P_y \cdot dx dz - P_s dy dz = 0 \Rightarrow P_y = P_s$

et finalement : $P_x = P_y = P_s$ (01 Pts)

Exercice N°03 (5 points) :

-le liquide A s'élèvera dans le piézomètre A. à la même hauteur que le liquide dans le réservoir ($h=2m$)

$$P_A = \gamma_A h_A = 720 \times 9.81 \times 1.7 = 12007 \text{ Pa} \text{ (01 Pts)}$$

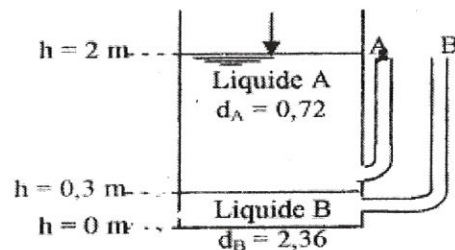
$$h_A = P_A / \gamma_A = 12007 / (2360 \times 9.81) = 0.519 \text{ m} \text{ (1.5 Pts)}$$

- Le liquide B s'élèvera dans le piézomètre B. à la hauteur de 0.3 m (pression exercée par le liquide B), plus une hauteur additionnelle h_A , due à la pression P_A du liquide A

$$h_B = 0.30 + 0.519 = 0.819 \text{ m} \text{ (01 Pts)}$$

- La pression totale dans le fond vaut :

$$P = (2360 \times 9.81 \times 0.3) + (720 \times 9.81 \times 1.7) = 18950 \text{ Pa} = 18.95 \text{ kPa} \text{ (1.5 Pts)}$$



Exercice N°04 (5 points) :

Solution :

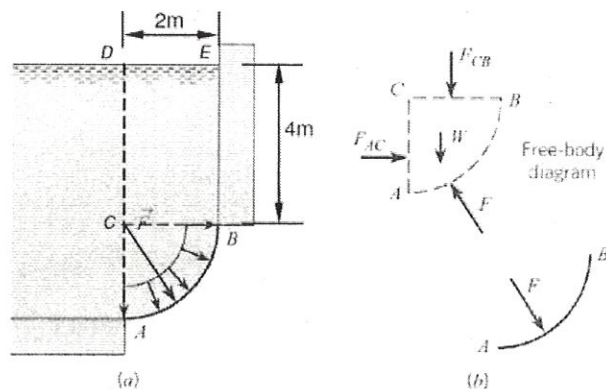
$$F_x = F_{AC} = 1000 \times 9.81 \times (4+1) \times (2 \times 1) = 98.1 \text{ KN} \text{ (01 Pts)}$$

$$F_y = W + F_{CB} ;$$

$$W = 1000 \times 9.81 \times 3.14 = 30.8 \text{ KN} \text{ (0.5 Pts)}$$

$$F_{CB} = 1000 \times 9.81 \times 4 \times (2 \times 1) = 78.5 \text{ KN} \text{ (0.5 Pts)}$$

$$F_y = 109.3 \text{ KN}$$



$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{98.1^2 + 109.3^2} = 146.9 \text{ KN} \text{ (1.5 Pts)}$$

$$y_{c,p} = y_{c,g} + \frac{I_{c,g}}{S \cdot y_{c,g}} = (4+1) + \frac{\frac{1}{12} \cdot 1 \times 2^3}{(2 \times 1) \times 5} = 5 + 1.067 = 5.067 \text{ m} \text{ (0.75 Pts)}$$

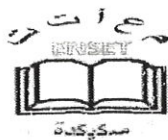
$x_{c,p}$: est la composante verticale ($\sum M_C = 0$)

$$x_{c,p} \times F_y = F_{BC} \times 1m + W \times \bar{X}_w, \text{ avec } \bar{X}_w = \frac{4r}{3\pi}$$

ce qui donne $x_{c,p} = 0.957 \text{ m}$

avec une direction $\theta = \text{Arctg}(F_y/F_x) = 48.1^\circ$

(0.75 Pts)



DÉPARTEMENT DE TECHNOLOGIE



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 01

MODULE : TOPOGRAPHIE II
HORAIRE : 02 H

CORRIGE TYPE EMD 02



Exercice 01 :

