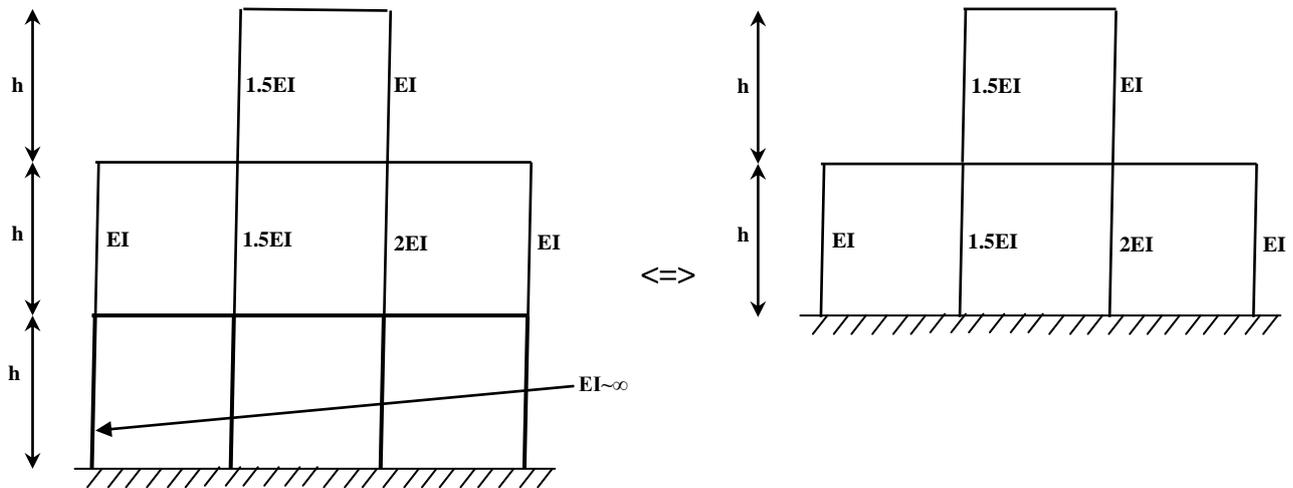


Contrôle de D.D.S2

Exercice ( 20 pts) :

Soit le système ci-dessous à deux degré de liberté , encastré à sa base , ne subit aucun chargement extérieur.



$$m_1 = 3.5.M \quad ; \quad m_2 = 2M \quad ; \quad K = \frac{12EI}{h^3}$$

- 1- Calculer la matrice des rigidités et des masses du système ;
- 2- Calculer les valeurs propres et les vecteurs propres de vibrations du système ;
- 3- Calculer les pulsations propres de vibrations du système ;
- 4- Vérifier l'orthogonalité des vecteurs propres ;
- 5- Calculer la matrice modale normalisée .
- 6- En utilisant la méthode de superposition modale, déterminer les déplacements des masses  $x_1(t)$  et  $x_2(t)$  en considérant que les conditions initiales sur les déplacements et les vitesses sont :

$$\begin{cases} x_1(0) = 0 \\ x_2(0) = x_0 \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} \dot{x}_1(0) = 0 \\ \dot{x}_2(0) = 0 \end{cases}$$

## Correction du Contrôle DAS 2

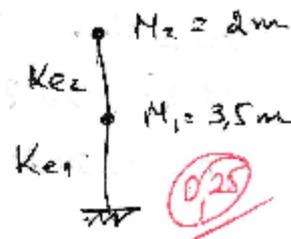
Le schéma statique est:

- Les Rigidités équivalentes:

$$K_{e1} = \sum K_i = (1+1+1,5+2)EI_{x12}$$

$$K_{e1} = 5,5 \left( \frac{12 EI}{h^3} \right) = 5,5 \cdot K \quad (0,25)$$

$$K_{e2} = 2,5 \cdot K \quad (0,25)$$

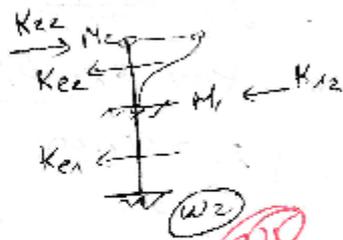
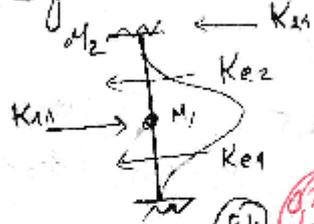


- La Matrice des Masses est:

$$[M] = \begin{bmatrix} M_1 & 0 \\ 0 & M_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,5m & 0 \\ 0 & 2m \end{bmatrix} = m \cdot \begin{bmatrix} 3,5 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \quad (0,25)$$

- La Matrice des Rigidités est:

$$[K] = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix}$$



$$K_{11} = K_{e1} + K_{e2} = 5,5K + 2,5K$$

$$K_{11} = 8 \cdot K \quad (0,25)$$

$$K_{22} = K_{e2} = 2,5K$$

$$K_{12} = -K_{e2} = -2,5K \quad (0,25)$$

$$K_{21} = -K_{e2} = -2,5K$$

$$\text{Donc: } [K] = \begin{bmatrix} 8K & -2,5K \\ -2,5K & 2,5K \end{bmatrix} = K \cdot \begin{bmatrix} 8 & -2,5 \\ -2,5 & 2,5 \end{bmatrix} \quad (0,25)$$

- Les valeurs propres et les Modes propres de vibrations:

$$\det [K] - \omega_i^2 [M] = 0$$

$$\det \left[ K \begin{bmatrix} 8 & -2,5 \\ -2,5 & 2,5 \end{bmatrix} - \omega_i^2 \cdot m \begin{bmatrix} 3,5 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \right] = 0 \quad (0,25)$$

$$\det \begin{vmatrix} 8 - 3,5\lambda_i & -2,5 \\ -2,5 & 2,5 - 2\lambda_i \end{vmatrix} = 0$$

$$\text{avec: } \lambda_i = \omega_i^2 \frac{m}{K}$$

$$(8 - 3,5\lambda_i)(2,5 - 2\lambda_i) - (-2,5)^2 = 0$$

$$20 - 16\lambda_i - 8,75\lambda_i + 7\lambda_i^2 - 6,25 = 0$$

$$7\lambda_i^2 - 24,75\lambda_i + 13,75 = 0 \quad (9,25)$$

$$\Delta = (-24,75)^2 - 4(7)(13,75) = 227,56$$

$$\rightarrow \sqrt{\Delta} = 15,085$$

$$\Rightarrow \lambda_{1,2} = \frac{24,75 \pm 15,085}{2(7)} = \begin{cases} 0,690 \\ 2,845 \end{cases} \quad (0,5)$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \omega_1 = 0,830 \sqrt{\frac{K}{m}} \\ \omega_2 = 1,68 \sqrt{\frac{K}{m}} \end{array} \right. \text{ les pulsations propres } (1)$$

- Les ~~Modos~~ Vecteurs propres sont:

- Pour  $\lambda_1 = 0,690$

$$\begin{bmatrix} 8 - 3,5(0,69) & -2,5 \\ -2,5 & 2,5 - 2(0,69) \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \phi_{11} \\ \phi_{21} \end{Bmatrix} = 0 \Rightarrow \begin{bmatrix} 5,585 & -2,5 \\ -2,5 & 3,72 \end{bmatrix}$$

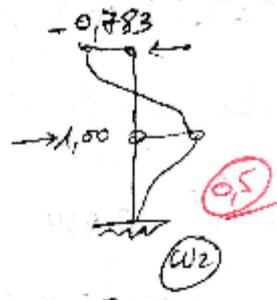
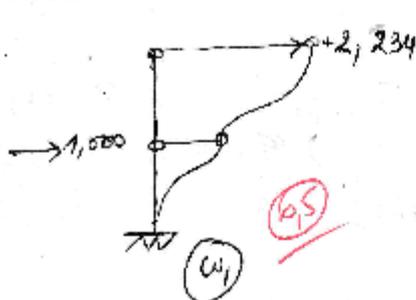
$$\text{on pose } \phi_{11} = 1,000 \Rightarrow \phi_{21} = 2,234 \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi_{11} \\ \phi_{21} \end{array} \right\} = \begin{Bmatrix} 1,000 \\ 2,234 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

- pour  $\lambda_2 = 2,845$ :

$$\begin{bmatrix} 8 - 3,5(2,845) & -2,5 \\ -2,5 & 2,5 - 2(2,845) \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \phi_{12} \\ \phi_{22} \end{Bmatrix} = 0$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} -1,957 & -2,5 \\ -2,5 & -3,19 \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \phi_{12} \\ \phi_{22} \end{Bmatrix} = 0$$

$$\text{on pose: } \phi_{12} = 1,000 \Rightarrow \phi_{22} = -0,783 \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi_{12} \\ \phi_{22} \end{array} \right\} = \begin{Bmatrix} 1,000 \\ -0,783 \end{Bmatrix} \quad (1)$$



La Matrice Modale est:  $[\Phi] = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2,234 & -0,783 \end{bmatrix}$  (1)

- Vérification de l'orthogonalité des vecteurs propre:  
 $[\Phi]^T [M] [\Phi] = \text{Matrice Diagonale}$  (0,25)

$$[\Phi]^T [M] [\Phi] = \begin{bmatrix} 1 & 2,234 \\ 1 & -0,783 \end{bmatrix} \cdot m \begin{bmatrix} 3,5 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2,234 & -0,783 \end{bmatrix} =$$

$$= m \begin{bmatrix} 3,5 & 4,468 \\ 3,5 & -1,566 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2,234 & -0,783 \end{bmatrix} = m \cdot \begin{bmatrix} 13,481 & 0 \\ 0 & 4,726 \end{bmatrix}$$

Matrice Diagonale.

