SOLUTION barème élasticité

Question de cours **(04 pts)**

1-c

2-a

3-c

4-c

Exercice 1: **(08 pts)**

1. Détermination des forces de volume pour que les équations soient satisfaites:

Les équations d'équilibres s'écrivent:

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z}+\overline{X}=0$$

$$\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z}+\overline{Y}=0$$

$$\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y}+\frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z}+\overline{Y}=0$$

Après remplacement des contraintes dans les équations d'équilibre on trouve:

$\overline{X}=0$ **(0.5pt);** $\overline{Y}=0$ **(0.5pt);** $\overline{Z}=-4z$ **(0.5pt).**

2. L'état de contrainte au point M(0,0,1) est:

$$\sigma_{ij}=\begin{bmatrix}0&0&0\\0&0&0\\0&0&2\end{bmatrix}$$

Une traction pure dans la direction de "z". (1pt)

3. Calcul des contraintes et les directions principales au point $P(a,0,2\sqrt{a})$

Le tenseur de contrainte au point P s'écrit : **(3pts)**

$$\sigma_{ij}(P)=\begin{bmatrix}0&a&0\\a&0&0\\0&0&8a\end{bmatrix}$$

Les contraintes principales seront:

$$\text{Déterminant}\left([\sigma]-\sigma_i[I]\right)=0$$

d'où :

$$\left|\begin{bmatrix}0 & a & 0\\ a & 0 & 0\\ 0 & 0 & 8a\end{bmatrix} - \sigma\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\right| = 0$$

$$(8a-\sigma)\times(\sigma-a)\times(\sigma+a)=0$$

La résolution de cette équation nous donne:

$$\boxed{\begin{gathered}\sigma_1 = 8a\\ \sigma_2 = a\\ \sigma_3 = -a\end{gathered}}$$

Les directions principales seront:

$$([\sigma]-\sigma_i[I])\begin{Bmatrix}l\\ m\\ n\end{Bmatrix} = \{0\}$$

$*\sigma = \sigma_1 = 8a$

$$\left\{\begin{bmatrix}0 & a & 0\\ a & 0 & 0\\ 0 & 0 & 8a\end{bmatrix} - \sigma_i\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\right\}.\begin{Bmatrix}l\\ m\\ n\end{Bmatrix} = 0$$

d'où:

$$\left.\begin{cases}-8.a.l + a.m = 0\\ a.l - 8.a.m = 0\\ 0.n = 0\end{cases}\right\} \rightarrow \begin{Bmatrix}l = 0\\ m = 0\\ n^2 = 1\end{Bmatrix}$$

$et\ l^2 + m^2 + n^2 = 1$

Donc:

$$\boxed{l_1 = 0\ ;\ m_1 = 0\ ;\ n_1 = \pm 1}$$

$*\sigma = \sigma_2 = a$

$$\left\{\begin{bmatrix}0 & a & 0\\ a & 0 & 0\\ 0 & 0 & 8a\end{bmatrix} - \sigma_i \begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\right\} . \begin{Bmatrix} l \\ m \\ n \end{Bmatrix} = 0$$

d'où:

$$\left.\begin{cases} -a.l + a.m = 0 \\ a.l - a.m = 0 \\ 7.a.n = 0 \end{cases}\right\} \rightarrow \begin{Bmatrix} l = m \\ n = 0 \end{Bmatrix}$$

$et\ l^2 + m^2 + n^2 = 1$

Donc:

$$\boxed{l_2 = \pm\frac{\sqrt{2}}{2}\ (;\ m_2 = \pm\frac{\sqrt{2}}{2}\quad ;\ n_2 = 0}$$

$\underline{* \sigma = \sigma_3 = -a}$

$$\left\{\begin{bmatrix}0 & a & 0\\ a & 0 & 0\\ 0 & 0 & 8a\end{bmatrix} - \sigma_i \begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\right\} . \begin{Bmatrix} l \\ m \\ n \end{Bmatrix} = 0$$

d'où:

$$\left.\begin{cases} a.l + a.m = 0 \\ a.l + a.m = 0 \\ 9.a.n = 0 \end{cases}\right\} \rightarrow \begin{Bmatrix} l = -m \\ n = 0 \end{Bmatrix}$$

$et\ l^2 + m^2 + n^2 = 1$

Donc:

$$\boxed{l_3 = \pm\frac{\sqrt{2}}{2}\ ;\ m_3 = \mp\frac{\sqrt{2}}{2};\quad n_3 = 0}$$

4- Les contraintes déviatoriques principales au point P :

On sait que:

$$[\sigma] = [\sigma^s] + [\sigma^d]$$

avec:

$$[\sigma^s] = \begin{bmatrix}\sigma_m & 0 & 0\\ 0 & \sigma_m & 0\\ 0 & 0 & \sigma_m\end{bmatrix}$$

où: $\sigma_m = \dfrac{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z}{3} = \dfrac{0+0+8a}{3} = \dfrac{8a}{3}$

Les contraintes principales déviatoriques :

d'où :

$$\left|\begin{bmatrix} -\frac{8a}{3} & a & 0 \\ a & -\frac{8a}{3} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{16a}{3} \end{bmatrix} - \sigma_i \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\right| = 0$$

$$\left[\frac{16}{3}a - \sigma\right] \times \left[\left(-\frac{8}{3}a - \sigma\right) - a\right] \times \left[\left(-\frac{8}{3}a - \sigma\right) + a\right] = 0$$

La résolution de cette équation nous donne:

$$\boxed{\begin{gathered} \sigma_{d1} = \frac{16}{3}a \\ \sigma_{d2} = -\frac{5}{3}a \quad \textbf{(2.5pts)} \\ \sigma_{d3} = -\frac{11}{3}a \end{gathered}}$$

Exercice 2: **(08 pts)**

On a le vecteur déplacement donné par : :

$$\begin{cases} u = x^2 + y^2 \\ v = 2(3z - xy) \\ w = -z^2 \end{cases}$$

Les composantes de déformation sont:

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} = 2x \qquad ; \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = 0$$

$$\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} = -2x \qquad ; \gamma_{xz} = \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} = 0$$

$$\varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} = -2z \qquad ; \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} = 6$$

Le tenseur de déformation est:

$$[\varepsilon] = \begin{bmatrix} 2x & 0 & 0 \\ 0 & -2x & 3 \\ 0 & 3 & -2z \end{bmatrix} \qquad \textbf{(2.50pt)}$$

2- Les trois invariants de déformation:

$$I_1 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z = -2z$$

$$I_2 = \varepsilon_1\varepsilon_2 + \varepsilon_2\varepsilon_3 + \varepsilon_1\varepsilon_3 = \varepsilon_x\varepsilon_y + \varepsilon_x\varepsilon_z + \varepsilon_y\varepsilon_z - \frac{1}{4}(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{xz}^2 + \gamma_{zy}^2) = -4x^2 - 9$$

$$I_3 = \varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3 = Det[\varepsilon] = 2x(4xz - 9) = 8x^2z - 18x$$

$$\boxed{\begin{aligned} I_1 &= -2z \qquad \textbf{(1pt)} \\ I_2 &= -4x^2 - 9 \qquad \textbf{(1pt)} \\ I_3 &= 2x(4xz - 9) \qquad \textbf{(1pt)} \end{aligned}}$$