COCHER LA BONNE RÉPONSE EN (✓), ET LA MAUVAISE RÉPONSE PAR (X):

1- L'implantation topographique consiste à : (06 PTS)

- ☒ - plus de détail en levée tachéométrique ; (0.75 pts)
- ☒ - matérialiser fictivement les détails figurée dans un plan d'exécution; (0.75 pts)
- ☒ - faire apparaître uniquement les grandes lignes d'un ; (0.75 pts)
- ✓ - matérialiser réellement les détails d'un plan ; (0.75 pts)
- ✓ - construire les éléments existant sur le plan ; (0.75 pts)
- ✓ - repérer les éléments existant sur le plan ; (0.75 pts)
- ✓ - aménager les éléments existant sur le plan ; (0.75 pts)
- ✓ - faire l'opposée d'un levé topographique ; (0.75 pts)

2- méthodes d'implantation : (02 PTS)

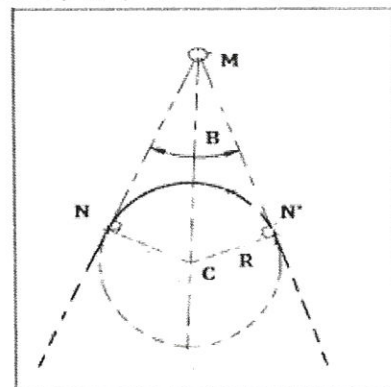
- ☒ - la méthode qui se base sur le théorème de Pythagore est une méthode dite de 3.5.6; (0.5pts)
- ☒ - la méthode de la médiatrice, consiste à projeter le parallèle du point d'intersection des deux cercles de même rayon ; (0.5pts)
- ☒ - l'implantation par rayonnement est appelé également implantation par coordonnées cartésiennes ; (0.5pts)
- ☒ - la méthode de la médiatrice est classée dans les méthodes d'implantation par appareil topographiques ; (0.5pts)

Exercice 02 : (06 PTS)

Un raccordement d'un seul arc est établi, selon la figure ci contre

On vous demande :

1. Établissez la relation entre MN et MN'
2. Donner l'expression mathématique pour calculer MN et MN'
3. Déduisez MC



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 02

MODULE : TECHNOLOGIE D'OUVRAGES
HORAIRE : 02 H

EMD 02



EXERCICE N°01 (QUESTIONS DE COMPRÉHENSION) (05 POINTS) :

B- Donner Une Explication Claire Pour :

- on fait allusion qu'un tunnel est un sous-marin, expliquer pourquoi ?;
- c'est quoi le RQD, et il sert à quoi ?
- quelle est la différence entre un réservoir et un château d'eau ?
- comment assurer l'étanchéité d'un réservoir ou d'un château d'eau ? ;
- le système de fondation d'un réservoir est-il différent entre réservoir et château d'eau, pourquoi ?
- les contreforts serviront comme quoi dans un barrage ou dans un ouvrage de stockage d'eau ?
- les systèmes de fondations doivent ils être souples ou rigides, quel paramètre intrinsèque joue t-il ce rôle, expliquer ?
- le mur d'un barrage, est érigé en amont ou en aval, d'un cours d'eau ?, expliquer par un schéma ?
- donner le type de barrage pour les barrages suivants :
 - * barrage cheurfa, barrage de beni haroun, barrage de foug el gherza, barrage de mefrouch
- donner la raison de la ceinture périphérique au sommet des parois d'un réservoir ou château d'eau ?
- c'est quoi le bouclier, pour les travaux souterrain et il servira à quoi ?
- donner les différentes méthodes de creusements des tunnels et énumérer leurs avantages et inconvénients
- le blindage par voussoir, c'est quoi au juste, expliquer ?
- la méthode de creusement par explosifs est il préconisé en quels cas, expliquer ?
- le tunnel de djbel el ouahche, a été fermé à cause de quoi ?, donner votre point de vue ?
- c'est quoi l'effet de renard ?
- les parties d'un ouvrage en contact avec le sol, font l'objet d'émulsion par une membrane projetable permanent ou non permanent, donner votre avis !
- c'est quoi les goussets dans les réservoirs et châteaux d'eau, et quels rôles jouent ils