Donc  $\{\phi_1\} \perp \{\phi_2\}$  (0,5)  
 - La Matrice Modale normalisée  $[\Phi_n]$

$$[\Phi_n]^T [M] [\Phi_n] = [I] \text{ Matrice d'Identité } (0,25)$$

$$[\Phi_n] = [c_1 \phi_1 \quad c_2 \phi_2] = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 \\ 2,234 c_1 & -0,783 c_2 \end{bmatrix} (0,25)$$

$$[\Phi_n]^T [M] [\Phi_n] = m \begin{bmatrix} 13,481 c_1^2 & 0 \\ 0 & 4,726 c_2^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\left. \begin{array}{l} m \times 13,481 c_1^2 = 1 \Rightarrow c_1 = 0,272 / \sqrt{m} \\ 4,726 m c_2^2 = 1 \Rightarrow c_2 = 0,459 / \sqrt{m} \end{array} \right\} (0,5)$$

$$\Rightarrow [\Phi_n] = \frac{1}{\sqrt{m}} \begin{bmatrix} 0,272 & 0,459 \\ 0,607 & -0,389 \end{bmatrix} (1)$$

$$x(t) = [\Phi] \cdot \xi(t) \quad (0,20)$$

La Recherche des conditions initiales sur  $\xi_i(t)$

$$\begin{cases} x_1(0) = 0 \\ x_2(0) = x_0 \end{cases} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2,234 & -0,783 \end{bmatrix} \cdot \begin{cases} \xi_1(0) \\ \xi_2(0) \end{cases} \quad (0,5)$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 2,234 & -0,783 \end{vmatrix} = -3,017$$

$$\xi_1(0) = \frac{\begin{vmatrix} 0 & 1 \\ x_0 & -0,783 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{-x_0}{-3,017} = 0,331 \cdot x_0 \quad (0,5)$$

$$\xi_2(0) = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 2,234 & x_0 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{x_0}{-3,017} = -0,331 \cdot x_0 \quad (0,5)$$

et:  $\xi_1(0) = \xi_2(0) = 0 \quad (0,5)$

$$\Rightarrow \xi_1(t) = A_1 \cdot \cos \omega_1 t + B_1 \cdot \sin \omega_1 t \quad (0,25)$$

$$\xi_1(0) = 0,331 \cdot x_0 = A_1 \quad (0,25)$$

$$\xi_1'(0) = B_1 \cdot \omega_1 = 0 \Rightarrow B_1 = 0 \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow \xi_1(t) = 0,331 \cdot x_0 \cdot \cos \omega_1 t \quad (1)$$

$$\xi_2(t) = A_2 \cdot \cos \omega_2 t + B_2 \cdot \sin \omega_2 t \quad (0,25)$$

$$\xi_2(0) = -0,331 \cdot x_0 = A_2 \quad (0,25)$$

$$\xi_2'(0) = 0 = B_2 \cdot \omega_2 \Rightarrow B_2 = 0 \quad (0,25)$$

$$\xi_2(t) = -0,331 \cdot x_0 \cdot \cos \omega_2 t \quad (1)$$

$$\Rightarrow x_1(t) = \xi_1(t) + \xi_2(t) = 0,331 \cdot x_0 [\cos \omega_1 t - \cos \omega_2 t] \quad (1)$$

$$x_2(t) = 2,234 \xi_1(t) - 0,783 \xi_2(t)$$

$$= 0,739 x_0 \cos \omega_1 t + 0,259 x_0 \cos \omega_2 t$$

$$d) \quad x_2(t) = x_0 \left[ 0,739 \cdot \cos \omega_1 t + 0,259 \cdot \cos \omega_2 t \right]$$

(2)



**Contrôle: 1<sup>er</sup> master génie civil**

**Module : Ethique, déontologie**

**la durée: 1h: 30m**

Nom.....Prénom .....

**Question 1**

**Choisissez la bonne réponse et écrire clairement dans la colonne (A ou B ou C ou D)**

**1- Comment appelle-t-on la philosophie qui étudie les principes de la morale médicale ? 2P**

- A) La bioéthique .....
- B) La déontologie .....
- C) L'éthique.....

**2- Les différents types de responsabilité sont 2P**

- A) la responsabilité morale .....
- B) la responsabilité malveillante .....
- C) la responsabilité involontaire .....
- D) la responsabilité juridique.....

**3- Le Code de déontologie s'applique 2P**

- A) aux Etudiant (e)s .....
- B) aux enseignants (e)s .....
- C) aux salariés .....

**Question 2 : Mettez : E pour Ethique ou M pour moral ou D pour Déontologie 4P**

- Garder le secret sur les informations personnelles ou relatives à l'entreprise..... E
- Limiter les services rendus au domaine relevant de leur..... M
- Planifier les cours de façon constructive et significative..... D
- Répondre aux questions des étudiants et assurer la clarification du contenu..... D

**Question 3 : quel sont les droits patrimonial des droit d'auteur ? 5P**

l'auteur de l'oeuvre jouit des droits exclusifs , d'exploiter son oeuvre ou d'autoriser son exploitation par autrui, en accomplissant l'un quelconque des actes suivants

- reproduire l'oeuvre par tout procédés
- communiquer l'oeuvre au public par tous procédés
- Toute forme d'exploitation de l'oeuvre en général,
- La traduction, l'adaptation, l'arrangement et autres transformations de l'oeuvre

**Question 4. Définir les différents types de plagiat 5P?**

- **Le plagiat accidentel**
- **Le plagiat intentionnel**
- **L'auto plagiat**
- **Le cyber plagiat**

Dr SAADI Riadh

Bon Courage



**Contrôle: 1<sup>er</sup> master génie civil**

**Module : Ethique, déontologie**

**la durée: 1h: 30m**

**Nom.....Prénom .....**

**Question 1**

**Choisissez la bonne réponse et écrire clairement dans la colonne (A ou B ou C ou D)**

**1- Comment appelle-t-on la philosophie qui étudie les principes de la morale médicale ? 2P**

- A) La bioéthique .....
- B) La déontologie .....
- C) L'éthique.....

**2- Les différents types de responsabilité sont 2P**

- A) la responsabilité morale .....
- B) la responsabilité malveillante .....
- C) la responsabilité involontaire .....
- D) la responsabilité juridique.....

**3- Le Code de déontologie s'applique 2P**

- A) aux Etudiant (e)s .....
- B) aux enseignants (e)s .....
- C) aux salariés .....

**Question 2 : Mettez : E pour Ethique ou M pour moral ou D pour Déontologie 4P**

- Garder le secret sur les informations personnelles ou relatives à l'entreprise..... E
- Limiter les services rendus au domaine relevant de leur..... M
- Planifier les cours de façon constructive et significative..... D
- Répondre aux questions des étudiants et assurer la clarification du contenu..... D

### Question 3 : quel sont les droits patrimonial des droit d'auteur ? 5P

#### les principaux droits patrimoniaux :

##### **Droit de reproduction**

L'auteur a le droit d'autoriser (ou d'interdire) la reproduction de son œuvre sur tout support (papier, numérique, audio, vidéo, etc.).

##### **Droit de représentation**

L'auteur peut autoriser ou interdire la communication de l'œuvre au public (ex. : diffusion à la télévision, présentation en public, mise en ligne).

##### **Droit d'adaptation**

Il s'agit du droit d'autoriser des modifications de l'œuvre, comme une traduction, une adaptation cinématographique, ou une version dérivée (jeu vidéo, bande dessinée, etc.).

##### **Droit de distribution**

Ce droit concerne la mise en circulation de copies de l'œuvre (vente, location, prêt, etc.).

Droit de suite (dans certains pays, comme la France)

Ce droit permet à l'auteur (et à ses héritiers) de percevoir un pourcentage sur les reventes successives d'œuvres originales (surtout en art plastique ou graphique).

##### **Durée des droits patrimoniaux :**

En général : 70 ans après la mort de l'auteur (en France et dans l'UE).

Ensuite, l'œuvre tombe dans le domaine public, ce qui signifie qu'elle peut être utilisée librement,

### Question 4. Définir les différents types de plagiat 5P?

#### **Le plagiat accidentel**

Il s'agit d'un **plagiat non intentionnel**, souvent dû à une **méconnaissance des règles de citation** ou à un **manque de rigueur** dans la prise de notes.

- **Exemples :**

- Oublier de mettre des guillemets autour d'une citation.
- Ne pas mentionner une source par oubli ou négligence.
- Confondre ses propres idées avec celles lues ailleurs.

**Même s'il est accidentel, il est considéré comme du plagiat** et peut entraîner des sanctions.

#### **2. Le plagiat intentionnel**

C'est le fait de **copier délibérément** le travail d'autrui en le présentant comme sien. C'est la forme de plagiat la plus grave.

- **Exemples :**

- Copier-coller un texte trouvé en ligne sans citer la source.
- Acheter un devoir sur Internet.
- Reprendre une idée ou une théorie sans la mentionner.

Il s'agit d'une **fraude intellectuelle** consciente, souvent sévèrement punie dans les milieux académiques.

### 3. L'auto-plagiat

Consiste à **réutiliser son propre travail** antérieur (devoir, mémoire, article, etc.) **sans le signaler** comme étant déjà publié ou évalué.

- **Exemples :**

- Réutiliser un paragraphe écrit dans un ancien rapport sans indiquer qu'il a déjà servi.
- Publier le même article dans deux revues différentes sans le mentionner.

Cela donne une fausse impression d'originalité ou de productivité.

### 4. Le cyber-plagiat

C'est l'acte de **copier-coller des contenus trouvés sur Internet**, souvent sans modification et sans en citer la provenance.