3- Le tenseur des rotations

$$[\omega] = \begin{bmatrix} 0 & \omega_{xy} & \omega_{xz} \\ \omega_{xy} & 0 & \omega_{yz} \\ \omega_{xz} & \omega_{yz} & 0 \end{bmatrix}$$

$$\omega_{xy} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}\right) = \frac{1}{2}(-2y - 2y) = -2y$$

$$\omega_{xz} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z}\right) = \frac{1}{2}(0 - 0) = 0$$

$$\omega_{yz} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}\right) = \frac{1}{2}(0 - 6) = -3$$

Le tenseur sera:

$$\boxed{[\omega] = \begin{bmatrix} 0 & -2y & 0 \\ -2y & 0 & -3 \\ 0 & -3 & 0 \end{bmatrix} \textbf{(2.5pt)}}$$

The People's Democratic Republic of Algeria

Ministry of Higher Education and Scientific Research
Ain Temouchent University -BELHADJ Bouchaib
Faculty of Sciences and Technology
Department of Civil Engineering and Publics Works

Matière : Thermique du Bâtiment **(M1 Structure)**

Le 01/06/2023 **Durée : 1h30**

Questions de cours :

1- Quel est le but de l'étude thermique du bâtiment ? (2pts)
2- Q u'est ce qu'une enveloppe de bâtiment ? (2pts)
3- Comment peut-on calculer les déperditions thermiques d'un local ? Expliquer (2pts)

Exercice1 : (7pts)

Une surface de 120m2 de parois opaques et 50m2 d'ouvertures vitrées en contact avec l'extérieur.
Les parois opaques sont constituées de 22 cm de béton recouvert extérieurement par 1.5 cm de mortier et intérieurement par 1cm de plâtre.
Les parois vitrées ont une épaisseur de 5mm. On néglige les pertes de chaleur par le plafond et le plancher.

1- On veut minimiser les dépenses énergétiques en isolant les parois :
*On pose un survitrage en verre de 6mm avec une lame d'air de 4cm
*le revêtement en plâtre est remplace par un panneau composite e1=10mm et une plaque de polystyrène e2=20mm
-calculer la résistance thermique du mur ; de vitrage ; la puissance nécessaire de chauffage ; donne une conclusion
2- Trouver la répartition de la température dans le mur.

T interne= 19°C et T externe = -2°C

Exercice 2 (7pts)

a) Un mur est composé de:

Briques réfractaires: $e1 = 10$ cm ; $k1 = 1$ W/m°C

D'un isolant: $e2 = 2$ cm ; $k2 = 0{,}1$ W/m°C

$T1 = 1100$ °C, $T3 = 20$ °C.

Calculer q et T2.

b) Que l'isolant (e2) ne supporte pas 740 °C; on propose le garnissage suivant, de même épaisseur totale:

Briques réfractaires: $e1 = 7$ cm, $k1 = 1$ W/m°C

Isolant réfractaire : $e2 = 3$ cm; $k2 = 0{,}5$ W/m°C

Isolant: $e3 = 2$ cm; $k3 = 0{,}1$ W/m°C

$T1 = 1100$ °C, $T4 = 20$ °C

Calculer q, T2, T3 et faire une comparaison avec des résultats de a).

Bonne Chance

The People's Democratic Republic of Algeria

Ministry of Higher Education and Scientific Research
Ain Temouchent University -BELHADJ Bouchaib
Faculty of Sciences and Technology
Department of Civil Engineering and Publics Works

Solution Examen Thermique :

1- Le but de l'étude thermique du bâtiment :

-Evaluer les performances énergétiques du bâtiment **1pts**

-Evaluer les besoins de chauffage **0.5pts**

-Evaluer les besoins de rafraichissement **0.5pts**

2- Enveloppe du bâtiment **:** **2pts**

L'enveloppe est constituée des éléments surfaciques (Toiture, plancher, murs, fenêtres et portes) i.e. tout ce qui sépare l'intérieur du bâtiment de l'extérieur.

3- Les déperditions thermiques d'un local = pertes de chaleur du local pour un degré kelvin entre les ambiances internes et externes. **1pts**

Exercice 1 :

La puissance du chauffage nécessaire :

$\Phi T = \Phi m + \Phi v = \frac{Ti-Te}{\sum ei/\lambda i}$ Smur + $\frac{Ti-Te}{\sum ei/\lambda i}$ Svitre **1pts**

Φmur = [(Ti – Te)/ e mortier /λ mortier +e beton /λ beton +e platre / λ platre] S mur

Φmur = [[19-(-2)] / 0.015/0.15 +0.22/1.65+0.01/0.35] 120 = [21/ 0.1+ 0.13333+ 0.02857] 120

Φmur = 9621.96 N **1pts**

$\Phi v = \frac{Ti-Te}{\sum ei/\lambda i}$ Svitre = **1pts**

ΦT = 184621.96 ~ 184622 N **1pts**

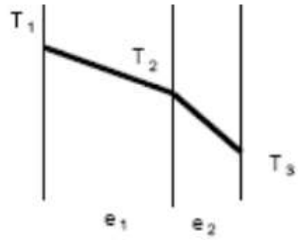
RT mur = 1/ Smur [ebeton/λ beton + eplatre / λ platre + e poly / λ poly + emortier / λ mortier] **2pts**

RT vit =

ΦT = Φm + Φv il ya un gain d'énergie **2pts**

Exercice 2 :

a)Briques réfractaires



$$\begin{cases} e_1 = 10\ cm \\ \lambda_1 = 1\,W/m°C \end{cases} \qquad \text{Isolant} \quad \begin{cases} e_2 = 2\ cm \\ \lambda_2 = 0.1\,W/m°C \\ T_1 = 1100°C, T_3 = 20°C \end{cases}$$

On a donc :

Ici, $\varphi = \dfrac{1100-20}{\dfrac{0.1}{1}+\dfrac{0.02}{0.1}} = 3600\,W/m^2$ et donc $\varphi = 3600 = \dfrac{1100-T_2}{\dfrac{0.1}{1}}$ d'où T_2=740°C

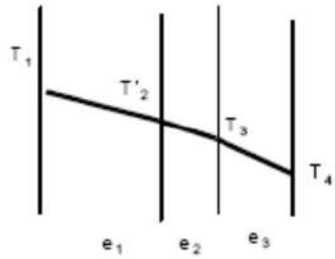
b) Brique réfractaire :

$$\begin{cases} e_1 = 7\ cm \\ \lambda_1 = 1\,W/m°C \end{cases}$$

Isolant réfractaire : $\begin{cases} e_3 = 3\ cm \\ \lambda_2 = 0.5\,W/m°C \end{cases}$ Isolant : $\begin{cases} e_3 = 2\ cm \\ \lambda_3 = 0.1\,W/m°C \end{cases}$

Avec à nouveau : T_1= 1100°C, T_4=20°C

Nous trouvons :



$$\varphi' = \frac{1100-20}{\dfrac{0.07}{1}+\dfrac{0.03}{0.5}+\dfrac{0.02}{0.1}} = 3273 \quad (W/m^2)\ \text{(a)}$$

Université d'Ain Témouchent
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil & Travaux Publics

Mercredi 31 /05 / 2023

EMD (2022/2023)

MATIERE : Fondations et Strs de Sout. **M1 : Structures** **DUREE : 1H30**

Questions : (06 points)

1- Citer les différents types de fondations ?