EXERCICE N°02 (05 POINTS) :

1. tracer une vue en plan d'un tunnel et une coupe, et citer les différents parties qui les constituent
2. citer les différents types de barrages
3. donner la classification des réservoirs et châteaux d'eaux
4. donner les différents types de classifications de tunnels
5. classer les différents bassins versants d'un barrage
6. donner les ouvrages annexes d'un barrage
7. donner le schéma des efforts appliqué sur le mur d'un barrage poids



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC

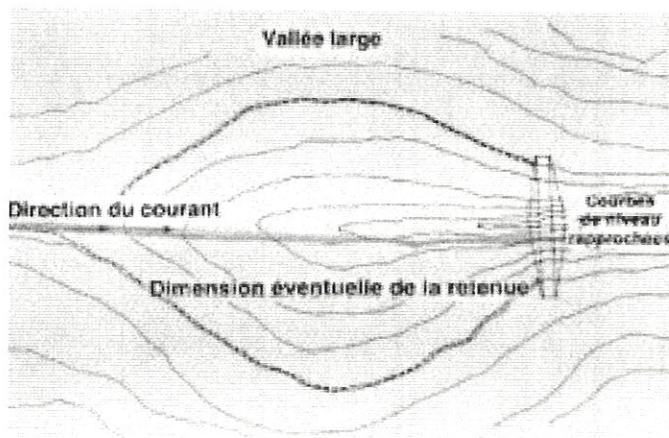
MODULE : TECHNOLOGIE D'OUVRAGES

CORRIGÉ TYPE EMD 2

EXERCICE N°01 (QUESTIONS DE COMPRÉHENSION) (05 POINTS) :

B- Donner Une Explication Claire Pour :

- on fait allusion qu'un tunnel est un sous-marin, à titre de comparaison en terme d'étanchéité ; **(0.5 pts)**
- le RQD, est l'acronyme de « rock quality designation », il sert à déterminer la qualité du roches, plus le RQD avoisine les 100, plus la roche est bonne et dure (sans discontinuités) **(0.25 pts)**
- un réservoir est un ouvrage pour stocker les liquide à même le sol, tandis qu'un château d'eau sert la même fonction, nonobstant il surélevé du sol (érigé sur une tour, ou des pylônes) **(0.5 pts)**
- pour assurer l'étanchéité d'un réservoir ou d'un château d'eau, il faut procéder de bétonnage par phasage (chaque phase est munie d'un ruban en EPDM (water stop), et puis utiliser un béton hydrofuge, et un enduit hydrofuge d'intérieur ; **(0.25 pts)**
- le système de fondation d'un réservoir est différent la plupart du temps entre réservoir et château d'eau, car le système de fondation d'un réservoir est toujours un radier général (seul ou reposant sur pieux), tandis que les fondations d'un château d'eau sont conditionnées par les paramètres géotechniques **(0.25 pts)**
- les contreforts serviront comme des raidisseurs dans un barrage ou dans un ouvrage de stockage d'eau, pour augmenter sa rigidité, et limiter les déformations dues aux forces hydrostatiques sur les parois et/ou les écrans de retentions d'eau **(0.25 pts)**
- les systèmes de fondations doivent être rigides, le paramètre jouant le rôle intrinsèque est la longueur élastique **(0.25 pts)**
- le mur d'un barrage, est érigé en amont d'un cours d'eau **(0.25 pts)**



- donner le type de barrage pour les barrages suivants :

* barrage cheurfa : poids béton **(0.25 pts)**

barrage de beni haroun, : poids BCR **(0.25 pts)**

barrage de foug el gherza, : voute **(0.25 pts)**

barrage de mefrouch :voutes multiples **(0.25 pts)**

- la raison de la ceinture périphérique au sommet des parois d'un réservoir ou château d'eau, c'est d'assurer un bon encastrement coupoles (toiture)/parois **(0.25 pts)**