- **Exemples :**

- Copier un article de Wikipédia ou d'un blog sans le citer.
- Télécharger un devoir en ligne et le remettre à un professeur.

Très répandu, ce type de plagiat est aujourd'hui **facilement détectable** grâce aux logiciels anti-plagiat (comme Compilatio, Turnitin, etc.).

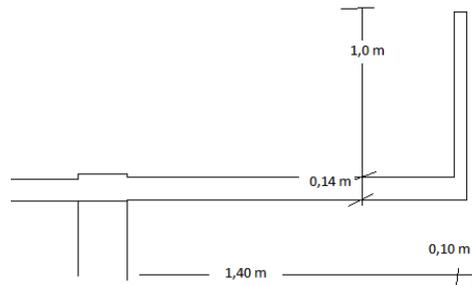
Dr SAADI Riadh

Bon Courage

Contrôle (1 h 30')

### 1- Calcul Balcon:

On vous demande le dimensionnement du balcon représenté sur la figure suivante.



Données:

- balcon filant par rapport à la façade, il est dans le prolongement du plancher,
- charges d'exploitation: verticales =  $3,5 \text{ kN/m}^2$  et horizontales sur garde-corps =  $0,4 \text{ kN/m}$ ,
- $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$ ,  $\gamma_{BA} = 24,5 \text{ kN/m}$ ,  $f_e = 500 \text{ MPa}$ ,
- Revêtement sol de 04 cm avec un poids volumique de  $22 \text{ kN/m}^3$ .

### 2- Conception:

On vous demande de déterminer en fonction de  $F$ , la force **théorique** qui revient à chaque voile, du plancher de la figure suivante, en supposant l'action sismique simultanément dans les deux directions horizontales.

La masse du plancher est supposée uniformément répartie.

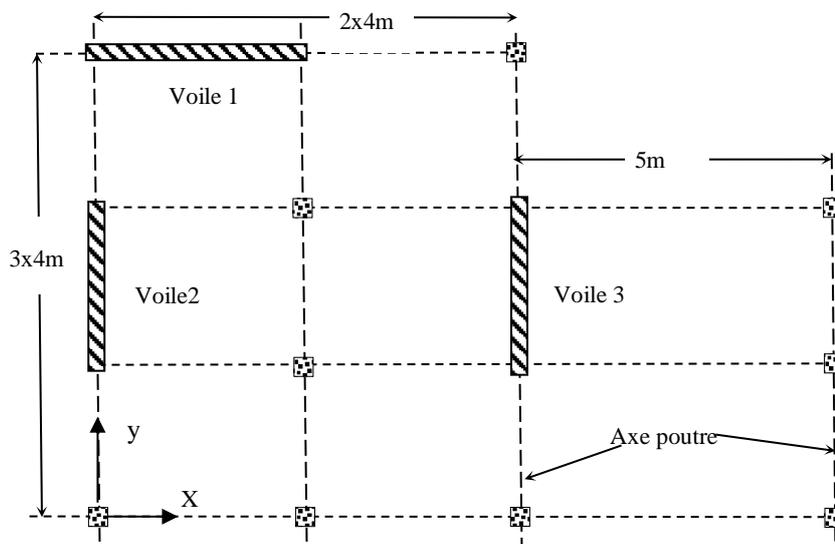
Données :

Force sismique de l'étage :  $F_x = F_y = 1000 \text{ kN}$

Épaisseur du voile 1 =  $0.2 \text{ m}$ , Épaisseur des voiles 2, 3 =  $0.15 \text{ m}$

La longueur des voiles  $L = 4.30 \text{ m}$

Pour la simplification des calculs, supposez que les portiques n'offrent aucun contreventement.



Plan d'étage du bâtiment

Commentez vos résultats et proposez une meilleure solution de contreventement.

## SOLUTION

### 1. Calcul Balcon :

Modélisation : Poutre encastrée à une extrémité et libre de l'autre.

Bilan des charges pour une bande de un mètre :

- charges uniformément répartie sur 1,4 m de long

- poids propre de la dalle :  $0,14 \times 1 \times 24,5 = 3,43 \text{ kN/m}$

- poids propre du revêtement de sol :  $0,04 \times 1 \times 22 = 0,88 \text{ kN/m}$

- charge d'exploitation :  $1 \times 3,5 = 3,5 \text{ kN/m}$

- charge concentrée à l'extrémité :

Poids propre du garde corps :  $1,14 \times 0,10 \times 24,5 = 2,793 \text{ kN/m}$

- moment dû à la surcharge horizontale sur le garde corps :  $0,4 \times 1 \times 1 = 0,4 \text{ kN.m}$

- Sollicitations à l'ELU :

$$q_u = 1,35 (3,43+0,88) + 1,5 (3,5) = 11,07 \text{ kN/m}$$

$$Q_u = 1,35 \times 2,793 = 3,77 \text{ kN}$$

$$\underline{V_U = 11,07 \times 1,4 + 3,77 = 19,27 \text{ kN}}$$

$$\underline{M_U = 11,07 \times 1,4^2/2 + 3,77 \times 1,45 + 1,5 \times 0,4 = 16,915 \text{ kN.m}}$$

Détermination ferrailage :

Le sens du moment fait que les aciers longitudinaux porteurs seront disposés en partie haute de la dalle (en "chapeaux").

Calcul comme une poutre rectangulaire.

- Contrainte de calcul béton :  $f_{bu} = 17 \text{ MPa}$ ,

- Moment réduit :  $\mu = M_u/bd^2f_{bu} = 0,0169/1 \times 0,1^2 \times 17 = 0,099$

- Position de l'axe neutre  $\alpha = 1,25 [1 - (1 - 2\mu)^{1/2}] = 0,130$

- Bras de levier :  $z = [1 - 0,4\alpha]d = 0,0948 \text{ m}$

-  $A_s = M_u/[z.f_e/\gamma_s] = 0,00041 \text{ m}^2 = 4,1 \text{ cm}^2$

Cela correspond à 5 HA 10 par mètre, soit une barre HA 10 tous les 19 cm.

### 2. Conception :

## Solution :

Détermination de la position du centre des masses du plancher :

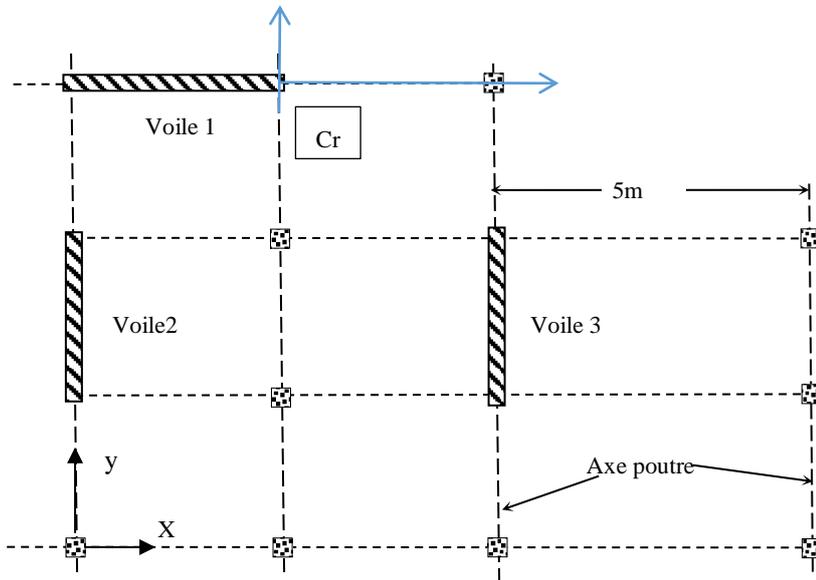
$$X_{CM} = \frac{(8 \times 12)4 + (5 \times 8)10,5}{(8 \times 12) + (5 \times 8)} = 5,91 \text{ m}, \quad Y_{CM} = \frac{(8 \times 12)6 + (5 \times 8)4}{(8 \times 12) + (5 \times 8)} = 5,41 \text{ m},$$

Détermination de la position du centre des rigidités :

**Posons :  $I = I_2 = I_3 = 0,994 \text{ m}^4$  ;  $I_1 = 1,325 \text{ m}^4 = 1,33 I$**

$$X_{CR} = \frac{(I \times 0) + I(8)}{2I} = 4,0 \text{ m}, \quad Y_{CR} = \frac{1,33I(12)}{1,33I} = 12,0 \text{ m}$$

On a une excentricité théorique égale à :  $e_x = 1,91 \text{ m}$  et  $e_y = 6,59 \text{ m}$



$$R_{J0} = I((-4)^2 + (+4)^2 + (0)^2) = 32I$$

Distribution horizontale de  $F_x$  :

$$\text{Pour le voile } V_1 : F_{1x} = Fx \frac{1.33I}{1.33I} + 6.59Fx \frac{0I}{32I} = Fx = 1000 \text{ kN}$$

$$\text{Pour le voile } V_2 : F_{2x} = -6.59Fx \frac{4(I)}{32I} = -0,824Fx = -824 \text{ kN}$$

$$\text{Pour le voile } V_3 : F_{2x} = -F_{3x} = 824 \text{ kN}$$

**VÉRIFICATION :**  $F_1 = Fx$  et  $F_{2x} + F_{3x} = 0$  OK

Distribution horizontale de  $F_y$  :

$$\text{Pour le voile } V_1 : F_1 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Pour le voile } V_2 : F_2 = Fy \frac{I}{2I} - 1.91Fy \frac{4(I)}{32I} = 0,261Fy = 261 \text{ kN}$$

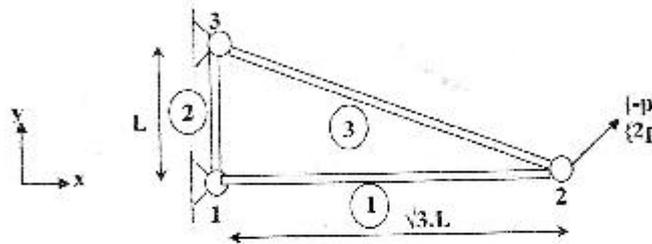
$$\text{Pour le voile } V_3 : F_3 = Fy \frac{I}{2I} + 1.91Fy \frac{4(I)}{32I} = 0,739Fy = 739 \text{ kN}$$

**VÉRIFICATION :**  $F_1 = 0$  et  $F_2 + F_3 = Fy = 261 + 739 = 1000 \text{ kN}$  OK

Contrôle de M.E.F

Exercice 1 (4pts) :

Le treillis plan représenté sur la figure ci-dessous est composé de trois poutres. La structure est en acier de module de Young  $E$ .