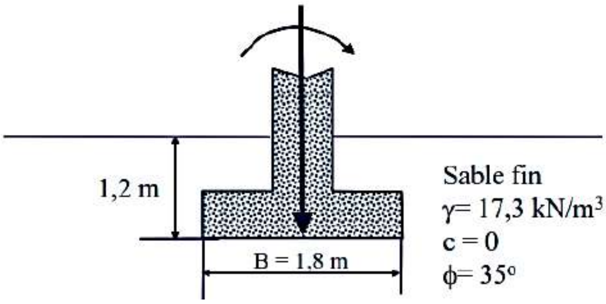
2- Schématiser les différents types de murs de soutènements ?

3- Comment peut-on assembler les palplanches latéralement ?

Exercice 1 : (06 points)

Une semelle filante est montrée à la figure suivante. Si l'excentricité de la charge est de e=0,15 m, déterminer la charge ultime par unité de longueur de la fondation.

Avec : Nc = 46; Nγ=34; Nq = 33 ; Sc = Sγ = Sq = 1,0 .

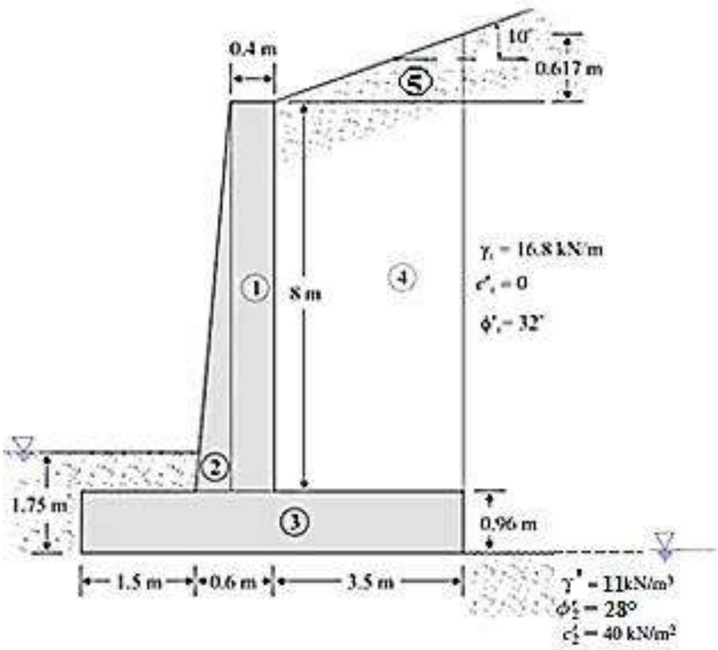


Exercice 2 : (08 points)

La section d'un mur de soutènement en porte-à-faux est montrée à la figure ci-dessous.

a) Déterminer les facteurs de sécurité contre le renversement et le glissement.

Avec : $\gamma_{béton} = 23\ KN/m^3$; $\delta = \frac{2}{3}\emptyset$



Bon Courage

Solution exercice 1 :

e = 0,15 m; B’ = B-2e = 1,8-2*0,15 = 1,5 m

qult= cNc.Sc+γDNq.Sq+γB’NγSγ/2

φ= 35°

Nc = 46; Nγ=34; Nq = 33

Sc = 1,0; Sγ= 1,0; Sq = 1,0

qult= 0*46*1,0 + 17,3*1,2*33*1,0+ (17,3)*1,5*34*1,0/2

qult=1126 kPa

Q ult= 1*B’*qult

Q ult=1*1,5*1126 = 1689 kN/m.lin

Solution exercice 2 :

a) Le facteur de sécurité contre le renversement :

Il faut d’abord calculer H’

$$H' = 0.617 + 8 + 0.96 = 9.577m$$

On calcule ensuite les forces en jeux :

Force de pression active : $P_a = \frac{1}{2}\gamma_1 H^2 K_a$

$$K_a = tan^2\left(45° - \frac{\phi_1}{2}\right) = \mathbf{0.307}$$

$$P_a = \frac{1}{2} \times 16.8 \times (9.557)^2 \times 0.307 = \mathbf{236.52\ kN/m}$$

$$P_{ah} = P_a \times \cos(\alpha) = 236.52 \times \cos(10) = \mathbf{232.93\ kN/m}$$

$$P_{av} = P_a \times \sin(\alpha) = 236.52 \times \sin(10) = \mathbf{41.07\ kN/m}$$

Le tableau résume les forces stabilisantes :

N° de la section	Surface	Poids / m.l.	Bras de levier	Moment
1	8×0.4=3.2	78.6	1.9	149.34
2	0.2×8/2=0.8	18.4	1.63	25.102
3	5.6×0.96=5.376	123.648	2.8	346.214

4	3.5×8=28	644	3.85	2479.4
5	3.5×0.617=1.079	24.83	4.43	109.997
		$P_{av} = 41.07$	5.6	229.992
Total		**930.548**		**3340.045**

Le moment renversant peut être déterminé :

$$M_r = P_{ah} \times \frac{H'}{3} = 232.93 \times \frac{9.577}{3} = \mathbf{743.59\ kN.m}$$

$F_s(renversement) = \frac{3340.045}{743.59} = \mathbf{4.49}\ (\boldsymbol{ok})$

b) <u>Le facteur de sécurité contre le glissement :</u>

$$F_s(glissement) = \frac{c_2.B + \sum F_v tan\emptyset_2 + P_p}{P_{ah}}$$

On considère que $\delta = \frac{2}{3}\emptyset_2 = 18.66°$

- Il faut tout d'abord déterminer $P_p = \frac{1}{2}\gamma_2 D^2 K_P + 2c_2\sqrt{K_p}D$

$$K_p = tan^2\left(45° + \frac{\emptyset_2}{2}\right) = \mathbf{2.76}$$

$$P_p = 2.76 \times 11 \times \frac{1.75^2}{2} + 2 \times 40 \times \sqrt{2.76} \times 1.75 = \mathbf{279.075\ kN/m}$$

- La pression de l'eau :

$$P_w = \gamma_w D = 10 \times 1.75 = \mathbf{17.5\ kN/m}$$

D'où :

$$F_s(glissement) = \frac{40 \times 5.6 + 930.548 \times tan18.66 + 279.075 + 17.5}{232.93} = \mathbf{3.58}\ (\boldsymbol{ok})$$

UNIVERSITE BELHADJ BOUCHAIB-AIN TEMOUCHENT

DEPARTEMENT DE GC+TRAVAUX PUBLICS

M1 STR+M1 VOA

Examen Ethique, Déontologie & Propriété Intellectuelle. CORRIGE TYPE

-Partie I- 15 Pts

1. QU'EST-CE QUE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE ? 1.50 Pts

Le terme “propriété intellectuelle” désigne les œuvres de l'esprit : inventions ; œuvres littéraires et artistiques ; dessins et modèles ; et emblèmes, noms et images utilisés dans le commerce.

