

21/06/2025

Durée : 2h

ب. د. د.

ENSET SKIKDA

3^e PEST GC

Examen Final de Mécanique des sols I

Questions : (2 Pts) voir cours.

M.P.S.

Exercice 1 (4 Pts) Essai de cisaillement direct.

N (N)	σ (N/mm ²)	T (N)	τ (N/mm ²)
1000	0,278	450	0,125
500	0,139	325	0,090
360	0,100	292	0,081

(1,5)

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \Rightarrow \begin{cases} 0,125 = c + 0,278 \tan \phi & (0,25) \\ 0,090 = c + 0,139 \tan \phi & (0,25) \\ 0,081 = c + 0,1 \tan \phi & (0,25) \end{cases}$$

$$(1) - (2) \Rightarrow (0,125 - 0,090) = (0,278 - 0,139) \tan \phi$$

$$0,035 = 0,139 \tan \phi \Rightarrow \tan \phi = 0,252$$

$$\Rightarrow \boxed{\phi = 14,13^\circ} \quad (0,5)$$

$$c = (0,125) - (0,278) \tan 14,13 = 0,0549 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow \boxed{c = 54,9 \text{ kN/m}^2} \quad (0,5)$$

Essai triaxial (0,25)

$$\sigma_3 = \sigma_1 \lambda - 2c\sqrt{\lambda} \quad \text{avec : } \lambda = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0,6 \quad (0,25)$$

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_3 + 2c\sqrt{\lambda}}{\lambda} = \boxed{350,08 \text{ kN/m}^2 = \sigma_1} \quad (0,25)$$

(1)

Exercice N°2 (7 Pts)

1. Calcul du tassement Final à la surface :
Couche N°1

$$\sigma'_0 = 12,5 \cdot 10 + 2,5 \cdot 8 = 145 \text{ kPa.} \quad (0,25)$$

$$\Delta H_1 = \frac{5}{1,8} 0,25 \log\left(\frac{145+150}{145}\right) = 0,21 \text{ m.} \quad (0,25)$$

Couche N°2

$$\sigma'_0 = 12,5 \cdot 10 + 5 \cdot 8 + 10 \cdot 10 + 2,5 \cdot 9 = 287,5 \text{ kPa.}$$

$$\Delta H_2 = \frac{5}{1,7} 0,25 \log\left(\frac{287,5+150}{287,5}\right) = 0,13 \text{ m.} \quad (0,25)$$

$$\Delta H_t = 0,21 + 0,13 + 0,04 = \boxed{0,38 \text{ m} = \Delta H} \quad (0,25)$$

2. calcul du temps

50% du tassement $\Rightarrow \Delta H_{50} = 0,19 \text{ m.} \quad (0,25)$

D'où $\Delta H_{\text{argile}} = 0,15 \text{ m} \quad (0,25)$

$$\Rightarrow U = \frac{0,15}{0,34} = 44\% \Rightarrow T_v = 0,15 \quad (0,5)$$

$$t = \frac{T_v l^2}{C_v} = \frac{0,15 \cdot 25}{4 \cdot 10^{-8}} \simeq 3 \text{ ans.} \quad (0,25)$$

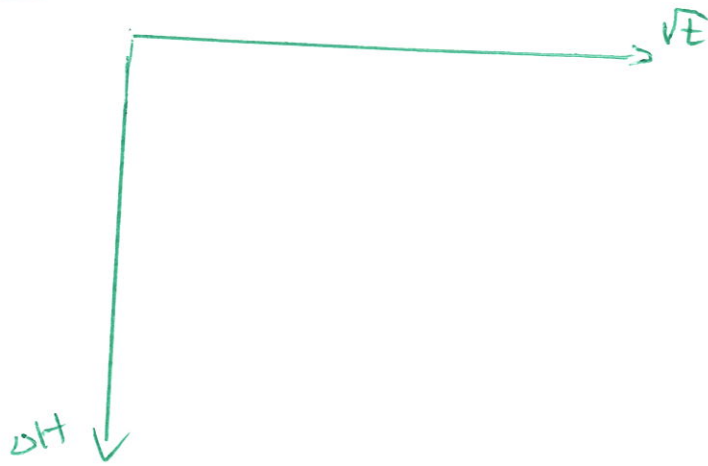
90% du tassement $\Rightarrow \Delta H_{90} = 0,34 \text{ m} \quad (0,25)$

D'où $\Delta H_{\text{argile}} = 0,30 \text{ m.}$

$$U = \frac{30}{34} = 88\% \Rightarrow T_v = 0,75 \quad (0,5)$$

$$t = \frac{0,75 \times 25}{4 \cdot 10^{-8}} = 14 \text{ ans } 10 \text{ mois.} \quad (0,25)$$

3. La courbe de consolidation :



1,5

le graphe montre que pour $U = 90\% \Rightarrow \sqrt{t_{90}} = 12,2 \text{ min}$.

2. Calcul du coefficient de consolidation C_v :

pour $U = 90\% \Rightarrow T_v = 0,848 \Rightarrow \sqrt{t_{90}} = 12,2 \text{ min}$
 (0,25) (0,25)

$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{d^2} \Rightarrow d = \frac{20 \text{ mm}}{2} = 10 \text{ mm} \quad (0,25)$$

$$C_v = \frac{T_v \cdot d^2}{t} = \frac{0,848 \cdot 10^2}{12,2} = 0,57 \text{ min}^2/\text{min}$$

$$\Rightarrow C_v = 0,33 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

Exercice 03 : (7 pts)

(0,25)

sol 1 :

$$\begin{cases} c'_1 = 0 \\ \phi'_1 = 35^\circ \\ \gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3 \end{cases}$$

sol 2 :

$$\begin{cases} c'_1 = 10 \text{ kN/m}^2 \\ \phi'_1 = 25^\circ \\ \gamma'_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3 \end{cases}$$

a. Pressions actives :

$$\begin{cases} K_{a1} = 0,27 \\ K_{a2} = 0,405 \end{cases} \quad (0,25) \quad (0,25)$$

$$0 \leq h \leq h_m \quad c = 0 \Rightarrow \sigma_v = \gamma h + q \Rightarrow \sigma_h = K_{a1}(\gamma h + q)$$

$$\sigma_h = 0,27 \cdot 18 h + 0,27 \cdot 50$$

(3)

$$\sigma_{Ra1} = 4186R + 13.5 \quad \left\{ \begin{array}{l} R=0 \Rightarrow \sigma_{Ra1} = 13.5 \text{ kN/m}^2 \quad (0,25) \\ R=6\text{m} \Rightarrow \sigma_{Ra2} = 42.66 \text{ kN/m}^2 \quad (0,25) \end{array} \right.$$

$$F_{a1} = (13.5 + 42.66) \frac{6}{2} = 168.48 = F_{a1} \quad (0,25)$$

$$6 \leq h \leq 9 \quad c \neq 0 \Rightarrow \sigma_v = \gamma_1 h_1 + q + \gamma_2 h_2.$$

$$\Rightarrow \sigma_{Ra2} = K_{a2} (q + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2) - 2c \sqrt{K_{a2}}.$$

$$\sigma_{Ra2} = 0.405(158 + 10h) - 12.74$$

$$\sigma_{Ra2} = 4.05h + 51.25 \quad \left\{ \begin{array}{l} h=0, \sigma_{Ra2} = 51.25 \text{ kN/m}^2 \quad (0,25) \\ h=3, \sigma_{Ra2} = 63.40 \text{ kN/m}^2 \quad (0,25) \end{array} \right.$$

$$u = 3 \cdot 10 = 30 \text{ kN/m}^2.$$

$$F_{a2} = (51.25 + 63.4) \frac{3}{2} = 171.97 \text{ kN/ml}.$$

$$F_{a2} = 171.97 \text{ kN/ml} \quad (0,25)$$

b. Pression Passives:

$$0 \leq h \leq 1.5\text{m}$$

$$\sigma_v = \gamma h$$

$$\int K_{P1} = 3.69 \quad (0,25)$$

$$\int K_{P2} = 2.463 \quad (0,25)$$

$$\sigma_{Rp1} = K_{P1} \gamma_1 h \Rightarrow \sigma_{Rp1} = 3.69 \times 18h. \quad \left\{ \begin{array}{l} h=0, \sigma_{Rp1} = 0 \quad (0,25) \\ h=1.5, \sigma_{Rp1} = 99.63 \text{ kN/m}^2 \quad (0,25) \end{array} \right.$$