L'aire des sections droites 1 et 2 est  $A$ , et  $2A$  pour la section droite 3.

Le nœud 1 et 3 sont articulés et 2 est libre et porte une force composantes  $(-p; 2p)$

1. Calculer les déplacements du nœud 2 ;
2. Calculer les actions de liaison et vérifier l'équilibre de la structure ;
3. Calculer les tensions dans les poutres et les contraintes associées ;

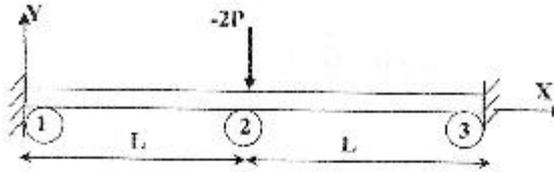
Formulaire

$$[K] = \frac{AE}{L} \begin{bmatrix} k_x & k_y \\ -k_x & k_y \end{bmatrix} \quad \text{avec :} \quad [k_x] = \begin{bmatrix} \lambda^2 & \lambda\mu \\ \lambda\mu & \mu^2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} \lambda = \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \mu = \sin \alpha = \frac{1}{2} \end{cases} \quad \text{avec : } \alpha = 30^\circ$$

**Exercice 2 : (2 pts) :**

La poutre droite représentée sur la figure ci-dessous est en acier de module de Young  $E$  et de limite d'élasticité  $\sigma_E$ .



Soit  $I_z$  le moment quadratique de la section droite. La poutre est encastrée au nœud 1 et 3. Cette poutre porte une force concentrée au nœud 2.

La matrice de rigidité élémentaire est :  $[K_e] = \frac{EI_z}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix}$

- 1- Calculer les déplacements des nœuds et les actions de liaisons ;
- 2- Vérifier l'équilibre.

Element ①: 1-2;  $\phi = 0 \Rightarrow \lambda = 1; \mu = 0$  (0,25)

$$[K_e] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \Rightarrow [K_1] = \frac{AE}{\sqrt{3}l} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} U_1 \\ V_1 \\ U_2 \\ V_2 \end{matrix}$$

Element ②: 1-3;  $\phi = 90^\circ \Rightarrow \lambda = 0; \mu = 1$  (0,25)

$$[K_e] = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow [K_2] = \frac{AE}{l} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} U_1 \\ V_1 \\ U_3 \\ V_3 \end{matrix}$$

Element ③: 2-3;  $\phi = 150^\circ \Rightarrow \lambda = -\sqrt{3}/2; \mu = 1/2$  (0,25)

$$[K_e] = \begin{bmatrix} 3/4 & -\sqrt{3}/4 \\ -\sqrt{3}/4 & 1/4 \end{bmatrix} \Rightarrow [K_3] = \frac{AE}{2l} \begin{bmatrix} 3/4 & -\sqrt{3}/4 & -3/4 & \sqrt{3}/4 \\ -\sqrt{3}/4 & 1/4 & \sqrt{3}/4 & -1/4 \\ -3/4 & \sqrt{3}/4 & 3/4 & -\sqrt{3}/4 \\ \sqrt{3}/4 & -1/4 & -\sqrt{3}/4 & 1/4 \end{bmatrix} \begin{matrix} U_2 \\ V_2 \\ U_3 \\ V_3 \end{matrix}$$

$$L = \sqrt{(\sqrt{3}l)^2 + l^2} = \sqrt{3l^2 + l^2} = \sqrt{4l^2} = 2l$$

L'Assemblage conduit à:

$$\left\{ \begin{matrix} F_{x1} ? \\ F_{y1} ? \\ F_{x2} = -P \\ F_{y2} = 2P \\ F_{x3} ? \\ F_{y3} ? \end{matrix} \right\} = \frac{AE}{l} \begin{bmatrix} 1/\sqrt{3} & 0 & -1/\sqrt{3} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ -4/\sqrt{3} & 0 & 1/\sqrt{3} + 3/4 & 0 - \sqrt{3}/4 & -3/4 & \sqrt{3}/4 \\ 0 & 0 & 0 - \sqrt{3}/4 & 0 + 1/4 & \sqrt{3}/4 & -1/4 \\ 0 & 0 & -3/4 & \sqrt{3}/4 & 0 + 3/4 & 0 - \sqrt{3}/4 \\ 0 & -1 & \sqrt{3}/4 & -1/4 & 0 - \sqrt{3}/4 & 1 + 1/4 \end{bmatrix} \begin{matrix} U_1 \\ V_1 \\ U_2 \\ V_2 \\ U_3 \\ V_3 \end{matrix}$$

$$\text{Donc: } \begin{cases} -P \\ 2P \end{cases} = \frac{AE}{l} \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{3}{4} & -\frac{\sqrt{3}}{4} \\ -\frac{\sqrt{3}}{4} & \frac{1}{4} \end{bmatrix} \begin{cases} U_2 \\ V_2 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{--- (1)} \\ \text{--- (2)} \end{matrix} \quad \text{OK}$$

$$\text{(2)} \times \sqrt{3} + \text{(1)} \Rightarrow -P + 2\sqrt{3}P = \frac{AE}{l} \left( \frac{\sqrt{3}}{3} + \frac{3}{4} - \frac{3}{4} \right) U_2$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} \frac{AE}{l} \cdot U_2 = P(2\sqrt{3} - 1)$$

$$\Rightarrow U_2 = \frac{(2\sqrt{3} - 1) 3}{\sqrt{3}} \cdot \frac{Pl}{AE} = (2\sqrt{3} - 1) \sqrt{3} \frac{Pl}{AE}$$

$$U_2 = (6 - \sqrt{3}) \frac{Pl}{AE} \quad \text{OK}$$

$$\text{(1)} \Rightarrow -\frac{Pl}{AE} = \left( \frac{\sqrt{3}}{3} + \frac{3}{4} \right) (6 - \sqrt{3}) \frac{Pl}{AE} - \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot V_2$$

$$-\frac{Pl}{AE} = \left( 2\sqrt{3} - 1 + \frac{9}{2} - \frac{3\sqrt{3}}{4} \right) \frac{Pl}{AE} - \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot V_2$$

$$\left( -1 - 2\sqrt{3} + 1 - \frac{9}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{4} \right) \frac{Pl}{AE} = -\frac{\sqrt{3}}{4} \cdot V_2$$

$$\left( -\frac{5\sqrt{3}}{4} - \frac{9}{2} \right) \frac{Pl}{AE} = -\frac{\sqrt{3}}{4} \cdot V_2$$

$$V_2 = -\frac{4}{\sqrt{3}} \left( \frac{-5\sqrt{3} - 18}{4} \right) \frac{Pl}{AE}$$

$$V_2 = (5 + 6\sqrt{3}) \frac{Pl}{AE} \quad \text{OK}$$

Les Actions de liaisons:

$$F_{x1} = \frac{AE}{l} \left( -\frac{1}{\sqrt{3}} U_2 \right) = \frac{AE}{l} \left( -\frac{1}{\sqrt{3}} \right) (6 - \sqrt{3}) \frac{Pl}{AE} = \left( -\frac{6 + \sqrt{3}}{\sqrt{3}} \right) P$$

$$F_{x1} = (-2\sqrt{3} + 2) \cdot P \quad \text{OK}$$

$$F_{y1} = \frac{AE}{l} (0) = 0 \quad \text{OK}$$

$$F_{x3} = \frac{AE}{l} \left( -\frac{3}{4} U_2 + \frac{\sqrt{3}}{4} V_2 \right) = \frac{AE}{4l} \left[ -3(6 - \sqrt{3}) \frac{Pl}{AE} + \sqrt{3}(5 + 6\sqrt{3}) \frac{Pl}{AE} \right]$$

$$F_{x3} = \frac{1}{4} P \left[ -18 + 3\sqrt{3} + 5\sqrt{3} + 18 \right] = \frac{2\sqrt{3}}{4} P = \frac{\sqrt{3}}{2} P \quad \text{OK}$$

$$F_{y3} = \frac{AE}{l} \left( \frac{\sqrt{3}}{4} U_2 - \frac{1}{4} V_2 \right) = \frac{AE}{4l} \left[ \sqrt{3} (6 - \sqrt{3}) \frac{Pl}{AE} - (5 + 6\sqrt{3}) \frac{Pl}{AE} \right]$$

$$F_{y3} = \frac{1}{4} [6\sqrt{3} - 3 - 5 - 6\sqrt{3}] P = \boxed{-2P} \quad (2)$$