2. QUE PEUT-ON BREVETER ? 1.50 Pts
    - Un produit comme une bouteille d'eau
    - Une composition de matière comme un composant chimique qui réalise la bouteille d'eau.
    - Une appareille comme une machine qui fabrique la bouteille d'eau.
    - Un procède comme une méthode de fabrication, changement de couleur ou bien la forme de la bouteille d'eau.
    -

3. QU'EST-CE QU'UN BREVET ? 1.50 Pts

Le brevet c'est un titre ou un diplôme qui a une fonction d'encouragement, car il offre aux individus la reconnaissance de leur création, il protège une invention ou bien un produit ou un procédé qui apporte une nouvelle solution technique.

4. CITEZ LES DIFFERENTES SOURCES DE LA MORALE. 1.50 Pts

- La religion
- La conscience
- Le sens du devoir
- Le sens du respect
- La justice
- La vertu

5. COMMENTEZ CETTE ILLUSTRATION. 1.50 Pts

Elle aide à résoudre les situations où les obligations du professionnel envers son client et envers le public sont difficilement conciliables, de même que les situations où les valeurs du groupe professionnel entrent en conflit avec d'autres valeurs ou intérêts dignes de considération.

6. EN VERTU DE LA LOI, IL EXISTE QUATRE TYPES DE DROITS D'AUTEURS A PROTEGER, CITEZ-LES. 1.50 Pts

- Les droits économiques.
- Les droits moraux.
- Les droits voisins.
- Les droits artistiques, musicaux ou dramatiques.

7. DEFINISSEZ LES DROITS VOISINS. 1.50 Pts

Les droits voisins tirent leur origine d'une œuvre protégée par le droit d'auteur et s'apparentent à celui-ci à certains égards. Ils ont pour objet de protéger les intérêts juridiques de certaines personnes physiques ou morales qui contribuent à rendre les œuvres accessibles au public.

8. POURQUOI PARLONS-NOUS D'ETHIQUE ET DE DEONTOLOGIE A L'UNIVERSITE. 1.50 Pts

La morale, l'éthique et la déontologie sont des sujets fondamentaux pour la pratique et la vie universitaire. En parle d'éthique et de déontologie à l'université parce que l'université est une institution d'intérêt publique qui veille au développement et à la transmission des connaissances donc : Ce qui concerne l'éthique Les étudiants universitaire doivent avoir de l'éthique envers les professeurs d'une part et le personnel administratif d'autre part. Quant à la déontologie du personnel administratif, y compris les professeurs, doivent faire preuve de sens des responsabilités et d'éthique professionnelle envers les étudiants universitaires, on ne peut s'engager dans l'enseignement sans viser essentiellement le bien –être des étudiants

9. L'UNIVERSITE SE DOIT DE PROMOUVOIR LES VALEURS PROFESSIONNELLES. CITEZ-LES. 1.50 Pts

Les valeurs professionnelles qui doivent être promus sont : la justice, le respect ; la bonté, la ponctualité, la solidarité, le bénévolat et l'honnêteté.

10. DEFINISSEZ LA DIDACTIQUE. 1.50 Pts

La didactique est la science humaine qui a pour objet les méthodes d'enseignement et d'apprentissage. C'est aussi l'ensemble des procédés et techniques qui y sont associés. La didactique est une approche rationnelle de l'enseignement et de la transmission des connaissances aux hommes.

UNIVERSITE BELHADJ BOUCHAIB-AIN TEMOUCHENT
DEPARTEMENT DE GC+TRAVAUX PUBLICS
M1 STR+M1 VOA

Examen Ethique, Déontologie & Propriété Intellectuelle.

-Partie I- 15 Pts

1. QU'EST-CE QUE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE ? 1.50 Pts
2. QUE PEUT-ON BREVETER ? 1.50 Pts
3. QU'EST-CE QU'UN BREVET ? 1.50 Pts
4. CITEZ LES DIFFERENTES SOURCES DE LA MORALE. 1.50 Pts
5. COMMENTEZ CETTE ILLUSTRATION. 1.50 Pts

6. EN VERTU DE LA LOI, IL EXISTE QUATRE TYPES DE DROITS D'AUTEURS A PROTEGER, CITEZ-LES. 1.50 Pts
7. DEFINISSEZ LES DROITS VOISINS. 1.50 Pts
8. POURQUOI PARLONS-NOUS D'ETHIQUE ET DE DEONTOLOGIE A L'UNIVERSITE. 1.50 Pts
9. L'UNIVERSITE SE DOIT DE PROMOUVOIR LES VALEURS PROFESSIONNELLES. CITEZ-LES. 1.50 Pts
10. DEFINISSEZ LA DIDACTIQUE. 1.50 Pts

-Partie II- 05 Pts

REDIGEZ UN PARAGRAPHE D'UNE QUINZAINE DE LIGNES, OU VOUS CITER LES VALEURS QUE VOUS DEVEZ DEVELOPPER AUTANT QUE FUTUR INGENIEUR EN GENIE CIVIL AFIN DE DEVELOPPER LE SECTEUR DU BATIMENT ET DU BTP DANS NOTRE PAYS.

Université Belhadj Bouchaib- Ain Témouchent
Dépt. de Génie Civil et Travaux Publics
Année Univ. 2022/2023
Examen du Semestre II- Structure en Béton Armé2
Master 1 – Structure

Exercice (15pts):

Une structure à voiles en béton armé est schématisée dans la figure 1 ci contre.
Cette structure est sollicitée latéralement suivant le sens X et Y par une force F= 3200 kN. L'épaisseur de chaque voile est égale à 200mm.

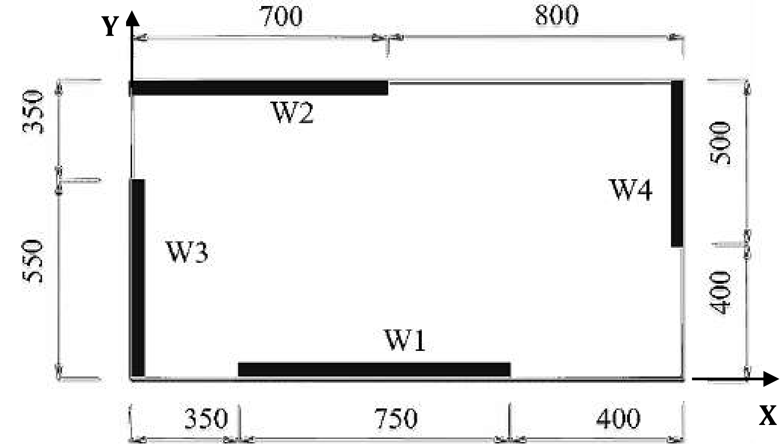


Figure1 : Vue en plan d'un bâtiment à voile en béton armé

1ère Partie : On considère que le centre de masse coïncide avec le centre géométrique du plancher CM1 (750 ; 450) mm.

a. Déterminer l'excentricité suivant x et y et montrer schématiquement les positions du centre de masse et de rigidité. (4pts)

b. Cette structure est-elle régulière en plan? Justifier votre réponse. (1pt)