$$F_{P1} = \frac{99.63 \times 1.5}{2} = 74.72 \text{ kN/ml}.$$

$$F_{P1} = 74.72 \text{ kN/ml} \quad (0,25)$$

$$1.5 \leq h \leq 4.5$$

$$\sigma_v = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2.$$

$$\sigma_p = K_{P2} \gamma_1 h_1 + K_{P2} \gamma_2 h_2 + 2c \sqrt{K_{P2}}$$

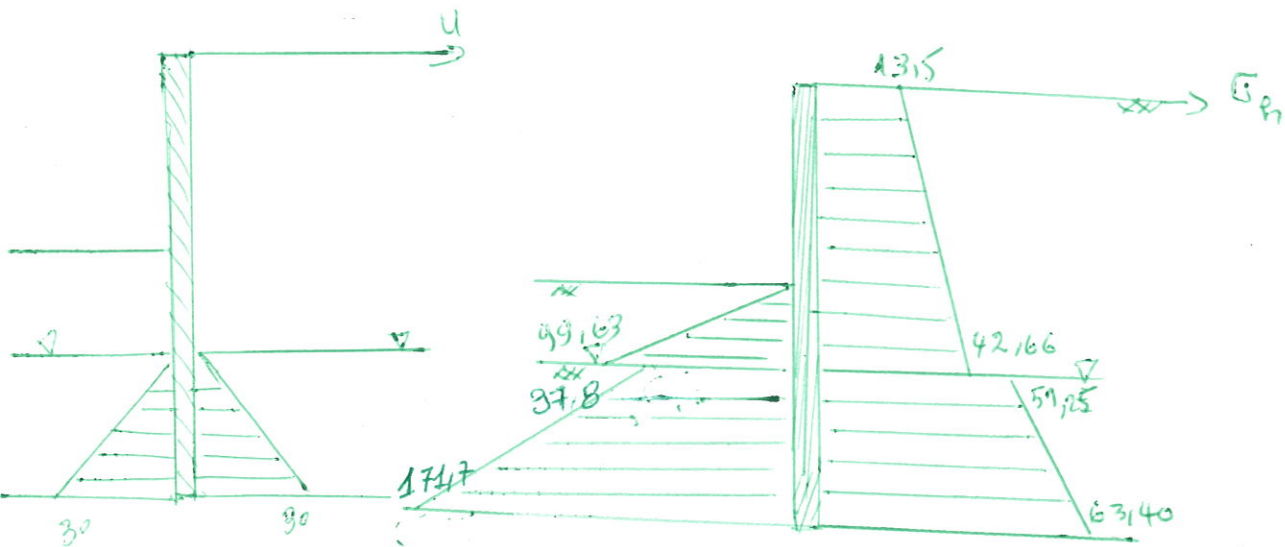
$$\bar{\sigma}_{hp} = 2,463 (1,5 \times 18 + 10h) + 2 \cdot 10 \times 1,569$$

$$\bar{\sigma}_h = 24,63 h + \dots \quad \left\{ \begin{array}{l} h=0, \bar{\sigma}_{hp} = 97,88 \text{ kN/m}^2 \\ h=3\text{m}, \bar{\sigma}_{hp} = 171,77 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (0,25) \\ (0,15) \end{array}$$

$$u = 10 : 3 = 30 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{p2} = (97,8 + 171,77) \frac{3}{2} = 404,47 \text{ kN/ml}$$

$$F_{p2} = 404,47 \text{ kN/ml} \quad (0,15)$$



	N	F _i	z _i	M _i
F _a	1	168,48	6,363	1072,03
	2	171,97	1,834	315,4
F _p	3	74,72	3,5	261,52
	4	404,47	1,36	550,792
	5	45	1	45

$$\frac{H}{3} \left(\frac{B_1 + 2B_2}{B_1 + B_2} \right)$$

$$Z_p = \frac{\sum M_{ip}}{\sum F_p} \Rightarrow Z_p = \frac{857,31 \text{ m}}{524,19} = 1,63 \text{ m} \quad (0,25)$$

$$Z_c = \frac{\sum M_{ir}}{\sum F_a} \Rightarrow Z_c = \frac{1432,43}{385,45} = 3,71 \text{ m} \quad (0,25)$$

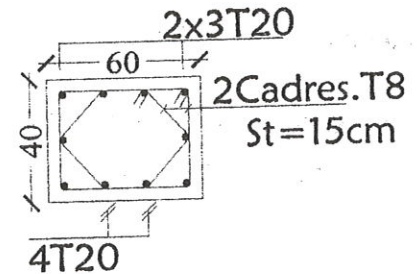
(5)

EMD 2 Module : Béton 1

Exercice 1

Calculez l'effort de compression que peut supporter à l'E.L.U. un poteau isolé articulé à une extrémité et encastré de l'autre, chargé axialement, avec les données suivantes :

- Béton $f_{c28}=26\text{Mpa}$
- Acier FeE400
- 55 % du chargement est appliqué avant 90 jours.
- Longueur libre du poteau : $l_0 = 6\text{ m}$,
- section du poteau 40 cm x 60 cm.
- Armatures longitudinales 10 HA 20.



Exercice 2

Considérons une poutre de section rectangulaire de dimensions 300 x 400 mm², d'une longueur totale de 4 mètres, comme illustré sur le schéma ci-dessous. Cette poutre est soumise à une charge permanente G de 40 tonne (hors poids propre), ainsi qu'à un effort normal en traction avec une valeur de $N_u = 120\text{ kN}$. En parallèle, elle doit également supporter deux surcharges d'exploitation : une charge ponctuelle Q_1 de 0,5 tonne et une charge uniformément répartie Q_2 équivalente à 1 tonne par mètre

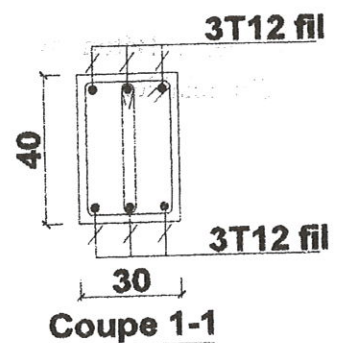
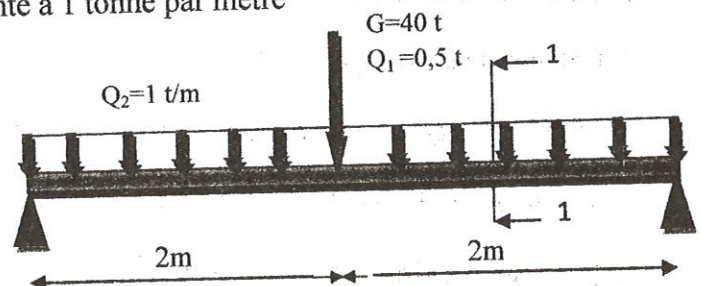
Données supplémentaires :

Les armatures transversales sont constituées par un cadre T8 et un étrier, en acier Fe E 400;

Pour le béton, on a $f_{c28} = 27\text{MPa}$, n'y a pas de reprise de bétonnage.

Déterminer dans les cas suivants l'écartement des armatures transversales:

- 1) Cas 1 : fissuration peu préjudiciable.
- 2) Cas 2: fissuration très préjudiciable.



EMD 2 (CORRECTION)

Module : Béton 1

Exercice 1

Calcul de l'effort de compression à l'ELU :

$$N_u \leq N_{ultim} = \alpha \left[\frac{f_{c28} \times B_r}{0.9\gamma_b} + \frac{A_s \times f_e}{\gamma_s} \right]$$

$$B_r = (40 - 2) \times (60 - 2) = 2204 \text{ cm}^2$$

$$B = 40 \times 60 = 2400 \text{ cm}^2$$

$$\alpha = ?$$

On calcule l'élancement $\lambda_x = \frac{l_f}{i_{\min}}$

Le poteau isolé, est articulé à une extrémité et encastré de l'autre $\rightarrow l_f = \frac{l_0}{\sqrt{2}} = 0.7 \times 6 = 4.2\text{m}$

Le rayon de giration :

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{B}} = \sqrt{\frac{60 \times 40^3}{12 \times 60 \times 40}} = 11.55 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{420}{11.55} = 36.36 < 50$$

$$\rightarrow \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{36.71}{35} \right)^2} = 0.697$$

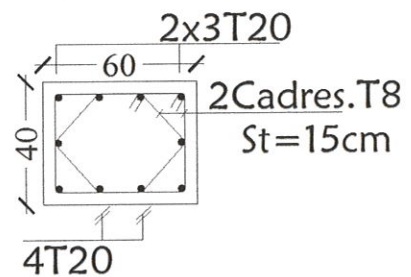
55 % du chargement est appliqué avant 90 jours $\rightarrow$ on divise α sur 1.10

$$\frac{\alpha}{1.1} = 0.634$$

La quantité d'armature A_s : $A_s(10T20) = 31.42 \text{ cm}^2$

Donc la capacité portante de ce Poteau à la compression est égale à:

$$N_u = 0.634 \left[\frac{26 \times 220400}{0.9 \times 1.50} + \frac{3142 \times 400}{1.15} \right] = 3.384 \text{ MN}$$



$$S_t = \frac{0.9 A_t f_e (\sin \alpha + \cos \alpha)}{\gamma_s \bar{b} (\tau_u - 0.3 k f_{tj})} = 8,49 \text{ cm} \quad 0.25$$

Nous retreindrons $S_t = 8 \text{ cm}$ 0.25

Répartition des armatures transversales (Règle de Caquot)

Le premier cours d'armatures transversales est placé à $\frac{S_t}{2}$ du nu de l'appui.