Vérification de l'équilibre global :

$$\sum F/x = F_{x1} + F_{x2} + F_{x3}$$

$$= (-2\sqrt{3} + 3)P - P + \frac{\sqrt{3}}{2}P$$

$$= P(-2\sqrt{3} + 3 - 1 + \frac{\sqrt{3}}{2}) = 0 \rightarrow (CV) \quad (65)$$

$$= P(-\frac{4\sqrt{3}}{2} + \frac{4\sqrt{3}}{2})$$

$$\sum F/y = F_{y1} + F_{y2} + F_{y3} = 0 + 2P - 2P = 0 \rightarrow (CV) \quad (95)$$

- Calcul des tensions des poutres :

$$N_{1-2} = \frac{AE}{\sqrt{3}l} [1 \quad 0] \cdot \begin{Bmatrix} U_2 - U_1^0 \\ V_2 - V_1^0 \end{Bmatrix} = \frac{AE}{\sqrt{3}l} (U_2)$$

$$N_{1-2} = \frac{AE}{\sqrt{3}l} (6 - \sqrt{3}) \frac{Pl}{AE} = \left( \frac{6 - \sqrt{3}}{\sqrt{3}} \right) P = \boxed{(2\sqrt{3} - 1)P} > 0$$

traction

$$N_{1-3} = \frac{AE}{l} [0 \quad 1] \cdot \begin{Bmatrix} U_3 - U_1^0 \\ V_3 - V_1^0 \end{Bmatrix} = 0 \quad \text{on peut supprimer cette barre} \quad (25)$$

$$N_{2-3} = \frac{2AE}{2l} \cdot \begin{bmatrix} -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} U_3 - U_2^0 \\ V_3 - V_2^0 \end{Bmatrix} = \frac{AE}{2l} (\sqrt{3}U_2 - V_2)$$

$$= \frac{AE}{2l} [6\sqrt{3} - 3 - 5 - 6\sqrt{3}] \frac{Pl}{AE}$$

$$= \frac{AE}{2l} [-8] P = \boxed{-4P} < 0 \quad \text{compression} \quad (25)$$

Les contraintes associées :

$$\sigma_{1-2} = \frac{N_{1-2}}{A} = \frac{(2\sqrt{3} - 1)P}{A} \quad (25)$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\sigma_{2-3} = \frac{N_{2-3}}{2A} = \frac{-4P}{2A} = \frac{-2P}{A}$$

Exo2 :

L'Assemblage :

$$\begin{Bmatrix} F_{y1} \\ F_{z1} \\ F_{y2} \\ F_{z2} \\ F_{y3} \\ F_{z3} \end{Bmatrix} = \frac{EI}{l^3} \begin{bmatrix} 12 & 6l & -12 & 6l & 0 & 0 \\ 6l & 4l^2 & -6l & 2l^2 & 0 & 0 \\ -12 & -6l & 12+12 & -6l+6l & -12 & 6l \\ 6l & 2l^2 & -6l+6l & 4l^2+4l^2 & -6 & 2l^2 \\ 0 & 0 & -12 & -6l & 12 & -6l \\ 0 & 0 & 6l & 2l^2 & -6l & 4l^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} w_1=0 \\ \theta_1=0 \\ w_2 \\ \theta_2 \\ w_3=0 \\ \theta_3=0 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} -2P \\ 0 \end{Bmatrix} = \frac{EI}{l^3} \begin{bmatrix} 24 & 0 \\ 0 & 8l^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} w_2 \\ \theta_2 \end{Bmatrix}$$

$$-2P = \frac{EI}{l^3} (24w_2) \Rightarrow w_2 = \frac{-2Pl^3}{24EI} = \frac{-Pl^3}{12EI} = w_2$$

La flèche

$$\frac{EI}{l^3} (8l^2 \theta_2) = 0 \Rightarrow \theta_2 = 0$$

$$F_{y1} = \frac{EI}{l^3} (-12w_2) = \frac{EI}{l^3} (-12) \left( \frac{-Pl^3}{12EI} \right) = P$$

$$M_{z1} = \frac{EI}{l^3} (-6lw_2) = \frac{EI}{l^3} (-6l) \left( \frac{-Pl^3}{12EI} \right) = \frac{Pl}{2}$$

$$F_{y3} = \frac{EI}{l^3} (-12w_2) = P$$

$$M_{z3} = \frac{EI}{l^3} (6lw_2) = -\frac{Pl}{2}$$

Vérification de l'équilibre globale :

$$\Sigma F_y = P - 2P + P = 0 \rightarrow (CV)$$

$$\Sigma M_i = M_{z1} - 2P \times l + \cancel{P \times 2l} + F_{y3} \times 2l + M_{z3}$$

$$= P \times \frac{l}{2} - 2Pl + P \times 2l - P \times \frac{l}{2}$$

$$= -2Pl + 2Pl = 0 \rightarrow (CV)$$

## CONTROLE (90 min, 20 points)

### Questions de cour (4 /20)

- 1/ Quels sont les trois modes de transfert thermique ? Décrivez brièvement chacun d'eux.
- 2/ Expliquez par quel(s) mode(s) de transfert thermique principal un mur plein non isolé perd-il de la chaleur en hiver ?
- 3/ Quelle est la différence entre la conductivité thermique ( $\lambda$ ) et la résistance thermique (R) d'un matériau ? Comment sont-elles liées ?
- 4/ Donnez un exemple de matériau à faible conductivité thermique utilisé dans le bâtiment et un exemple de matériau à forte conductivité thermique

### Exercice 01 (8/20)

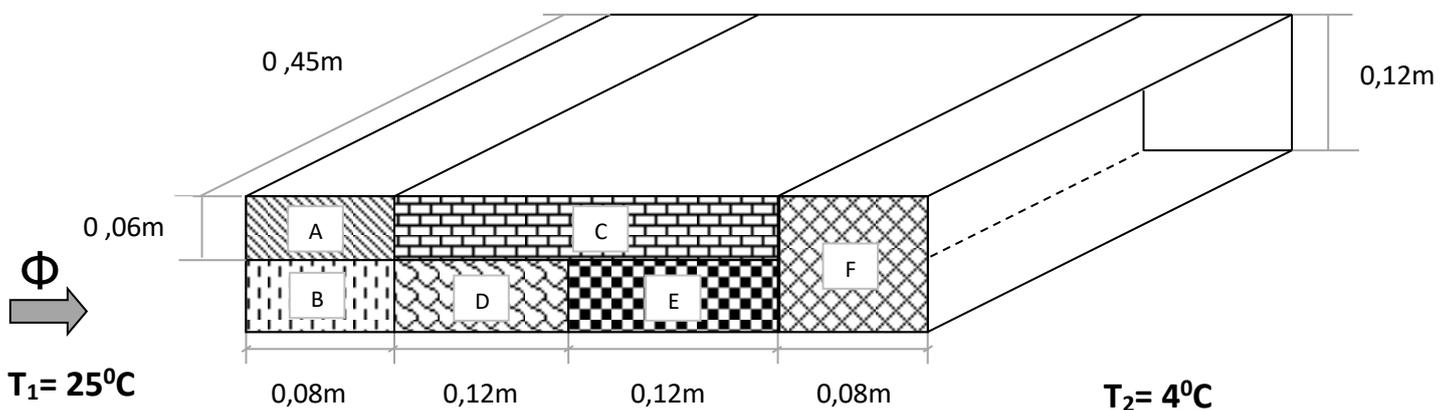
Considérons un mur composé de plusieurs couches de différents matériaux illustré ci-dessous .

- 1/ Calculer la résistance thermique unitaire pour chaque couche.
- 2/ Déterminer l'expression de la résistance thermique globale de ce mur.
- 3/ En déduire la valeur du flux thermique traversant cette paroi.

#### Données :

$$\lambda_A = 1.15 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1} \quad \lambda_B = 1.25 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1} \quad \lambda_C = 1.2 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1} \quad \lambda_D = 1.15 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$\lambda_E = 1.35 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1} \quad \lambda_F = 0.25 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1}$$



## Exercice 02 (8/20)

1- Calculer la densité de flux traversant la paroi suivante, sachant que :

$$\frac{1}{h_{ext}} = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} \quad \frac{1}{h_{int}} = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

2- Calculer les températures superficielles intérieures et extérieures.

3- Tracer le profil de températures de la paroi.

On donne :

$$T_{ext} = -10^{\circ}\text{C} \quad T_{int} = 19^{\circ}\text{C}$$

Double vitrage	e (cm)	$\lambda$ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	R (m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> )
Verre	0.5	1.15	
Lame d'air			0.14
Verre	0.5	1.15	

Bonne chance

## Corrigé

### Questions de cour

1/ Conduction (transfert par contact direct dans un matériau), Convection (transfert par le mouvement d'un fluide), Rayonnement (transfert par ondes électromagnétiques).

2/ Principalement conduction à travers le matériau, et convection/rayonnement sur les surfaces internes et externes.

3/  $\lambda$  (lambda) est une propriété intrinsèque du matériau (W/m.K) indiquant sa capacité à conduire la chaleur. R est la capacité d'une couche de matériau à résister au passage de la chaleur (m<sup>2</sup>.K/W). La relation est  $R=\lambda e$  (où 'e' est l'épaisseur).

4/ Faible  $\lambda$  (isolant) : laine de verre, polystyrène, liège (intérêt : limiter les pertes de chaleur). Forte  $\lambda$  (conducteur) : métaux comme l'acier ou l'aluminium (désavantage : ponts thermiques si non traités), béton (conductivité modérée mais masse importante).