2ème partie : Après avoir effectué certains ajustements sur le model de la figure 1, il s'est avéré que le centre de masse se trouve à une distance égale à 3m et 0.454 m à gauche et au dessous (أسفل) du centre géométrique du plancher, respectivement.

a. Calculer la distribution totale de la force horizontale Fy sur les voiles W3 et W4. (4pts)

b. Si on néglige l'excentricité accidentelle suivant Y, pensez-vous que la valeur totale de la force horizontale suivant X repris par le voile W1 soit égale à la force directe repris par le même voile? Justifier votre réponse. (2pts)

c. Quelles sont les mesures nécessaires apportées aux voiles W3 et/ou W4 pour éviter l'effet de Torsion? « Votre réponse doit être supportée par une démonstration numérique et graphique ». (4pts)

Exercice 2 (05pts):

Soit un poteau carré de section (65X65) cm², transmettant une charge centrée Pu=8.85 MN à une semelle à pieux circulaires. Le volume du béton autorisé pour le coulage de la semelle est égal à 2.755 m³. Afin d'éviter d'éventuel chevauchement avec d'autres semelles adjacentes, la longueur de la présente semelle a'' ne doit pas dépasser 3m, la hauteur de la semelle h=a'/2, sachant que « à » représente l'entraxe des pieux. L'enrobage est égal à 5cm.

-Est-il possible d'opter une semelle à deux pieux dans ce cas ? Justifier votre réponse. (5pts)
(Voir aussi l'annexe ci-dessous).

Annexe (pour l'exercice 2):
-Béton de la semelle: f_{c28}= 25 MPa ; f_{t28}=2.10 MPa ; Poids volumique du béton armé: 25 kN/m³
-Aciers de la semelle: FeE 500 HA
-Contrainte de compression limite du béton du pieu : 7 MPa
-Section d'armatures inferieures : A_{inf}= 49.10 cm²
-Fissuration peu préjudiciable

Bon courage **A.SAID**

UNIVERSITE BELHADJ BOUCHAIB AIN TEMOUCHNET
FACULTE SCIENCES ET DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL ET TRAVAUX PUBLICS

Master 1/ Option Structures **EXAMEN ELASTICITE** **28/05/2023**

Choisir la bonne réponse (4points)

1. **La loi de Hooke précise que dans le domaine élastique**

   a. Les déformations sont proportionnelles aux forces extérieures

   b- Les déformations sont proportionnelles aux déplacements

   c- Les déformations sont proportionnelles aux contraintes

2. **En élasticité les matériaux doivent être :**

   a-Homogènes, isotropes, élastiques

   b-Anisotropes, hétérogènes, élastiques

   c- Homogènes, anisotropes, rigides

3. **Le cisaillement est un (e)**

   a –Rotation par glissement relatif des sections droites

   b- Allongement longitudinal

   c- Glissement relatif des sections

4. **La distorsion est un (e)**

   a –déformation de largeur ou longueur des sections

   b- déplacement par rapport un axe

   c- déformation des angles

EXERCICE N°1 (08points)

Un état de contraintes en un point quelconque est représenté par la matrice suivante:

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} x^2 y & (1-y^2)x & 0 \\ (1-y^2)x & \dfrac{(y^3-3y)}{3} & 0 \\ 0 & 0 & 2z^2 \end{bmatrix}$$

1- Déterminer la distribution des forces volumique pour que les équations soient satisfaites?

2- Quel est l'état de contraintes au point M (0, 0,1)?

3- Calculer les contraintes et les directions principales au point $P(a, 0, 2\sqrt{a})$?

4- Déterminer les contraintes déviatoriques principales au point P ?

UNIVERSITE BELHADJ BOUCHAIB AIN TEMOUCHNET
FACULTE SCIENCES ET DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL ET TRAVAUX PUBLICS

Master 1/ Option Structures **EXAMEN ELASTICITE** **28/05/2023**

EXERCICE N°2 (08points)

Le vecteur déplacement en un point quelconque M (x,y,z) d'un corps est donné par ses composantes :

$$\begin{cases} u = x^2 + y^2 \\ v = 2(3z - xy) \\ w = -z^2 \end{cases}$$

1-Déterminer le tenseur de déformations?

2- Déterminer les trois invariants des déformations?

3- Définir le tenseur des rotations ?

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE D'AIN-TEMOUCHENT
Faculté des sciences et technologie
Département de Génie Civil & travaux publics
Master I- STR (2022/2023)

EXAMEN METHODE DES ELEMENTS FINIS

Le chargé du module : **Dr ATTIA Amina**
Date: 04/06/2023 Durée d'examen : **01 h 30**

Exercice01 : (10pts)

Le treillis plan représenté sur la figure 1 est composé de trois barres. La structure est en acier de module de Young E. L'aire des sections droites est A et 2A.

Le nœud 1 est articulé et le nœud 3 repose sur un appui simple dont la normale est horizontale. Le nœud 2 porte une force de composantes (P, −2P, 0) avec P > 0.

1. Calculer les déplacements des nœuds.

2. Calculer les actions de liaison et vérifier l'´équilibre de la structure.

On donne
$$K = \frac{EA}{L}\begin{bmatrix} l^2 & lm & -l^2 & -lm \\ lm & m^2 & -lm & -m^2 \\ -l^2 & -lm & l^2 & lm \\ -lm & -m^2 & lm & m^2 \end{bmatrix}$$

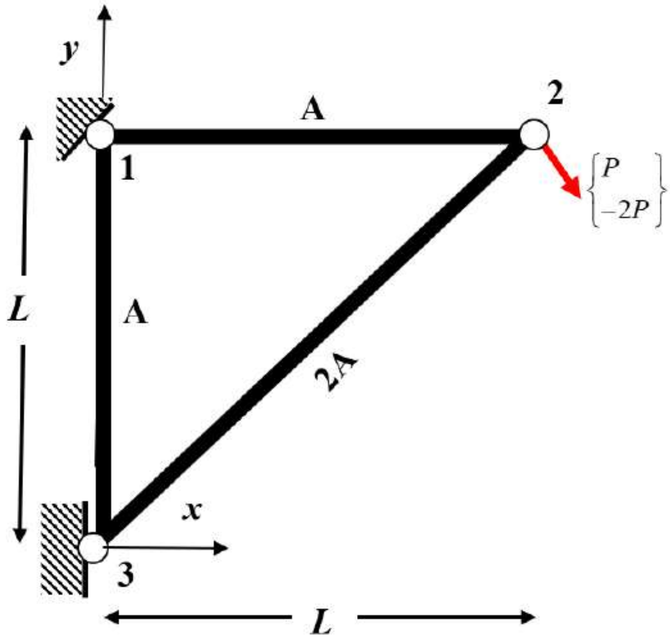


Figure 1 : système en treillis a trois barres.

Exercice N°2: (10Pts)

La poutre droite représentée sur la figure 2 est encastrée aux nœuds 1 et 3 (les deux extrémités). a poutre porte entre les nœuds 2 et 3 une force uniformément répartie. Soit avec la force par unité de longueur.

- Calculer les déplacements nodaux.
- Calculer les actions de liaisons.