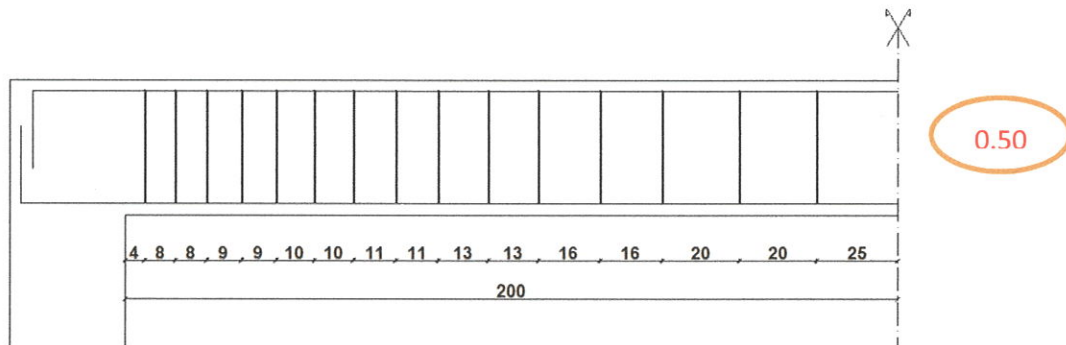
Pour cet exercice :

$$\frac{S_t}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ cm} \quad 0.25$$

Pour l'espacement des cadres suivants, raccordement sur la suite de Caquot :

Chaque espacement étant répété autant de fois qu'il y a de mètres dans la demi-portée de la poutre, c'est-à-dire que :

$$n = \frac{l}{2} = \frac{4}{2} = 2, \text{ on prend 2 fois.} \quad 0.25$$



2) Cas 2: fissuration très préjudiciable.

Pour le cas des armatures droites et quand la fissuration est préjudiciable:

$$\bar{\tau}_u = \min \left\{ 0.15 \frac{f_{cj}}{\gamma_b}; 4 \text{ MPa} \right\} = \min \left\{ 0.15 \frac{27}{1.5}; 4 \text{ MPa} \right\} = 2.7 \text{ MPa} \quad 0.25$$

$\tau_u = 2.889 \text{ MPa} \leq 2.7 \text{ MPa}$ condition non vérifiée.

$$\bar{\tau}_u = \min \left\{ 0.27 \frac{f_{cj}}{\gamma_b}; 7 \text{ MPa} \right\} = \min \left\{ 0.27 \frac{27}{1.5}; 7 \text{ MPa} \right\} = 4.86 \text{ MPa} \quad 0.25$$

$\tau_u = 2.889 \text{ MPa} \leq 4.86 \text{ MPa}$ condition vérifiée.

$\Rightarrow$ armatures inclinées $\alpha < 90^\circ$ en prend $\alpha = 45^\circ$

Calcul de l'espacement S_t :

$$S_t = \frac{0.9 A_t f_e (\sin \alpha + \cos \alpha)}{\gamma_s \bar{b} (\tau_u - 0.3 k f_{tj})} = 12,008 \text{ cm} \quad 0.25$$

Nous retreindrons $S_t = 11 \text{ cm}$ 0.25

Répartition des armatures transversales (Règle de Caquot)

$$Mu = 0,366 \leq M_0 = 0,306 \text{ Non}$$

⇒ la table est entièrement comprimée

$$\Rightarrow \overline{M_u} = M_u - \frac{M_0(b-b_0)}{b} = 0,17016 [MN.m]$$

0.25

⇒ Appliquer l'organigramme d'une section rectangulaire $b_0, d; \overline{Mu}$

0.25

$$\mu = \frac{\overline{M_u}}{b_0 \cdot d^2 \cdot f_{bu}} = 0,4290729$$

0.25

$$\mu < \frac{5}{3} \mu_l = 0,6195368 \text{ Oui}$$

$\mu < \mu_l$ non

0.25

⇒ pivot B

$$\overline{A_{su}'} = \frac{(\mu - \mu_l) b_0 d^2 f_{bu}}{(d - d') f_{su}} = 0,0001804 m^2$$

0.25

$$\overline{A_{su}} = \overline{A_{su}'} + \frac{0,8 \alpha_l b_0 d f_{bu}}{f_{su}} = 0,0014307 m^2$$

0.25

Condition de non fragilité

verifier $A_{su} \geq A_{\min}$

0.25

$$\text{avec } A_{\min} = \max \left(\frac{b_0 h}{1000}; 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} b_0 \cdot d \right) = 0,72 cm^2$$

$$A_s = \frac{[\overline{A_s} f_{su} + (b - b_0) h_0 f_{bu}]}{f_{su}} = 30,808463 cm^2$$

0.25

$$A_{su}' = \overline{A_{su}'} = 1,80383 cm^2$$

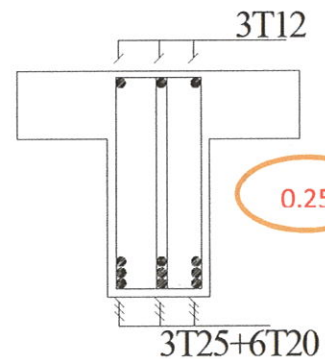
0.25

Il faut choisir :

$$A_{su}' \geq 1,80 cm^2 \Rightarrow 3T12 = 3,39 cm^2$$

0.25

$$A_{su} \geq 30,81 cm^2 \Rightarrow 3T25 + 6T20 = 33,58 cm^2$$



0.25

Exercice 4

1. Détermination de la section des armatures du tirant :

ELU :

$$\text{Effort à l'ELU : } N_G = 250 \text{ kN et } N_Q = 150 \text{ kN} \Rightarrow N_u = 1,35 \cdot N_G + 1,5 \cdot N_Q = 0,5625 MN$$

0.25

$$\text{Traction simple} \Rightarrow \text{Pivot A : } \varepsilon_s = 10 \text{‰} \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = 347,826087 MPa$$

0.25

$$Au = \frac{Nu}{f_{su}} = 0,001617 m^2 = 16,17 cm^2$$

0.25

3. Calcul la section d'armature du tirant pour les deux:

a/ la section du tirant est carrée 40cm x 40cm :

-Condition de fragilité $A_{\min} = \frac{Bf_{t28}}{f_e} = \frac{40 * 40 * 1.98}{400} = 7.92 \text{ cm}^2$ 0.25

$$A_s = \max \{A_u; A_{ser}; A_{\min}\} = \{16.17; 20; 7.92\} \Rightarrow A_s = 20 \text{ cm}^2$$

Soit $A_s (4 \text{ HA } 20 + 4 \text{ HA } 16) = 20,61 \text{ cm}^2$ 0.25

Armature transversale :

Diamètre :

$$\phi_t \geq \frac{\phi_{l\max}}{3} = \frac{20}{3} = 6.66 \text{ mm}$$

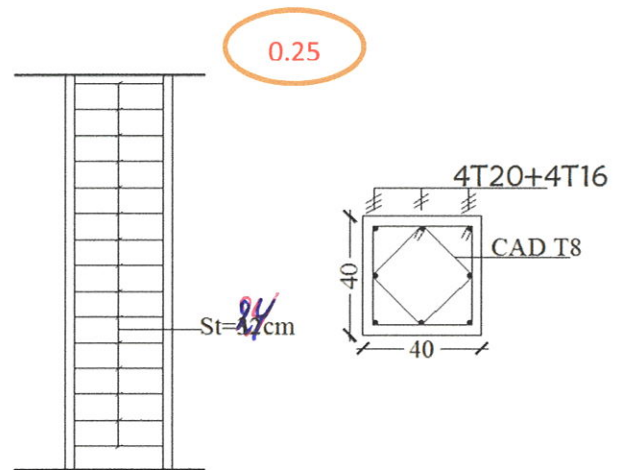
On adopte $\phi_t = 8 \text{ mm}$

L'espacement (St)

$$St = \min(40 \text{ cm}; a + 10 \text{ cm}; 15\phi_{l\min})$$

$$St = \min(40 \text{ cm}; 40 + 10 \text{ cm}; 15 * 1,6)$$

$$\Rightarrow St = 24 \text{ cm}$$
 0.25



b/ la section du tirant est circulaire de diamètre 45cm

-Condition de fragilité $A_{\min} = \frac{Bf_{t28}}{f_e} = \frac{\frac{\pi * 45^2}{4} * 1.98}{400} = 7.87 \text{ cm}^2$ 0.25

$$A_s = \max \{A_u; A_{ser}; A_{\min}\} = \{16.17; 20; 7.87\} \Rightarrow A_s = 20 \text{ cm}^2$$

Soit $A_s (4 \text{ HA } 20 + 4 \text{ HA } 16) = 20,61 \text{ cm}^2$ 0.25

Armature transversale :