* Classification des tunnels selon la forme des ouvrages

les différents bassins versants d'un barrage : (0.5 pts)

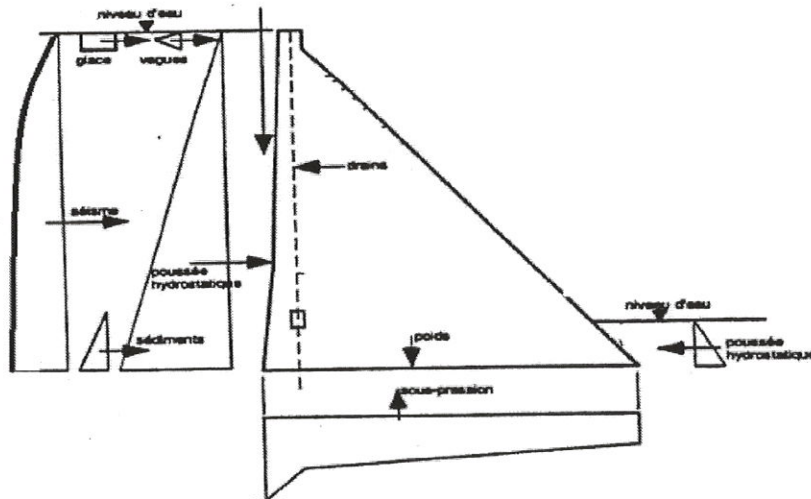
- Très petits bassins versants: $0 \text{ km}^2 < S \leq 10 \text{ km}^2$
- Petits bassins versants : $10 \text{ km}^2 < S \leq 200 \text{ km}^2$
- Grands bassins versants : $200 \text{ km}^2 < S \leq 2000 \text{ km}^2$
- Très Grands bassins versants: $S > 2000 \text{ km}^2$

les ouvrages annexes d'un barrage : (0.25 pts)

l'évacuateur de crue

pertuis de fond

schéma des efforts appliqué sur le mur d'un barrage poids (0.25 pts)



EXERCICE N°03 (10 POINTS) :

Nous voulons construire un réservoir d'eau, afin d'alimenter une agglomération donnée, pour cela nous servirons des données historiques d'une agglomération voisine pour faciliter notre tâche

Heure	Volume d'alimentation	Volume de consommation	AV
7	12	6	6
11	17	12	-5
15	5	9	-4
19	7	10	-3

Compléter le tableau (2.5 pts)

Estimer P_{max} (20%)/donnée

le volume d'eau contenant dans ledit réservoir

$$Q_{moy j} = (3200 \cdot 150 + 450 \cdot 20 + 80 \cdot 10) / 1000 = 489.8 \text{ m}^3/j \text{ (1.25 pts)}$$

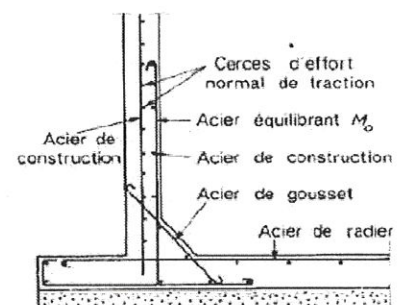
$$Q_{max} = K_{max j} \cdot Q_{moy j} = 1.2 \cdot 489.8 = 587.76 \text{ m}^3/j \text{ (1.25 pts)}$$

$$V_{max} = (20 \cdot 587.76) / 100 = 117.552 \text{ m}, \text{ on opte pour } 120 \text{ m}^3$$

Le réservoir a une forme cubique

$$V = a^3 \rightarrow a = V^{1/3} \text{ (2.5 pts)} = 4.93 \text{ m}$$

schéma de ferraillage radier/paroi (2.5 pts)



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



DÉPARTEMENT DE TECHNOLOGIE



NIV : 4EME ANNÉE PEST GC
COEFFICIENT : 01

MODULE : TOPOGRAPHIE II
HORAIRE : 02 H

EMD 02



NOM :

PRÉNOM :

Exercice 01 :

COCHER LA BONNE RÉPONSE EN (✓), ET LA MAUVAISE RÉPONSE PAR (X):