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

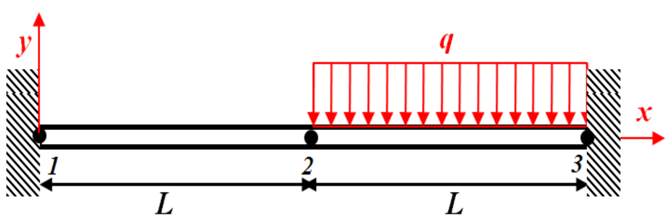


Figure 2 : Poutre soumise à un chargement répartie.

Bon Courage

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE D'AIN-TEMOUCHENT
Faculté des sciences et technologie
Département de Génie Civil & travaux publics
Master I- STR (2022/2023)
EXAMEN METHODE DES ELEMENTS FINIS

SOLUTION TYPE D'EXAMEN «METHODE DES ELEMENTS FINIS»

Solution Exercice 01 : (10pts)

Construisons la matrice de rigidité globale du système :

2.25pts

Barre	Longueur	Angle θ	l	m	l^2	m^2	lm
1-2	L	0	1	0	1	0	0
2-3	$\sqrt{2}L$	-135 $=-3\pi/4$	-$\sqrt{2}$ /2	-$\sqrt{2}$ /2	1/2	1/2	1/2
1-3	L	-90	0	-1	0	1	0

Commençant tout d'abords par construire le système d'équations global :

Le système d'équilibre de chaque élément :

Nœud 1-2 : θ=0°, $l=1,\ m=0,\ l^2=1,\ m^2=0$

$$\frac{EA}{L}\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_1 \\ v_2 \end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \\ F_{2x} \\ F_{2y} \end{Bmatrix}$$

1 pt

Nœud 2-3, θ=-135° $=-3\pi/4$, $l=-\sqrt{2}/2,\ m=-\sqrt{2}/2,\ l^2=1/2,\ m^2=1/2,$

$$\frac{EA}{\sqrt{2}L}\begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix} F_{2x} \\ F_{2y} \\ F_{3x} \\ F_{3y} \end{Bmatrix}$$

0.75 pt

Nœud 1-3, θ=-90° $=-\pi/2$, $l=0,\ m=-1,\ l^2=0,\ m^2=1$

$$k\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_3 \\ v_3 \end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \\ F_{3x} \\ F_{3y} \end{Bmatrix}$$

1 pt

En assemblant les deux matrices en faisant attention aux connexions des nœuds, nous obtenons :

$$\frac{EA}{\sqrt{2}L}\begin{bmatrix} \sqrt{2} & 0 & -\sqrt{2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{2} & 0 & 0 & 0 & -\sqrt{2} \\ -\sqrt{2} & 0 & \sqrt{2}+1 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & -\sqrt{2} & -1 & -1 & 1 & \sqrt{2}+1 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} u_1=0 \\ v_1=0 \\ u_2=? \\ v_2=? \\ u_3=0 \\ v_3=? \end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \\ F_{2x}=P \\ F_{2y}=-2P \\ F_{3x}=? \\ F_{3y}=0 \end{Bmatrix}$$

2pts

Application des conditions aux limites :

On a dans le repère global :

$u_1 = v_1 = u_3 = 0$;

$F_{2x} = P$; $F_{2y} = -2P$; $F_{3y} = 0$

0.25 pt

Donc on élimine de la 3[eme] jusqu'à 8[eme] ligne et colonne

Le système se réduit :

$$\frac{EA}{\sqrt{2}L}\begin{bmatrix} \sqrt{2}+1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & \sqrt{2}+1 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ v_3 \end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix} P \\ -2P \\ 0 \end{Bmatrix}$$

0.5 pt

D'ou

$$u_2 = 3\frac{PL}{EA}; v_2 = -(5+2\sqrt{2})\frac{PL}{EA}; v_3 = -2\frac{PL}{EA};$$

0.25 pt **0.5 pt** **0.25 pt**

Les actions de liaison sont les solutions de

$$\frac{EA}{\sqrt{2}L}\begin{bmatrix} -\sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\sqrt{2} \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ v_3 \end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \\ F_{3x} \end{Bmatrix}$$

0.25 pt

D'où

$F_{1x} = -3P$; $F_{1y} = 2P$ $F_{3x} = 2P$

0.25 pt **0.25 pt** **0.25 pt**

L'équilibre de la structure est vérifié :

$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = -3P + P + 2P = 0$; $F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 2P - 2P + 0 = 0$ **0.25 pt**

Exercice N°2: (10 Pts)

Equation d'équilibre de l'élément 1-2

$$element1-2:\frac{EI}{L^3}\begin{bmatrix}12 & 6L & -12 & 6L\\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2\\ -12 & -6L & 12 & -6L\\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}v_1\\ \theta_1\\ v_2\\ \theta_2\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}F_{1y}\\ M_{1x}\\ F_{2y}\\ M_{2x}\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix}0\\0\\0\\0\end{Bmatrix}$$

1 pt

Equation d'équilibre de l'élément 2-3

$$élement2-3:\frac{EI}{L^3}\begin{bmatrix}12 & 6L & -12 & 6L\\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2\\ -12 & -6L & 12 & -6L\\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}v_2\\ \theta_2\\ v_3\\ \theta_3\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}F_{2y}\\ M_{2x}\\ F_{3y}\\ M_{3x}\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix}-qL/2\\ -qL^2/12\\ -qL/2\\ qL^2/12\end{Bmatrix}$$

1 pt

Le système d'équilibre global :

$$\begin{Bmatrix}0\\0\\ \frac{qL}{2}\\ -\frac{qL^2}{12}\\ -\frac{qL}{2}\\ \frac{qL^2}{12}\end{Bmatrix}\begin{Bmatrix}F_{1y}\\ M_{1x}\\ F_{2y}\\ M_{2x}\\ F_{3y}\\ M_{3x}\end{Bmatrix}=\frac{EI}{L}\begin{bmatrix}12 & 6L & -12 & 6L & 0 & 0\\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 & 0 & 0\\ -12 & -6L & 12+12 & -6L+6L & -12 & 6L\\ 6L & 2L^2 & -6L+6L & 4L^2+4L^2 & -6L & 2L^2\\ 0 & 0 & -12 & -6L & 12 & -6L\\ 0 & 0 & 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}v_1\\ \theta_1\\ v_2\\ \theta_2\\ v_3\\ \theta_3\end{Bmatrix}$$

2.5pts

Condition aux limites :

$$v_1=\theta_1=v_3=\theta_3=0$$

1 pt

$$M_2=0\,;\,F_2=0$$

Le système d'équilibre réduit :

$$\frac{EI}{L^3}\begin{bmatrix}24 & 0\\ 0 & 8L^2\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}v_2\\ \theta_2\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}0 & -\frac{qL}{2}\\ 0 & -\frac{qL^2}{12}\end{Bmatrix}$$

1pts

Les déplacements au nœud 2

$$24\frac{EI}{L^3}v_2 = -\frac{qL}{2} \Rightarrow v_2 = -\frac{qL^4}{48EI}$$ **0.5 pt**

$$\frac{EI}{L^3}.8L^2.\theta_2 = -\frac{qL^2}{12} \Rightarrow \theta_2 = -\frac{qL^3}{96EI}$$ **0.5 pt**