Diamètre :

$$\phi_t \geq \frac{\phi_{l\max}}{3} = \frac{20}{3} = 6.66 \text{ mm}$$

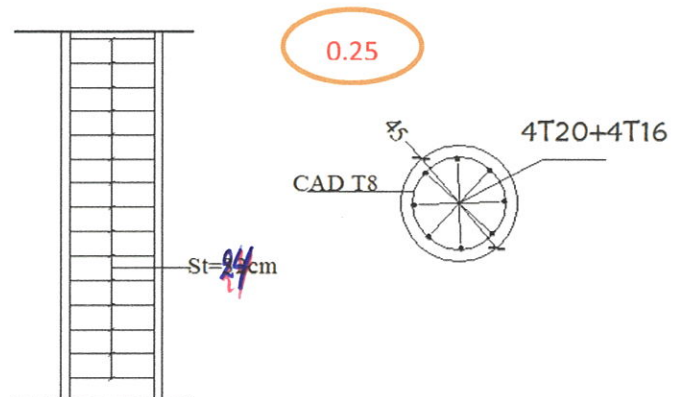
On adopte $\phi_t = 8 \text{ mm}$

L'espacement (St)

$$St = \min(40 \text{ cm}; a + 10 \text{ cm}; 15\phi_{l\min})$$

$$St = \min(40 \text{ cm}; 45 + 10 \text{ cm}; 15 * 1,6)$$

$$\Rightarrow St = 24 \text{ cm}$$
 0.25





إمتحان السداسي الثاني في مقياس الجيولوجيا التطبيقية

يوم: 2025/06/15

المدة: 02 س

المستوى: سنة ثالثة - أستاذ التعليم الثانوي هندسة مدنية

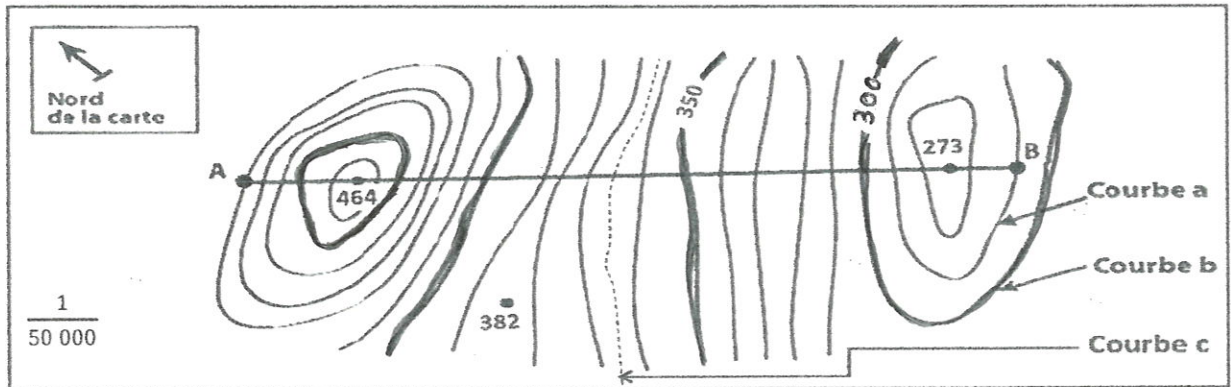
اللقب:
الاسم:
الشعبة:
الفوج:

التمرين الأول (12 ن) : أجب عن الأسئلة التالية :

1. في مجال الجيولوجيا الهندسية و الجيوتقنية، ماذا يعني مصطلح أسطح الانقطاع الجيولوجية؟ أذكر بعض أنواعها؟ (03 ن)
- ما هي الخصائص الأساسية لتوصيف هذه الأسطح؟
- فيما تمكن أهمية عملية توصيفها في مجال الهندسة المدنية؟
2. تُستخدم الخرائط كأدوات فعالة في تحليل وفهم الظواهر الطبيعية. في ضوء ذلك، ما هي أهم الفروق الجوهرية بين الخرائط التقليدية والخرائط الرقمية التي تنتج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)؟ (03 ن)
3. ما هي الأنواع الرئيسية للإحداثيات المستخدمة في علم الخرائط؟ أيها الأكثر إستعمالا؟ ولماذا؟ (03 ن)
4. تُعد الخرائط الجيوتقنية أداة أساسية في مجال الهندسة المدنية. أعط تعريفا بسيطا لهذا النوع من الخرائط؟ وما هي المعطيات التي توفرها من أجل دعم الدراسات والتصميمات الهندسية؟ (03 ن)

التمرين الثاني (04 ن) : إليك الوثيقة التالية :

1. ماذا تمثل هذه الوثيقة المرفقة؟ (0,5 ن)
2. ماذا تمثل الخطوط (les courbes) a ، b و c؟ (0,75 ن)
3. ماذا تمثل القيم 273 م ، 382 م و 464 م؟ (0,75 ن)
4. ما هي قيمة الفارق الإرتفاعي في هذه الخريطة؟ استنتج ارتفاع النقطتين A و B؟ استنتج قيمة الخط c (courbe c)؟ (01 ن)
5. استنتج إتجاه المقطع الطبوغرافي AB؟ (01 ن)



التصحيح النموذجي لامتحان الجيولوجيا التطبيقية (جوان 2025)

التمرين الأول (12 ن) : أجب عن الأسئلة التالية :

1. الجواب 1 :

أسطح الإنقطاع : هي الشقوق والفواصل والطبقات والانزلاقات الموجودة في الكتل الصخرية.

بعض أنواعها : التطبق، الشقوق و الفواصل، الصدوع و الفوالق

- توصيف هذه الأسطح يعني دراسة خصائصها الأساسية مثل:

✓ اتجاهها في الفضاء (أي ميلها واتجاهها).

✓ خشونتها.

✓ مدى اتصالها أو تفككها.

✓ وجود مواد مالئة أو ماء بينها.

- توصيف هذه الأسطح مهم جداً لتقدير:

✓ استقرار المنحدرات.

✓ قدرة الصخور على التحمل.

✓ تصميم الأنفاق والسدود والأساسات.

2. الجواب 2 : تُقدم هذه الخرائط معلومات غنية يمكن استخدامها لاتخاذ قرارات أفضل في مجالات متنوعة. الاختلافات الجوهرية بين الخرائط التقليدية وخرائط نظم المعلومات الجغرافية (GIS) الحديثة تتضح في عدة نقاط:

• الخرائط التقليدية يتم إنتاجها يدوياً أو باستخدام أدوات بسيطة مثل القلم والورق، بينما تُنتج خرائط GIS بواسطة برامج حاسوبية متقدمة.

• الخرائط التقليدية تتطلب وقتاً وجهداً أكبر في الإنتاج مقارنة بالخرائط GIS التي يمكن إنتاجها بسرعة باستخدام التكنولوجيا.

• الخرائط التقليدية غالباً ما تكون ثابتة وغير قابلة للتعديل بعد الطباعة، بينما تتيح خرائط GIS الحديثة التفاعل مع البيانات والتعديل عليها بسهولة.

• خرائط GIS توفر إمكانيات تحليل متقدمة تساعد في فهم البيانات الجغرافية واستخلاص المعلومات الهامة.

• في الخرائط التقليدية، يكون تحديث البيانات أمراً صعباً ومكلفاً، وغالباً ما يتطلب إعادة الإنتاج، بينما خرائط GIS تتيح إدارة البيانات بفعالية، مما يسهل تحديث البيانات والاستفادة منها في الوقت الحقيقي.

• خرائط GIS يمكنها التكامل مع مصادر بيانات متعددة مثل الاستشعار عن بعد، وبيانات الطقوس، وقواعد البيانات الجغرافية الأخرى، هذا التكامل يسمح بالحصول على معلومات أكثر شمولاً وتحليلات أعمق.

باختصار، خرائط نظم المعلومات الجغرافية (GIS) الحديثة تتميز بتقنيات الإنتاج الحديثة، والتفاعلية، والقدرات التحليلية، وسهولة إدارة البيانات، مما يجعلها أداة أكثر فعالية ومرونة مقارنة بالخرائط التقليدية.

3. الجواب 3 :

في مجال علم الخرائط، تُستخدم أنواع مختلفة من الإحداثيات لتحديد المواقع على سطح الأرض بدقة، وكل منها له استخداماته الخاصة بناءً على الحاجة. فيما يلي أهم أنواع الإحداثيات المستخدمة في علم الخرائط:

1. الإحداثيات الجغرافية : تعتمد على خطوط الطول والعرض لتحديد المواقع. تُستخدم على نطاق واسع في أنظمة الملاحة والخرائط الجغرافية العامة.