I- L'implantation topographique consiste à : (06 PTS)

- ☐ - plus de détail en levée tachéométrique ;
- ☐ -matérialiser fictivement les détails figurée dans un plan d'exécution;
- ☐ - faire apparaître uniquement les grandes lignes d'un ;
- ✓-matérialiser réellement les détails d'un plan ;
- ✓-construire les éléments existant sur le plan ;
- ✓-repérer les éléments existant sur le plan ;
- ✓-aménager les éléments existant sur le plan ;
- ✓-faire l'opposée d'un levé topographique ;

2- méthodes d'implantation : (02 PTS)

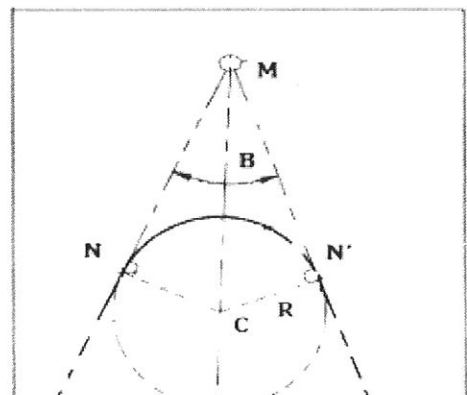
- ☐ -la méthode qui se base sur le théorème de Pythagore est une méthode dite de 3.5.6;
- ☐ - la méthode de la médiatrice, consiste à projeter le parallèle du point d'intersection des deux cercles de même rayon ;
- ☐ -l'implantation par rayonnement est appelé également implantation par coordonnées cartésiennes ;
- ☐ - la méthode de la médiatrice est classée dans les méthodes d'implantation par appareil topographiques ;

Exercice 02 : (06 PTS)

Un raccordement d'un seul arc est établi, selon la figure ci contre

On vous demande :

1. Établissez la relation entre MN et MN'
2. Donner l'expression mathématique pour calculer MN et MN'
3. Déduisez MC



Réponse :

les points de tangence N et N' à partir des points K et L et des distances qui sont calculées comme suit:

$$KN = MN - MK$$

$$LN' = MN' - ML$$

D'où

$$MN = MN' = R \cot(B/2)$$

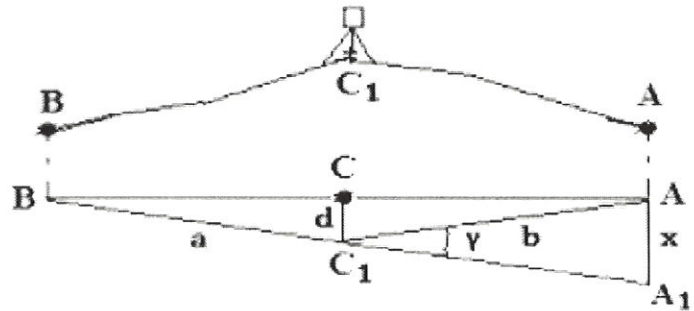
$$MC = \frac{R}{\sin(B/2)}$$

Exercice 03 : (06 PTS)

La figure ci-contre représente une implantation par alignement de grandes portées, ou les deux points d'alignement ne sont ni stationnable, et non visibles

On vous demande :

1. donner γ en fonction de x et b
2. exprimez AC_1B en fonction de γ (en grade)
3. exprimez d en fonction (a , b et γ)

**Réponse :**

D'après le schéma nous avons (02 pts)

$$\tan \gamma \approx \gamma = \frac{x}{b}$$

On cherche un point C_1 aussi près que possible de l'alignement AB (procédé de Fourier). On observe l'angle AC_1B d'où $\gamma = 200 - AC_1B$ sur le plan on mesure graphiquement les distances a et b (C_1 est positionné sur le plan).

D'où on tire

$$AC_1B = 200 - \gamma \text{ (grade)} \text{ (02 pts)}$$

Nous avons :

$$\frac{d}{a} \approx \frac{x}{a+b}$$

$$d = \frac{a \times x}{a+b} = \frac{a \times b \times \gamma}{a+b} \text{ (02 pts)}$$