Calcul des actions de liaisons :

Le système global devient :

$$\frac{EI}{L^3}\begin{bmatrix} -12 & 6L \\ -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L \\ 6L & 2L^2 \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} v_2 \\ \theta_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_{1y} \\ M_{1x} \\ F_{3y} \\ M_{3x} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ -\dfrac{qL}{2} \\ -\dfrac{qL^2}{12} \end{Bmatrix}$$ **1.5 pt**

Avec :

$$v_2 = -\frac{1}{48}\frac{qL^4}{EI} \qquad \theta_2 = -\frac{1}{96}\frac{qL^3}{EI}$$

$$F_{1y} = \frac{EI}{L^3}\left[\left(-12\left(-\frac{qL^4}{48EI}\right)\right) - \frac{6L^4q}{96EI}\right] = -\frac{18qL}{96} = \frac{3}{16}qL$$

$$F_{1y} = \frac{3qL}{16}$$ **0.25 pt**

$$M_{1x} = \frac{EI}{L^3}\left[\left(-6L\times\frac{-qL^4}{48EI}\right) + 2L^2\left(\frac{-qL^3}{96EI}\right)\right]$$

$$= \frac{12L^2}{48EI} - \frac{2qL^2}{96} \Rightarrow M_{1x} = \frac{10qL^2}{96}$$

$$M_{1x} = \frac{5qL^2}{48}$$ **0.25 pt**

De même, on obtient :

$$F_{3y} = \frac{13}{16}qL \;\; ; \;\; M_{3x} = \frac{-11}{48}qL^2$$ **0.5pt**

Fin de la solution type

Chargé de la matière
Dr ATTIA.A

Corrigé Type de l'EMD 2
Structure en Béton Armé 2

A. SAID

Exercice:

Partie I:

- Calcul de centre de rigidité

$$I_{w_3} = \frac{0,2 \cdot 5,5^3}{12} = 2,773\ m^4 \quad 0,5 \; ; \quad I_{w_4} = \frac{0,2 \cdot 5^3}{12} = 2,083\ m^4 \quad 0,5 \; , \quad I_{w_1} = \frac{0,2 \cdot 7,5^3}{12} = 7,031\ m^4 \quad 0,5 \; , \quad I_{w_2} = \frac{0,2 \cdot 7^3}{12} = 5,717\ m^4 \quad 0,5$$

$$x_{CR} = \frac{2,773 \cdot 0,1 + 2,083 \cdot 14,9}{2,773 + 2,083} = 6,449\ m \simeq 6,45\ m. \quad 0,5$$

$$y_{CR} = \frac{7,031 \cdot 0,1 + 5,717 \cdot \overset{(9-0,1)}{8,9}}{7,031 + 5,717} \simeq 4,046\ m. \quad 0,5$$

a)- Calcul de l'excentricité: (Voir aussi la figure 1 ci-après)

$$e_x = 7,5 - 6,45 = 1,05\ m. \; ; \; e_y = 4,5 - 4,046 = 0,454\ m.$$

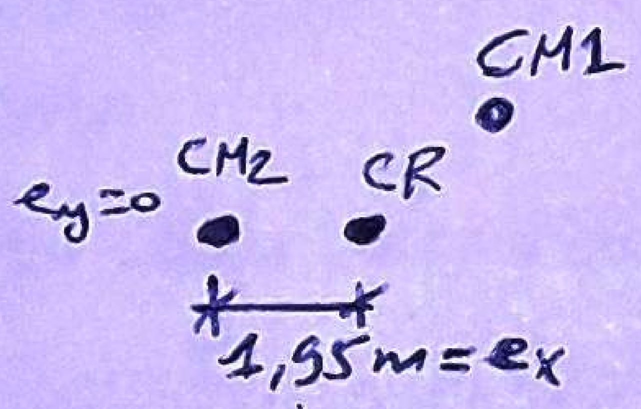
$e_x = 1,05 < 0,15 \cdot 15\ m$ et $e_y = 0,45\ m < 0,15 \cdot 9\ m$
La structure est régulière en plan. 1

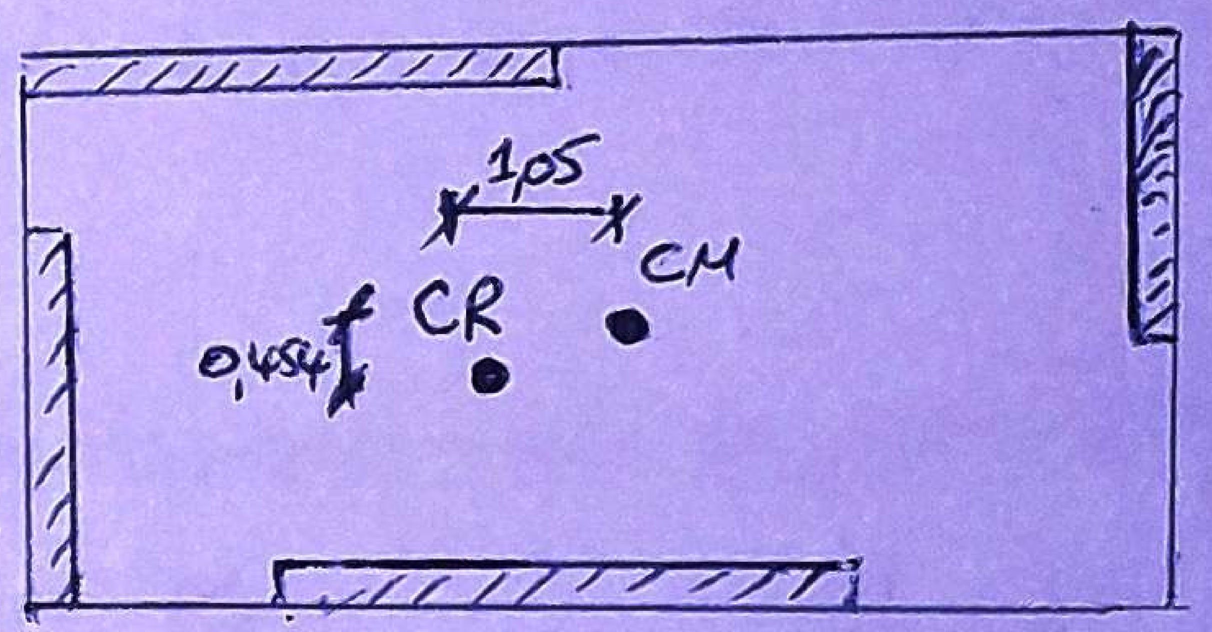
Partie II.

* Le centre de masse se trouve à gauche du centre géométrique

$CM_2(4,5m\ ;\ 4,046m)$

$CR(6,45m\ ;\ 4,046m)$.