### Exercice 01

1/ La Résistance thermique unitaire pour chaque couche est donnée par :

$$R_A = \frac{e_A}{\lambda_A S_A} = \frac{0.08}{1.15 \times 0.06 \times 0.45} = 2.58 \text{ W}^{-1} \text{ K}$$

$$R_B = \frac{e_B}{\lambda_B S_B} = \frac{0.08}{1.25 \times 0.06 \times 0.45} = 2.37 \text{ W}^{-1} \text{ K}$$

$$R_C = \frac{e_C}{\lambda_C S_C} = \frac{0.24}{1.2 \times 0.06 \times 0.45} = 7.41 \text{ W}^{-1} \text{ K}$$

$$R_D = \frac{e_D}{\lambda_D S_D} = \frac{0.12}{1.15 \times 0.06 \times 0.45} = 3.86 \text{ W}^{-1} \text{ K}$$

$$R_E = \frac{e_E}{\lambda_E S_E} = \frac{0.12}{1.35 \times 0.06 \times 0.45} = 3.29 \text{ W}^{-1} \text{ K}$$

$$R_F = \frac{e_F}{\lambda_F S_F} = \frac{0.08}{0.25 \times 0.12 \times 0.45} = 5.93 \text{ W}^{-1} \text{ K}$$

2/ La Résistance thermique globale du mur est donnée par :

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} \Rightarrow \frac{1}{R_{AB}} = \frac{R_A + R_B}{R_A R_B} \Rightarrow R_{AB} = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B}$$

$$R_{DE} = R_D + R_E$$

$$\frac{1}{R_{CDE}} = \frac{1}{R_D + R_E} + \frac{1}{R_C} \Rightarrow \frac{1}{R_{CDE}} = \frac{R_C + R_D + R_E}{R_C (R_D + R_E)} \Rightarrow R_{CDE} = \frac{R_C (R_D + R_E)}{R_C + R_D + R_E}$$

$$R_{eq} = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} + \frac{R_C (R_D + R_E)}{R_C + R_D + R_E} + R_F$$

$$R_{eq} = \frac{2.58 \times 2.37}{2.58 + 2.37} + \frac{7.41(3.86 + 3.29)}{7.41 + 3.86 + 3.29} + 5.93 = 10.80 \text{ W}^{-1} \text{ K}$$

3/ la densité de flux traversant la paroi :

$$\Phi = \frac{1}{R_{eq}} (T_i - T_e) = \frac{1}{10.80} \times (25 - 4) = 1.94 \text{ W}$$

## Exercice 02

Resistance thermique globale d'une paroi :

$$R_g = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \sum r_j + \sum \left(\frac{e}{\lambda}\right)_j$$

Avec :

$$\frac{1}{h_e} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ KW}^{-1} \text{ et } \frac{1}{h_i} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ KW}^{-1}$$

Ce qui donne :

$$\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ KW}^{-1}$$

Coefficient global d'échange (conductance) :

$$K = \frac{1}{R_g}$$

D'où la densité de flux traversant la paroi :

$$\Phi = K(T_i - T_e)$$

$$R_g = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \sum r_j + \sum \left(\frac{e}{\lambda}\right)_j \quad 0.25$$

$$= 0.17 + r_{lame} + 2 \left(\frac{e}{\lambda}\right)_{verre} \quad 0.5$$

$$R_g = 0.17 + 0.14 + 2 \frac{0.005}{1.15} = 0.32 \text{ m}^2 \text{ KW}^{-1} \quad 0.5$$

Ce qui donne :

$$K = \frac{1}{0.32} = 3.14 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1} \quad 0.5$$

D'où la densité du flux :

$$\Phi = K(T_i - T_e) \quad 0.25$$

$$= 3.14 \times (19 + 10) = 91 \text{ W m}^{-2} \quad 1.0$$

On peut alors calculer la température à chaque interface :

- Surface extérieure :

$$T_0 = T_e + \frac{1}{h_e} \times \Phi = -10 + 0.04 \times 91 = -6.36^\circ\text{C} \quad 0.5$$

- Interface vitre -lame d'aire :

$$T_1 = T_0 + \left(\frac{e}{\lambda}\right)_{\text{verre}} \times \Phi = -6.36 + \left(\frac{0.005}{1.15}\right) \times 91 = -5.96^\circ\text{C} \quad 0.5$$

- Interface lame d'aire -vitre :

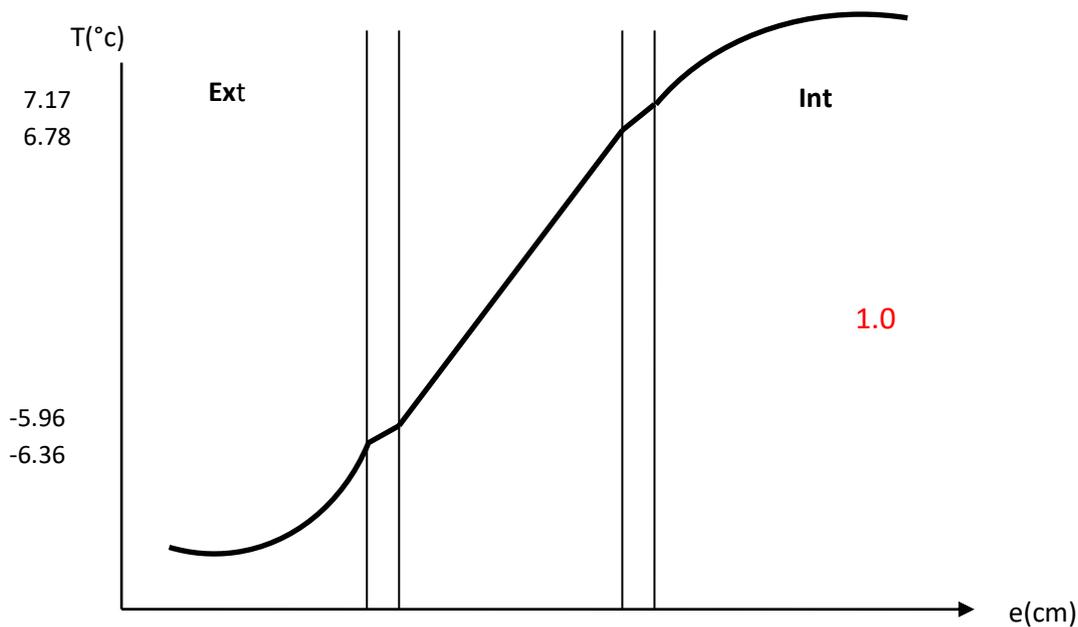
$$T_2 = T_1 + r_{\text{lame}} \times \Phi = -5.96 + 0.14 \times 91 = 6.78^\circ\text{C} \quad 0.5$$

- Surface intérieure :

$$T_3 = T_2 + \left(\frac{e}{\lambda}\right)_{\text{verre}} \times \Phi = 6.78 + \left(\frac{0.005}{1.15}\right) \times 91 = 7.17^\circ\text{C} \quad 0.5$$

Et pour vérifier on doit retrouver la température intérieure :

$$T_i = T_3 + \frac{1}{h_i} \times \Phi = 7.17 + 0.13 \times 91 = 19^\circ\text{C}$$



## **CONTROLE DE CONNAISSANCE DU SEMESTRE 2**

### **QUESTIONS :**

1. Traduisez les mots techniques en gras soulignés dans l'article suivant en Arabe : (2,50 points)

**Art. 18 : Le service contractant peut passer un avenant au marché public objet de la commande initiale, conclue selon les procédures adaptées, dans les conditions fixées aux dispositions des articles 135 à 139 du présent décret, à l'exception de celles relatives au contrôle externe des marchés publics. Cet avenant doit être passé dans les délais prévus par ces dispositions.**

Si les montants cités à l'article 13 ci-dessus, sont dépassés au cours d'un même exercice budgétaire, au titre d'un budget annuel, ou au cours d'un ou de plusieurs exercices budgétaires, au titre d'un budget pluriannuel, il est passé, dès lors, un marché dans lequel sont intégrées les commandes antérieurement exécutées, qui sera soumis à l'organe compétent de contrôle externe des marchés publics.

Si le service contractant ne peut conclure un marché, conformément à l'alinéa précédent, et le soumettre à l'organe de contrôle externe a priori, au cours de l'exercice budgétaire considéré, pour les opérations imputées sur un budget annuel, un marché de régularisation est établi, à titre exceptionnel, durant l'année suivante. Ces dépenses sont imputées sur les crédits y afférents, conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

2. Traduisez les mots techniques en gras soulignés dans l'article suivant en Français : (2,50 points)

**المادة 21 : لا تكون محل استشارة وجوبا ، الطلبات التي تقل مجموع مبالغها ، حسب طبيعتها ، أشغالا أو لوازم دراسات أو خدمات ، خلال نفس السنة المالية ، عن مليون دينار ( 1.000.000 دج ) فيما يخص الأشغال أو اللوازم ، وعن خمسمائة ألف دينار ( 500.000 دج ) فيما يخص الدراسات أو الخدمات . وتحسب هذه الطلبات بالرجوع لكل ميزانية ، على حدة . ويبقى اختيار المتعاملين الاقتصاديين خاضعا للمتطلبات التي ترتبط باختيار أحسن عرض من حيث المزايا الاقتصادية . وبالإضافة إلى ذلك يجب على المصلحة المتعاقدة أن لا تلجأ لنفس المتعامل الاقتصادي ، عندما يمكن تلبية تلك الخدمات من طرف متعاملين اقتصاديين آخرين ، إلا في الحالات الاستثنائية المبررة كما ينبغي .**