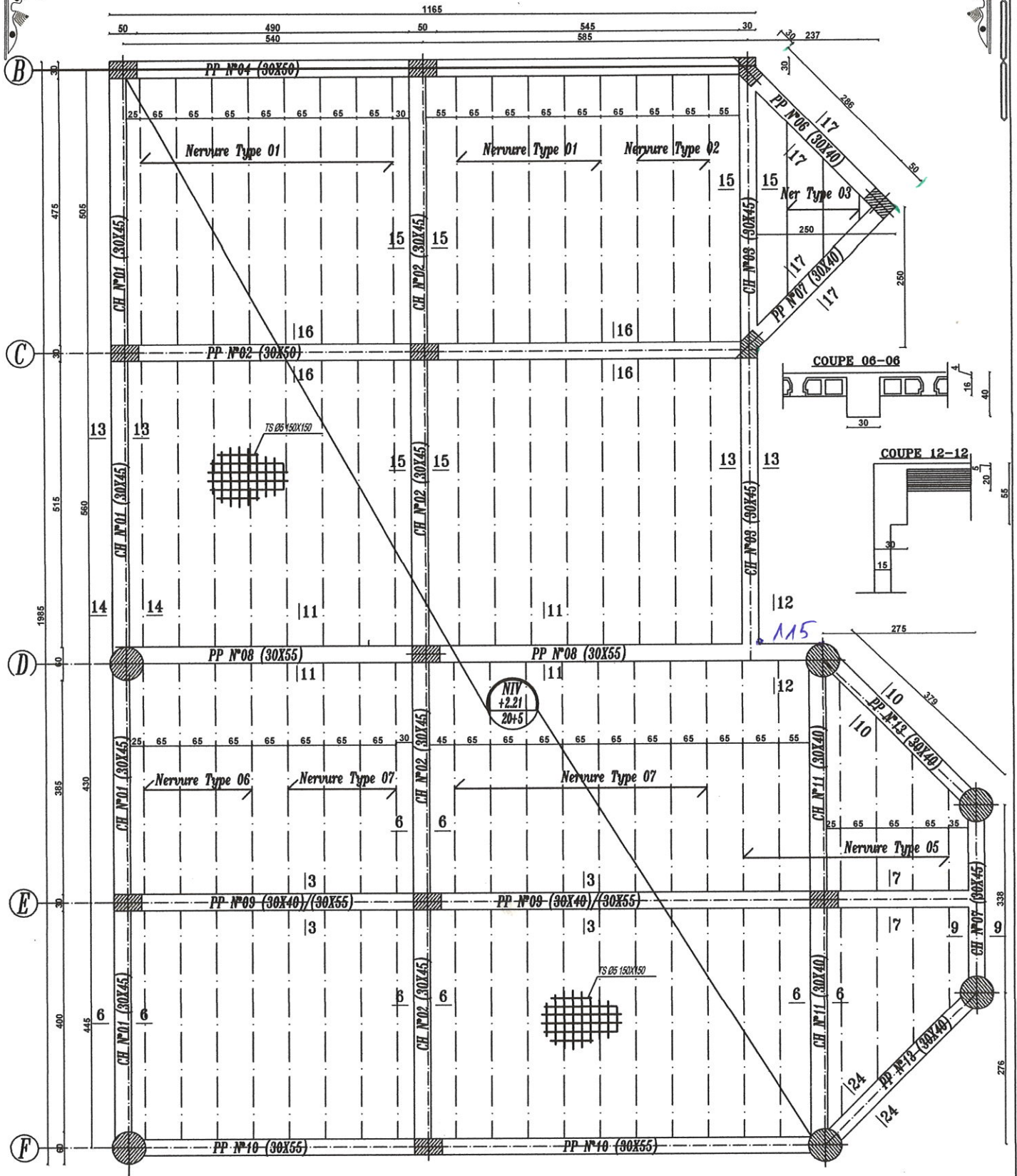
2. نظام الإحداثيات الكارتيزية : يستخدم نقاط تقاطع محاور مستقيمة (X, Y, Z) في فضاء ثلاثي الأبعاد. يُستخدم في التطبيقات الهندسية، التصميم بمساعدة الحاسوب، والخرائط ثلاثية الأبعاد.

3. نظام الإسقاط المستوي : تحويل الإحداثيات الجغرافية إلى سطح مستوي من خلال إسقاطات رياضية. وأشهر أنواع الإسقاطات: إسقاط ميركاتور، إسقاط لامبير الذي يستخدم في رسم الخرائط الطبوغرافية.

الأكثر استخداماً مع التعليل :

الإحداثيات الجغرافية ونظام الإسقاط المستوي (خاصة UTM) هما الأكثر استخداماً في علم الخرائط، بسبب قدرتهما على توفير دقة عالية وسهولة في الاستخدام في مجموعة واسعة من التطبيقات، من الملاحة اليومية إلى التخطيط الحضري والهندسي.

COFFRAGE PLANCHER Niv:+2.21



ENSET, Skikda
3ème Année Génie Civil
Année : 2024-2025

Durée 2h00 min.
EMD 2 Groupe 2
Module : Dessin 1

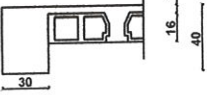
NOM:
PRENOM:

Dessinez ce plan sur ordinateur à l'aide du programme Autocad

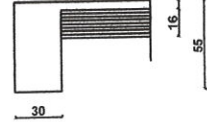
ارسم هذا المخطط على الحاسوب باستعمال برنامج الاوتوكاد

COFFRAGE PLANCHER Niv:-1.19

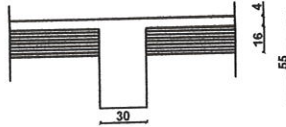
COUPE 12-12



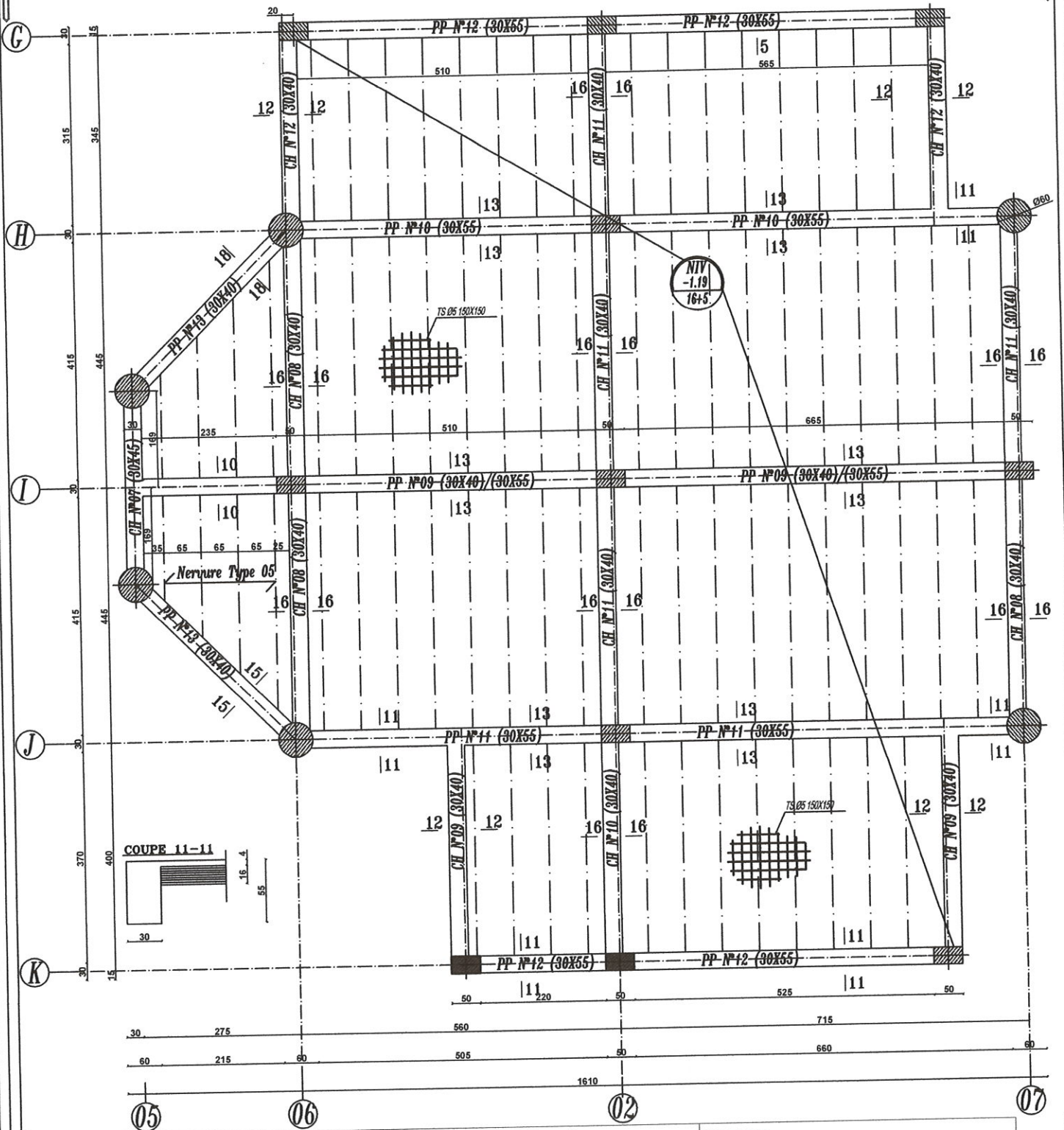
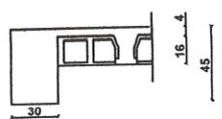
COUPE 11-11