1

Fig 1: position du centre masse et du centre de rigidité.

a)- Calcul de l'effort tranchant total du voile W_3 et W_4.

$$F_{W_3} = 3200 \cdot \frac{2,773}{2,773 + 2,083} = 1827,35\ kN. \quad 0,5$$

$$F_{W_4} = 3200 \cdot \frac{2,083}{2,773 + 2,083} = 1372,65\ kN. \quad 0,5$$

$$F_{tW_3} = V(e_x + e_{x\,acc}) \cdot \frac{I_{w_3} \cdot d_{w_3}}{J}$$

$$e_{acc} = 0,05 \cdot 15 = 0,75\ m.$$

$$J = \underbrace{7,031\,(4,046 - 0,1)^2}_{109,479} + \underbrace{5,717 \cdot (9 - 4,046 - 0,1)^2}_{134,7} + \underbrace{2,773 \cdot (6,45 - 0,1)^2}_{111,814}$$

$$+ \underbrace{2,083 \cdot (15 - 6,45 - 0,1)^2}_{148,731} \simeq 504,724\ m^6$$

$F_{tw_3} = 3200 \cdot (1{,}95 + 0{,}75) \cdot \dfrac{2{,}773 \cdot 6{,}35}{504{,}724} = 301{,}428 \text{ kN}$. 0,5

$F_{tw_4} = 3200 (1{,}95 - 0{,}75) \cdot \dfrac{2{,}083 \cdot 8{,}45}{504{,}724} = 133{,}913 \text{ kN}$. 0,5

$F_{TOT\,W_3} = 1827{,}35 + 301{,}428 = 2128{,}778 \text{ kN}$. 1

$F_{TOT\,W_4} = 1372{,}65 - 133{,}913 = 1238{,}737 \text{ kN}$ 1

b)- Calcul de l'effort tranchant total des voiles W_1 et W_2 si $e_{y\,acc} = 0$

Puisque le CM_2 et le CR ont la même position suivant y, alors :

$F_{tw_1} = F_{tw_2} = 0$ (Torsion nulle) et la force totale = force directe repris par les voiles suivant le sens X. 2

Alors $F_{TOT\,W_1} = 3200 \dfrac{7{,}031}{7{,}031 + 5{,}717} = 1764{,}919 \text{ kN}$ = Eff. tranchant direct repris par W_1

$F_{TOT\,W_2} = 3200 \dfrac{5{,}717}{7{,}031 + 5{,}717} = 1435{,}08 \text{ kN}$ = " " " repris par W_2.

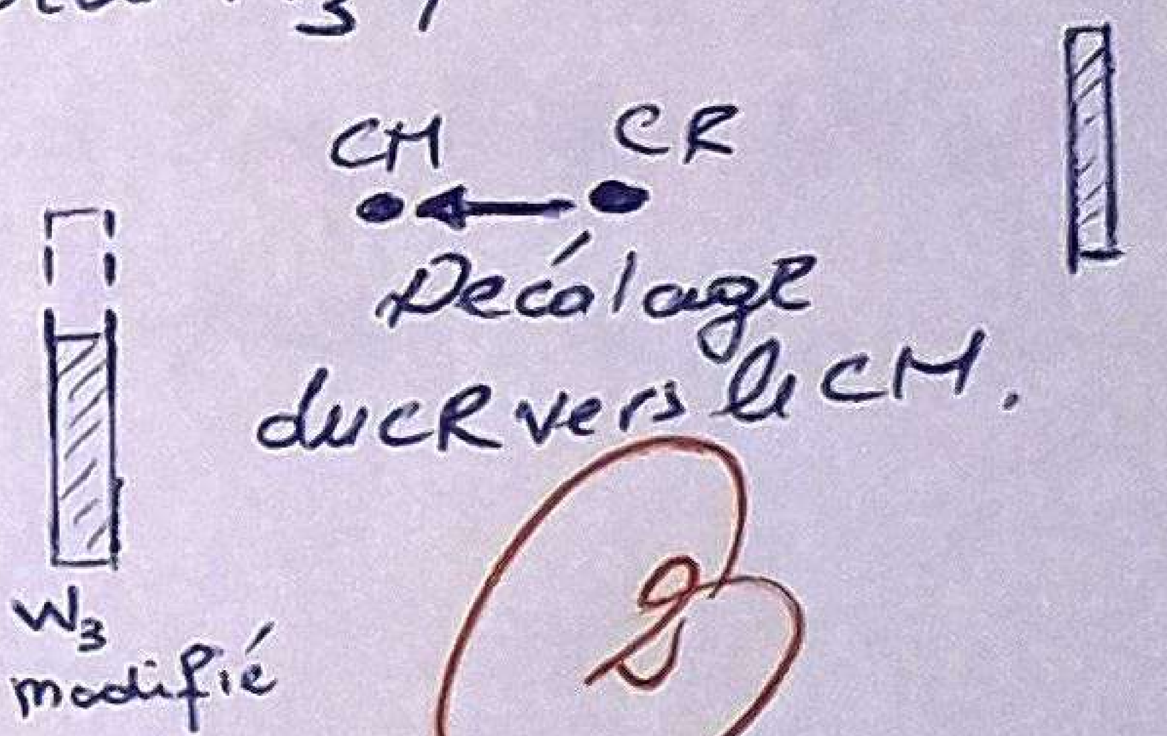
c)- Démonstration numérique et graphique pour éviter l'effet de Torsion sur les voiles W_3 et W_4

Élimination de l'effet de Torsion : rendre l'excentricité $e_x = 0$ ⇒ Modification/transformation sur les voiles W_3 et W_4

ou ajout/suppression s'il y a lieu des voiles.

Parmi les solutions c'est d'augmenter la hauteur du voile W_3 pour décaler le CR vers la gauche et par conséquent coïncider le CR avec le CM_2.

On garde le même épaisseur, on augmente uniquement la longueur du voile :



2

$I_{W_3} \cdot (4{,}5 - 0{,}1) = 2{,}083 \cdot (15 - 4{,}5 - 0{,}1)$ 2

$\dfrac{0{,}2 \cdot h^3}{12} = 4{,}923 \Rightarrow h \approx 6{,}7 \text{ m}$

Exercie 2 : Evaluation de la portance d'une semelle à 2 pieux

– Dimensions supposées de la semelle :

$a' = 2{,}90\,m$, $h = 0{,}95\,m$.

$b_0 = \dfrac{2{,}755}{0{,}95 \times 2{,}90} = 1\,m$ (largeur de la semelle)

Calcul de la reaction R_u :

$R_u = \dfrac{8{,}85 + 1{,}35 \cdot 0{,}025 \cdot 2{,}755}{2} = 4{,}47\,MN$. 1pt

$B_p = \dfrac{4{,}47}{7} = 0{,}638\,m^2$. 0,5 pts $\Rightarrow \phi = \sqrt{\dfrac{4 \cdot 0{,}638}{\pi}} \approx 0{,}90\,m$ 0,5pt

– Le diametre est inscrit bien dans le largeur de la semelle b_0, mais le diametre $\phi = 90\,cm$ necessite un entraxe minimal entre les pieux : $a' = 2{,}5 \cdot \phi = 225\,cm$, et on sait que :

$a' + 2\dfrac{\phi}{2} \leq a' \Rightarrow 225 + 95 = 315\,cm > 2{,}90$ (longueur de la semelle)

et $> 3m$ (C.N.V)

De plus $a' > 2 \cdot h$ (C.N.V) 3pts

– Même si on adopte une semelle de longueur égale à 3m, le problème toujours persiste, Alors on déduit que la semelle à 2 pieux ne convient plus dans ce cas.

–