3. Donnez le sens des abréviations suivantes (0,75 points) :

CCAG, CPS, CPTC, COPEO, PME, TPE, EP, EPA, EPE, EPIC

4. Les marchés publics reposent sur des principes universels, citez-les. (2,25 points)

5. Les marchés publics répondent aux besoins de l'entité contractante, citez-les. (3,00 points)

6. Définissez les cahiers des charges. (2,00 points)

7. Donnez les cas justifiant le recours au gré à gré simple. (7,00 points)

***BON COURAGE***

*Le chargé du module M<sup>e</sup> Boudjedir A.*

## CORRECTION DU CONTROLE DE CONNAISSANCE DU SEMESTRE 2

### 1. Traduire les mots techniques en gras dans l'article en Arabe : (2,50 points)

المادة 18 : يمكن المصلحة المتعاقدة أن تيرم ملحقا بالصفقة العمومية محل الطلب الأولي ، المبرم طبقا للإجراءات المكيفة حسب الشروط المحددة في المواد 135 إلى 139 من هذا المرسوم، باستثناء تلك المتعلقة بالرقابة الخارجية للصفقات العمومية . ويبرم الملحق في الأجل المنصوص عليها في هذه الأحكام .  
إذا تم تجاوز المبالغ المذكورة في المادة 13 أعلاه خلال السنة المالية الواحدة ، في إطار ميزانية سنوية ، أو خلال سنة مالية أو أكثر، في إطار ميزانية متعددة السنوات ، تيرم حينئذ صفقة تدرج فيها الطلبات المنفذة سابقا وتعرض على الهيئة المختصة بالرقابة الخارجية للصفقات العمومية .  
إذا لم تتمكن المصلحة المتعاقدة من إبرام صفقة عمومية ، طبقا للفقرة السابقة ، وعرضها على هيئة الرقابة الخارجية المسبقة خلال السنة المالية المعنية بالنسبة للعمليات المقيدة في ميزانية سنوية ، تيرم صفقة تسوية، بصفة استثنائية خلال السنة المالية . وتقيد هذه النفقات في الاعتمادات المتعلقة بها طبقا للتشريع والتنظيم المعمول بهما .

### 2. Traduire les mots techniques en gras souligné dans l'article en Français : (2,50 points)

**Art. 21** : Les commandes dont les montants cumulés, par nature de prestations, **travaux, fournitures, études** ou **services**, durant le même **exercice budgétaire**, sont inférieurs à un million de dinars (1.000.000 DA) pour les travaux ou les fournitures et à cinq cent mille dinars (500.000 DA) pour les études ou les services, ne font pas, obligatoirement, l'objet d'une **consultation**. Ces montants sont comptabilisés par référence à chaque **budget** séparément. Le choix des **opérateurs économiques** reste soumis aux **exigences** liées au choix de **l'offre économiquement la plus avantageuse**.  
En outre, le service contractant ne doit pas recourir aux mêmes opérateurs économiques lorsque ces prestations peuvent être effectuées par d'autres opérateurs économiques, sauf exception dûment justifiée.

### 3. Sens des abréviations suivantes (0,75 points) :

**CCAG** : Cahier des clauses administratives générales

**CPS** : Cahier des prescriptions spéciales

**CPTC** : Cahiers des prescriptions techniques communes

**COPEO** : Commission d'ouverture des plis et d'évaluation des offres

**PME** : Petite et moyenne entreprises

**TPE** : Très Petite Entreprise

**EP** : Etablissement public

**EPA** : Etablissement public à caractère administratif

**EPE** : Entreprise publique économique

**EPIC** : Etablissement public à caractère industriel et commercial

4. En vue d'assurer l'efficacité de la commande publique et la bonne utilisation des fonds publics, les marchés publics doivent respecter les principes de **liberté d'accès à la commande publique**, d'**égalité de traitement des candidats**, et de **transparence des procédures**. (2,25 points)

5. Les marchés publics répondent aux besoins de l'entité contractante en matière de : **(3,00 points)**

- **La réalisation de travaux ;**
- **L'acquisition de fournitures ;**
- **La réalisation d'études ;**
- **La prestation de services.**

6. Les **cahiers des charges**, actualisés périodiquement, précisent les conditions dans lesquelles les marchés publics sont passés et exécutés. Ils comprennent notamment : **(2,00 points)**

- les **cahiers des clauses administratives générales** applicables aux marchés publics de travaux, de fournitures, d'études et de services, approuvés par décret exécutif ;
- les **cahiers des prescriptions techniques communes**, qui fixent les dispositions techniques applicables à tous les marchés publics portant sur une même nature de travaux, de fournitures, d'études ou de services, approuvés par arrêté du ministre concerné ;
- les **cahiers des prescriptions spéciales** qui fixent les clauses propres à chaque marché public.

7. Les cas justifiant le recours au gré à gré simple sont : **(7,00 points)**

**1-** quand les prestations ne peuvent être exécutées que par un opérateur économique unique qui détient soit une situation monopolistique, soit pour protéger un droit d'exclusivité, soit pour des considérations techniques ou, culturelles et artistiques. Un arrêté conjoint du ministre chargé de la culture et du ministre chargé des finances précisera les prestations qui relèvent des considérations culturelles et artistiques ;

**2-** en cas d'urgence impérieuse motivée par un péril menaçant un investissement, un bien du service contractant ou l'ordre public, ou un danger imminent que court un bien ou un investissement déjà matérialisé sur le terrain, et qui ne peut s'accommoder des délais des procédures de passation des marchés publics, à condition que les circonstances à l'origine de cette urgence n'aient pu être prévues par le service contractant et n'aient pas été le résultat de manœuvres dilatoires de sa part ;

**3-** dans le cas d'un approvisionnement urgent destiné à sauvegarder les besoins essentiels de la population, à condition que les circonstances à l'origine de cette urgence n'aient pu être prévues par le service contractant et n'aient pas été le résultat de manœuvres dilatoires de sa part ;

**4-** quand il s'agit d'un projet prioritaire et d'importance nationale qui revêt un caractère d'urgence, et qui ne peut s'accommoder des délais des procédures de passation des marchés publics, à condition que les circonstances à l'origine de cette urgence n'aient pu être prévues par le service contractant et n'aient pas été le résultat de manœuvres dilatoires de sa part.

**5-** quand il s'agit de promouvoir la production et/ou l'outil national de production. En application des politiques et stratégies publiques arrêtées par le gouvernement, il pourra être envisagé le recours à ce cas par chaque Ministre concerné ou par le gouvernement la passation de marchés publics dans ce cadre. Généralement, les marchés publics passés dans ce cadre sont destinés aux entreprises publiques ou aux entreprises conjointes (privé-public).

**6-** quand un texte législatif ou réglementaire attribue à un établissement public à caractère industriel et commercial un droit exclusif pour exercer une mission de service public ou lorsque ce dernier réalise la totalité de ses activités avec les institutions et les administrations publiques et avec les établissements publics à caractère administratif.

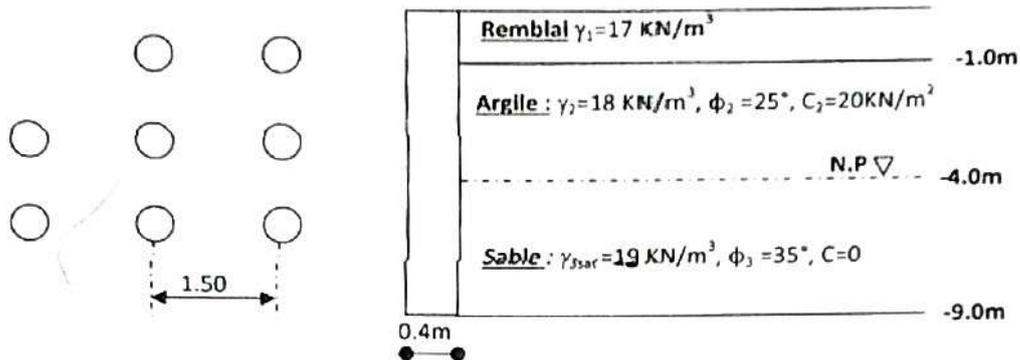
**7-** Dans le cadre de la prévention et de la lutte l'épidémie contre la propagation de Coronavirus (COVID-19)

**Epreuve de Moyenne Durée**

**Module : Fondations et Soutènements (YV) Structure**

**Exercice N°1 (10 pts)**

Calculer la charge portante du groupe de pieu représentés par la figure ci-dessous (on tient compte de la fiche critique), en justifiant la règle adoptée.



On donne :

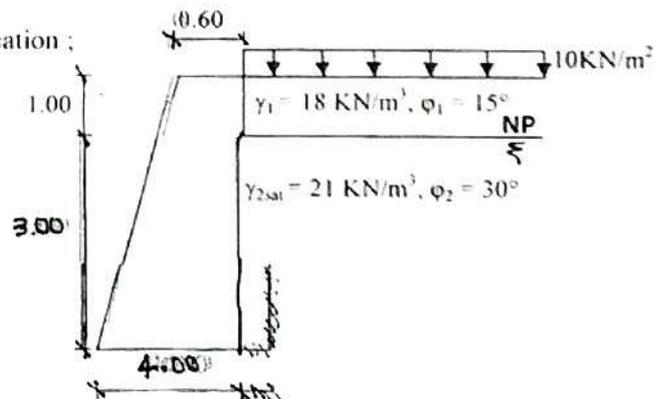
$\Phi(^{\circ})$	$S_{\phi}$	$S_c$
0	0	1
25	1.10	3.62
35	3.27	7.27

$D_c = Nq^{2/3} \cdot B/4$  ,  $N_q = 10^{3.04 \text{ctg}\phi}$  ,  $N_c = (N_q - 1) \text{ctg}\phi$

**Exercice N°02 (10pts)**

Soit le mur en béton de la figure ci-contre, en suppose la nappe phréatique à 1m de la surface libre. On demande :

- 1- La poussée sur le mur ainsi son point d'application ;
- 2- Vérifier le mur vis-à-vis du renversement ;
- 3- Vérifier le mur vis-à-vis du glissement ;
- 4- Conclusion.