COUPE 13-13



COUPE 14-14



ENSET, Skikda
3ème Année Génie Civil
Année : 2024-2025

Durée 2h00 min.
EMD 2 Groupe 1
Module : Dessin 1

NOM:
PRENOM:

Dessinez ce plan sur ordinateur à l'aide du programme Autocad

ارسم هذا المخطط على الحاسوب باستعمال برنامج الاوتوكاد

Nom : Prénom : Groupe :

Département de Technologie École Normale
Supérieure d'Enseignement Technologique
(ENSET) Azzaba Skikda

Azzaba, le 23/06/2023

Temps : 2 h

Corrigé type

EMD N 2

M.D.C. (Génie Civil)

Groupe : 01

الاجابة على ورقة الامتحان مباشرة

Q1: Expliquez la grande fluidité du béton autoplaçant (BAP), même s'il utilise un dosage en eau similaire à celui du béton ordinaire (BO) ? (3 pts)

اشرح السيولة العالية للخرسانة ذاتية الضغط (BAP) على الرغم من أنها تستخدم جرعة مياه مماثلة للخرسانة العادية

R1:

- ① - Utilisation de superplastifiants (adjuvants réducteurs d'eau) : Le BAP contient une forte dose de superplastifiants de nouvelle génération par rapport au BO
- ① - Formulation spécifique des granulats : Le BAP utilise souvent des granulats plus fins (gros granulats est généralement réduite), cela permet de limiter les vides, améliorer la compacité, et donc faciliter l'écoulement et la circulation du béton dans les coffrages..
- ① - Présence de fines et de fillers : Le BAP contient les particules plus fines comme (la poudre de calcaire, la fumée de silice...). Ces particules augmentent la cohésion et la lubrification du mélange cela améliore la fluidité sans ségrégation pour permettre un écoulement sans vibration.

Q2: Donner une explication des deux phénomènes importants dans le béton autoplaçant (BAP) : le ressuage et la ségrégation ? (3 pts)

اشرح الظاهرتين المهمتين في الخرسانة ذاتية الضغط ؟ le ressuage , la ségrégation

R2:

- ① 1) Ressuage : Le ressuage est le phénomène par lequel l'eau libre contenue dans le béton remonte à la surface après la mise en place et les particules solides (granulats, ciment) tombent par gravité. l'eau plus légère remonte. Cela se produit surtout quand le béton a une faible cohésion interne.
- ① 2) Ségrégation : La ségrégation est la séparation des constituants du béton, surtout quand : Les granulats lourds descendent, la pâte cimentaire et l'eau remontent, si le béton est trop fluide, si la formulation est mal équilibrée.

Q3: Expliquer c'est quoi un formation du C-S-H à partir du clinker, qui se forme après la réaction de l'hydroxyde de calcium hydraté dans le béton? (3pts)

اشرح ما هو تكوين C-S-H من الكلنكر الذي يتكون بعد تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم المائي في الخرسانة ؟

③ R3: Le C-S-H (silicate de calcium hydraté), C'est le produit principal de l'hydratation du ciment, responsable de : la résistance mécanique du béton, et de sa durabilité. C'est un gel amorphe microporeux qui se forme lors la réaction des silicates du clinker, notamment le C₃S et le C₂S avec l'eau (plus le C-S-H bien reparti plus le beton est solide et durable).

Q4: Donnez deux (2) Avantages et deux (2) inconvénients du bois ? (2 pts)

أعط اثنين (2) مزايا واثنين (2) عيوب للخشب ؟

R4:

Avantages :

- Matériau solide et léger et résistant. ⑤
- Excellente performance thermique ⑤

Inconvénients :

- Résistance au feu. ⑤
- Coût d'une construction en bois ⑤

Q5: Quelle est la différence entre le béton de sable et le mortier ? (2 pts)

ما هو الفرق بين الخرسانة الرملية والملاط ؟

R5: Le béton de sable comme son nom l'indique est un béton où le gros granulat est le sable ($D_{max} = 5\text{mm}$), il ne consomme que (250 à 400) Kg/m^3 de ciment, dosage habituel des béton classiques, la compacité optimal étant atteinte par un ajout complémentaire de fines (fillers) et de plastifiant, tandis que le mortier utilise un fort dosage en ciment de (400 à 600) Kg/m^3 .

Q6: Lors les étapes de fabrications du plâtre spécifiquement dans l'étape de cuisson on obtient l'anhydrite (CaSO_4), expliquer c'est quoi l'anhydrite et expliquer leur rôle dans le plâtre ? (4 pts)

خلال مراحل تصنيع الجبس، وتحديدًا في مرحلة الحرق، نحصل على الأنهيدريت (CaSO_4) اشرح ما هو الأنهيدريت واذكر دوره في الجص ؟

R6: L'anhydrite dans le plâtre est une forme minérale du sulfate de calcium blanc ou gris obtenu artificiellement à partir du gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) par cuisson à température élevée (plus long), tout l'eau est éliminée du gypse donc on obtient l'anhydrite.

Rôle de l'anhydrite dans le plâtre : Contrairement au plâtre hémihydraté qui réagit très vite avec l'eau (prise rapide en quelques minutes), l'anhydrite a une prise très lente, car elle est moins soluble.

- Une petite quantité d'anhydrite est normale pour contrôler la prise.
- Trop d'anhydrite donc on obtient le plâtre « mort » qui durcit lentement (prise lente).

Donc un bon plâtre = mélange de hémihydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) avec très peu d'anhydrite.

Q7: Quel est la différence entre les liants aériens et les liants hydrauliques ? (3 pts)

ما هو الفرق بين الروابط الهوائية والروابط الهيدروليكية ؟

R7: Les liants aériens : sont des matériaux qui mélangés à l'eau forment une pâte plastique ne pouvant durcir et se conserver qu'à l'air libre. Les liants aériens sont solubles dans l'eau.

Les liants hydrauliques : sont des matériaux qui peuvent durcir et se conserver aussi bien à l'air libre que dans l'eau. Leur durabilité dépend de la nature chimique du milieu.

Documents non autorisés

يمنع استعمال المحاضرات أثناء الامتحان

Bonne courage

Dr : MIROUZI

Examen final de Mécanique Des Sols I

Questions (2 pts)

1. Citez trois essais in situ et précisez le but de chacun.
2. Quelles sont les contraintes agissant sur le plan de rupture ?

Exercice 1 (4 pts)

Un essai triaxial sur un échantillon de sol a été réalisé avec une pression de confinement de 125 kN/m². Cependant, la pression axiale à la rupture n'a pu être déterminée.

Avec le même sol, un essai de cisaillement direct a été réalisé. Les efforts de cisaillement trouvés à la rupture sont 450 N, 325 N et 292 N pour des efforts de compression de 1000 N, 500 N et 360 N respectivement.

La section droite de la boîte de cisaillement est de 36 cm².

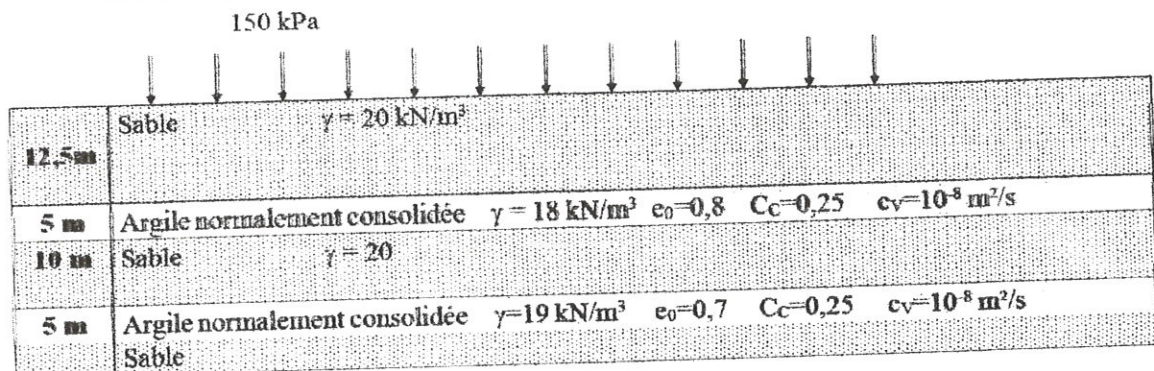
1. Déterminer la pression axiale à la rupture dans le cas de l'essai triaxial.

Exercice 2 (7 pts)

Un stockage de grandes dimensions applique à la surface du sol une charge verticale uniforme de 150 kPa. Le sol est constitué d'une couche de sable dense comportant deux niveaux argileux compressibles, de 5m d'épaisseur chacun, rencontrés respectivement à 12,5 m et 27,5 m de profondeur. La nappe est au niveau du terrain naturel.

Les poids volumiques des différentes couches et les caractéristiques oedométriques de l'argile sont indiqués sur la figure ; on supposera que lors de l'application de la charge, les couches de sable tassent instantanément de 4 cm, globalement.

1. Calculer le tassement final à la surface du sol
2. Combien de temps après l'application de la charge obtient-on 50%, puis 90% du tassement de consolidation ?



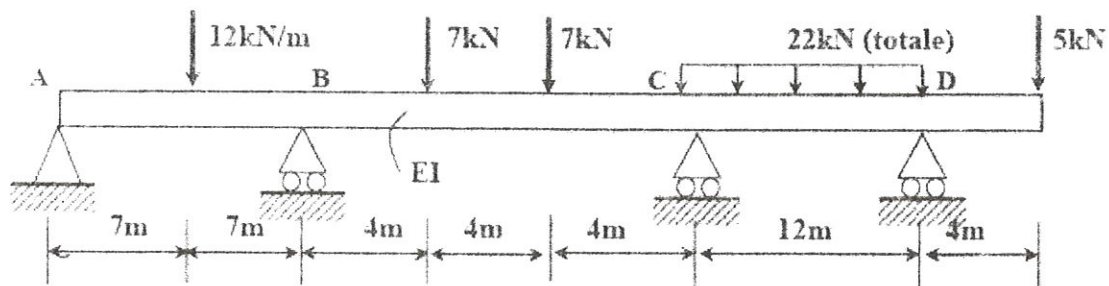


Examen RDM II

Exercice N°1 (08 point)

Soit la poutre continue donnée sur la figure.

1. Calculer les moments aux appuis M_2 et M_3 par la formule des 3 moments.
2. Ecrire les équations des efforts T et M et tracer leurs diagrammes.
3. En déduire les réactions.

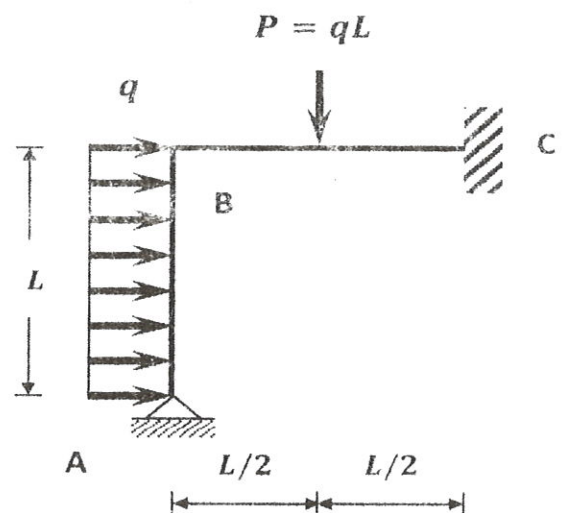


Exercice N°1 (12 point)

Etudier la structure suivante par la méthode des efforts. L'étude doit comprendre :

Avec le système de base c'est appuis double égale zéro.

1. Les diagrammes des moments m et M_p ,
2. Le calcul des coefficients et termes libres,
3. La résolution du système d'équations,
4. Les réactions.





Corrigé type

Solution exercice N°1 (08 point)

Degré d'hyperstaticité :

$$d = 5 - 3 = 2 \text{ fois hyperstatique}$$

Les inconnues hyperstatiques sont M_B et M_C

Point B :

$$14M_A + 2(14 + 12)M_B + 12M_C = -6EI(\varphi_{Bg} + \varphi_{Bd})$$

$$-6EI(\varphi_{Bg} + \varphi_{Bd}) :$$

$$\left. \begin{aligned} -6EI\varphi_{Bg} &= -\frac{3}{8}Pl^2 = -\frac{3}{8}12 \cdot 14^2 \\ -6EI\varphi_{Bd} &= -\frac{2}{3}Pl^2 = -\frac{2}{3}7 \cdot 12^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow -6EI(\varphi_{Bg} + \varphi_{Bd}) = -1554 \text{ kN.m}^2$$

$$\text{Et } M_A = 0$$

Donc :

$$52M_B + 12M_C = -1554 \text{ kN.m}^2$$

Point C :

$$12M_B + 2(12 + 12)M_C + 12M_D = -6EI(\varphi_{Cg} + \varphi_{Cd})$$

$$-6EI(\varphi_{Cg} + \varphi_{Cd}) :$$



$$\left. \begin{aligned} -6EI\varphi_{cg} &= -\frac{2}{3}Pl^2 = -\frac{2}{3}7 \cdot 12^2 \\ -6EI\varphi_{cd} &= -q\frac{l^3}{4} = -1.833\frac{12^3}{4} \end{aligned} \right\} \Rightarrow -6EI(\varphi_{cg} + \varphi_{cd}) = -1464 \text{ kN.m}^2$$

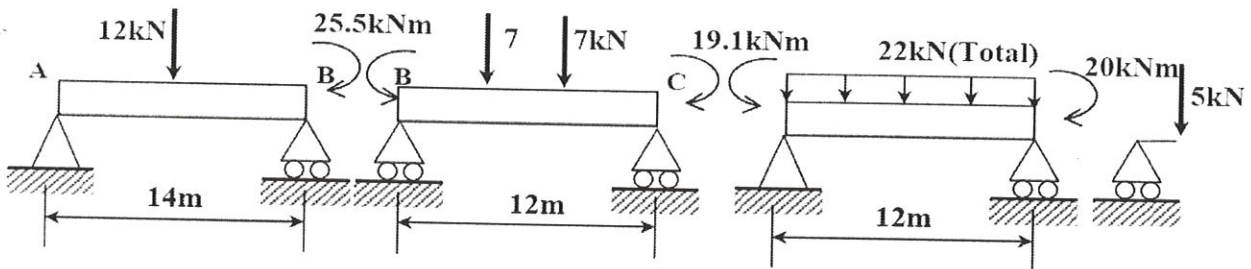
Et $M_D = -20 \text{ kN.m}$

Donc :

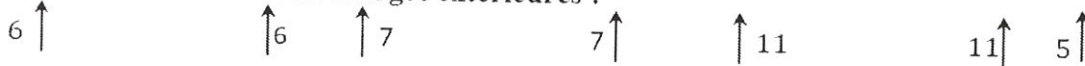
$$16M_B + 56M_C = -1464 - 12(-20)$$

$$\begin{bmatrix} 52 & 12 \\ 12 & 48 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} M_B \\ M_C \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} 1554 \\ 1224 \end{Bmatrix} \text{ kN.m}^2 \Rightarrow \begin{Bmatrix} M_B \\ M_C \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} 25.5 \\ 19.1 \end{Bmatrix} \text{ kN.m}$$

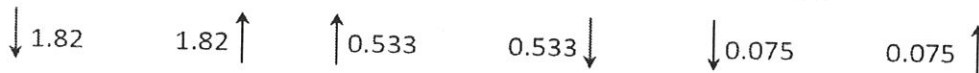
Calcul des réactions



Les réactions dues aux charges extérieures :



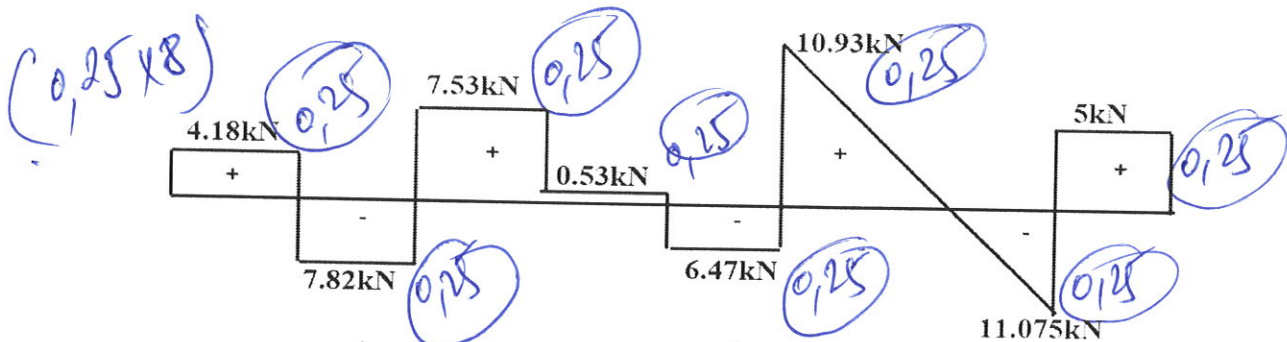
Les réactions dues aux moments appliqués aux niveaux des appuis :



Les réactions totales

$$R_A = 4.18 \text{ kN}, R_B = 15.1246 \text{ kN}, R_C = 17.39 \text{ kN} \text{ et } R_D = 16.07 \text{ kN}$$

Diagramme des efforts tranchants



Diagramme



Diagramme des moments fléchissant :