$\gamma_b = 22 \text{ kN/m}^3$  ;  $K_a = \text{tg}^2(45 - \phi/2)$

$E_a = \gamma_v \cdot K_a - 2C \sqrt{K_a}$

$F_{sg} = \frac{B \cdot C + \sum V \text{ctg}\phi}{P_a}$

■ Bonne chance

Chargé de module Mme CHAABOU

# Corrigé type EMD "fond / sout." M1

le 17/05/2025

Exo n° 01 (10 pts)

1°) La charge portante d'un pieu isolé:

$$D/B = 9/0,4 = 22,5 > 10 \Rightarrow \text{pieu étancé et } Q_p = Q_p + Q_f$$

1.1) La charge à la pointe  $Q_p$

$$\begin{cases} Q_p = q_p \cdot A \\ q_p = \sum_{i=1}^n \delta_i D_i N_q \quad / c_3 = 0 \end{cases}$$

avec

$$N_q = 10^{3,04 \log 35} = \underline{134,47} \quad 0,5$$

Alors:

$$q_p = (\delta_1 D_1 + \delta_2 D_2 + \delta_3 D_3) N_q = \underline{15598,52 \text{ kN/m}^2} \quad 0,5$$

et

$$Q_p = q_p \frac{\pi \cdot B^2}{4} = \underline{1960,17 \text{ kN}} \quad 0,5$$

2.2) La charge au frottement latéral  $Q_f$ :

$$\begin{cases} Q_f = \sum_{i=1}^n Q_{fi} \\ Q_{fi} = \int_{m_i} p \cdot D_i \end{cases}$$

$$\int_{m_i} = \int_{m_{ci}} + \int_{m_{qi}}$$

Calcul de la fonde critique:

$$D_c = \frac{0,4}{4} \sqrt[3]{134,47^2} \Rightarrow \underline{D_c = 2,625 \text{ m}} \quad 0,5$$

1<sup>ère</sup> couche: ( $D_1 = 1 \text{ m}$ ,  $c_1 = q_1 = 0$ )

$$Q_{f1} = 0 \quad 0,5$$

2<sup>ème</sup> couche: ( $D_2 = 3 \text{ m}$ ,  $\phi_2 = 25^\circ$ ,  $c_2 = 20 \text{ kN/m}^2$ )

$$\int_{m_2} = \left( \delta_1 D_1 + \frac{\delta_2 D_2}{2} \right) 1,10 + 20 \times 3,62 = \underline{120,8 \text{ kN/m}^2}$$

0,5

ch  $Q_{f2} = 455,405 \text{ kN} \cdot 0,1 \text{ r}$   
 3<sup>ème</sup> couche: ( $D_3 = D_3 - D_c = 2,375 \text{ m}$  ;  $\phi_3 = 35^\circ$ ,  $C_3 = 0$ )

$\Rightarrow \gamma_{m3} = (\gamma_1 D_1 + \gamma_2 D_2 + \frac{\gamma_3 D_3}{2}) S_{\phi_3} = 267,12 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,1 \text{ r}$

$Q_{f3} = \gamma_{m3} \cdot \pi \cdot B \cdot D_3 = 797,22 \text{ kN} \cdot 0,1 \text{ r}$

finalement  $\begin{cases} Q_f = 1252,62 \text{ kN} \cdot 0,1 \text{ r} \\ Q_d = 3212,79 \text{ kN} \cdot 0,1 \text{ r} \end{cases}$

2<sup>o</sup> La charge limite du groupe de pieu :

On peut utiliser la règle de field si:  $2B \leq d \leq 4B$   $0,1 \text{ r}$

d'où:  $(2 \times 0,4) = 0,8 < 1,5 < (4 \times 0,4) = 1,6 \text{ m}$  Alors, la règle de field est applicable.  $0,1 \text{ r}$

$Q_{l8 \text{ pieux}} = 2 Q_{la} + 3 Q_{lb} + 2 Q_{lc} + Q_{le} \cdot 0,1 \text{ r}$

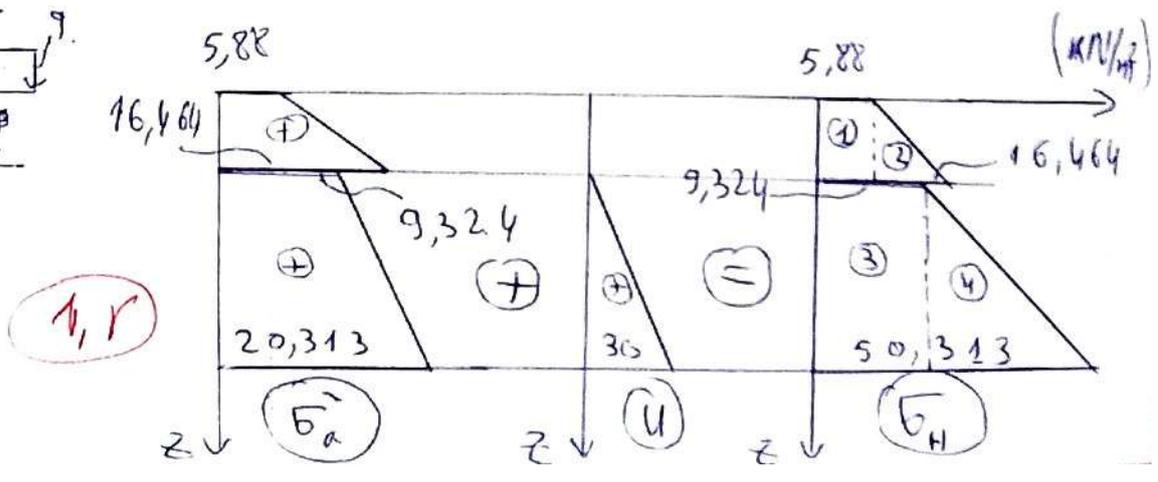
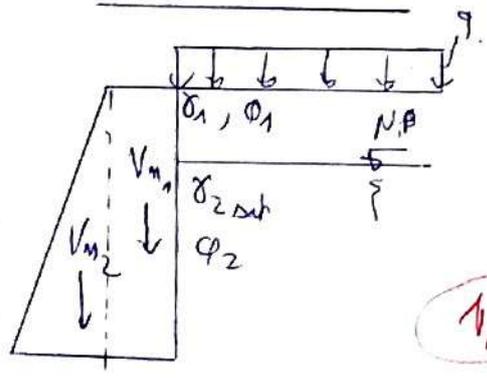
\*  $Q_{la} = Q_l - \frac{4}{16} Q_l = \frac{12}{16} Q_l \cdot 0,1 \text{ r}$

\*  $Q_{lb} = \frac{13}{16} Q_l \cdot 0,1 \text{ r}$

\*  $Q_{lc} = \frac{11}{16} Q_l \cdot 0,1 \text{ r}$  /  $Q_{le} = \frac{9}{16} Q_l \cdot 0,1 \text{ r}$

$\Rightarrow Q_{l8} = 5,875 Q_l = 18875,14 \text{ kN} \cdot 0,1 \text{ r}$

Exo n° 02



Pour :  $\varphi_1 = 15^\circ \Rightarrow K_{a1} = 0,588$   
 $\varphi_2 = 30^\circ \Rightarrow K_{a2} = 0,333$  } 0,1 r

1°)  $P_a, z_a = ?$

\*  $0 \leq z \leq 1,00 \text{ m}$

$\sigma_a' = \sigma_a = (9 + \gamma_1 z) K_{a1} = \begin{cases} 5,88 \text{ kN/m}^2 & (\text{à } z=0) \\ 16,464 \text{ kN/m}^2 & (\text{à } z=1\text{m}) \end{cases}$  0,1 r

\*  $1 \leq z \leq 4 \text{ m}$

$\sigma_a' = (9 + \gamma_1 H_1 + \gamma_2' z) K_{a2} = \begin{cases} z=0 \rightarrow 9,324 \text{ kN/m}^2 \\ z=3\text{m} \rightarrow 20,313 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$  0,1 r

$U = \gamma_w z = \begin{cases} z=0 \rightarrow 0 \\ z=3\text{m} \rightarrow 30 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$  0,1 r

$\sigma_a = \sigma_a' + U = \begin{cases} z=0 \rightarrow 9,324 \text{ kN/m}^2 \\ z=3\text{m} \rightarrow 50,313 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$  0,1 r

forces horizontales

$N_i^\circ$	$P_{a_i}$ (kN)	$z_{a_i}$ (m)	$M_{a_i}^T$ (kN.m)
1	5,88	3,5	20,58
2	5,292	3,33	17,64
3	27,972	1,5	41,958
4	61,483	1	61,483
$\Sigma$	100,627	—	141,661

Alors, la force active  $P_a = 100,627 \text{ kN}$  0,1 r

et leur point d'application :  $z_a = 1,408 \text{ m}$  0,1 r

2°) Vérification du mur vis-à-vis le renversement

forces verticales

$N_i^\circ$	$V_i$ (kN)	$x_i$ (m)	$M_{i,D}^T$ (kN.m)
$V_{m1}$	52,8	3,7	195,36
$V_{m2}$	149,6	2,27	339,59
$\Sigma$	202,4	—	534,95

$$F_{sv} = \frac{M_{\text{resist}}}{M_{\text{envy}}} = 3,77 > 1,5 \quad (01)$$

le mur est stable vis-à-vis le renversement.

3°) Vérifia<sup>o</sup> vis-à-vis le glissement.

$$F_{sg} = \frac{202,4 \text{ kg } 30}{100,627} = 1,16 < 1,5 \quad (01)$$