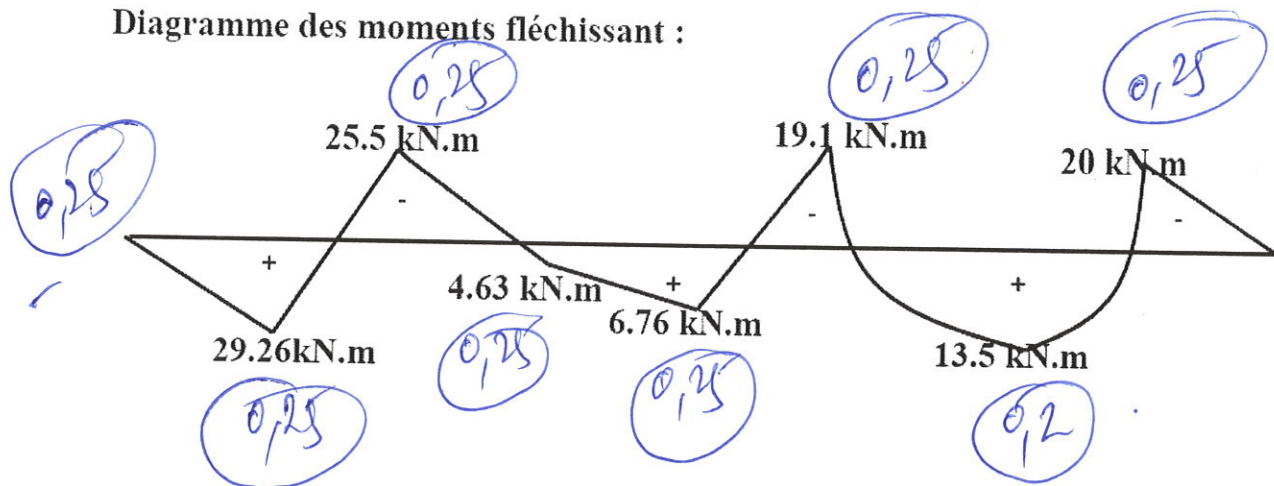


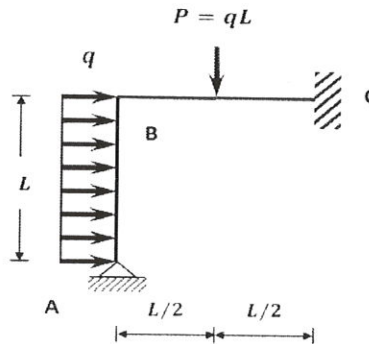
Diagramme $0,5$

$$(0,25 \times 8) = 2 \text{ ps}$$



system est deux fois Hyperstatique (0,5)

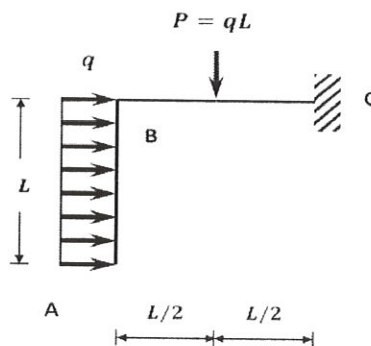
Portique :



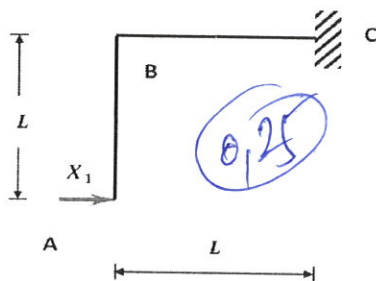
Degré d'hyperstaticité égal à 2 donc la structure doit être décomposée en :

$$S = S_0 + X_1 \bar{S}_1 + X_2 \bar{S}_2$$

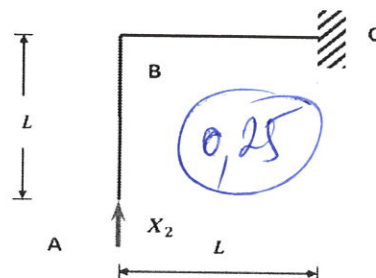
Système : S_0



Système : $X_1 \bar{S}_1$



Système : $X_2 \bar{S}_2$



Et le système d'équation à résoudre est :

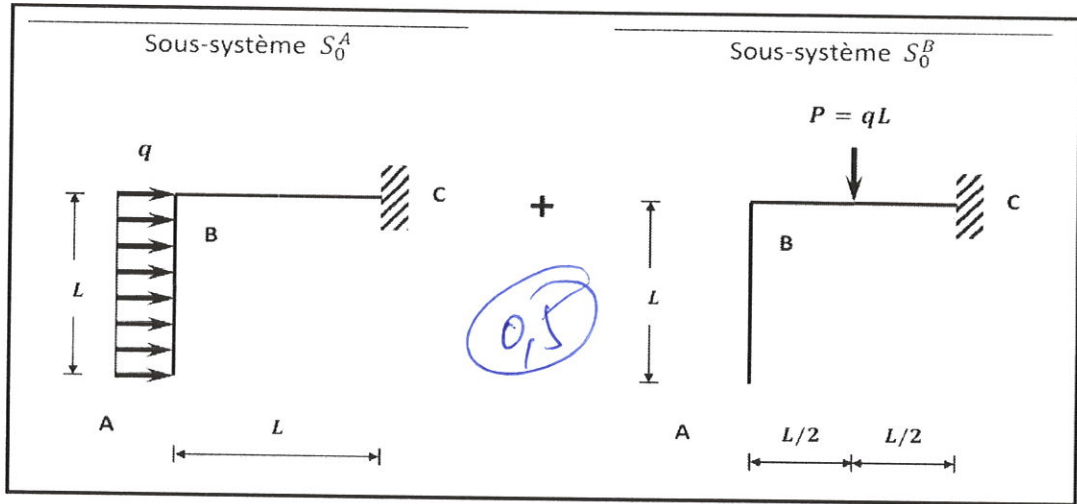
$$\begin{cases} \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 = -\Delta_{01} \\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 = -\Delta_{02} \end{cases}$$

0,25
0,25

(4)

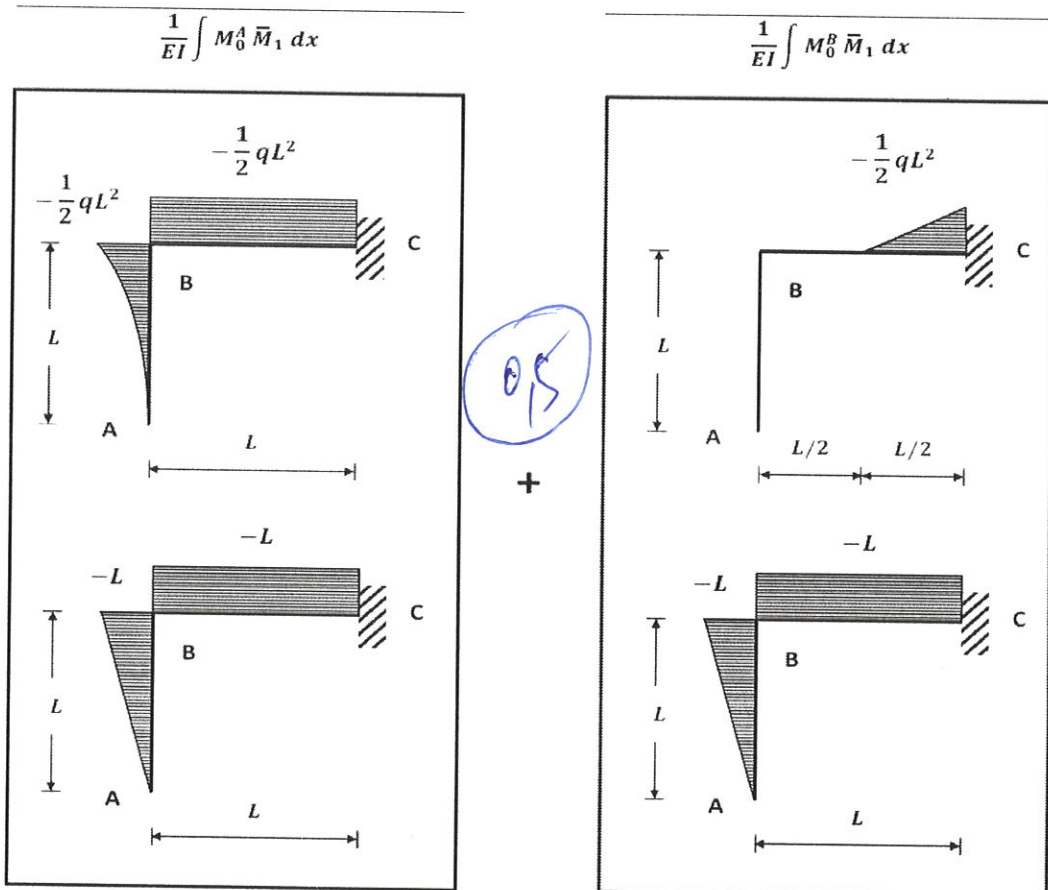


Le système S_0 est décomposé en deux sous-systèmes S_0^A et S_0^B



Calcul des déplacements par multiplication des diagrammes (Le tableau est fourni sur les pages 71 et 72) :

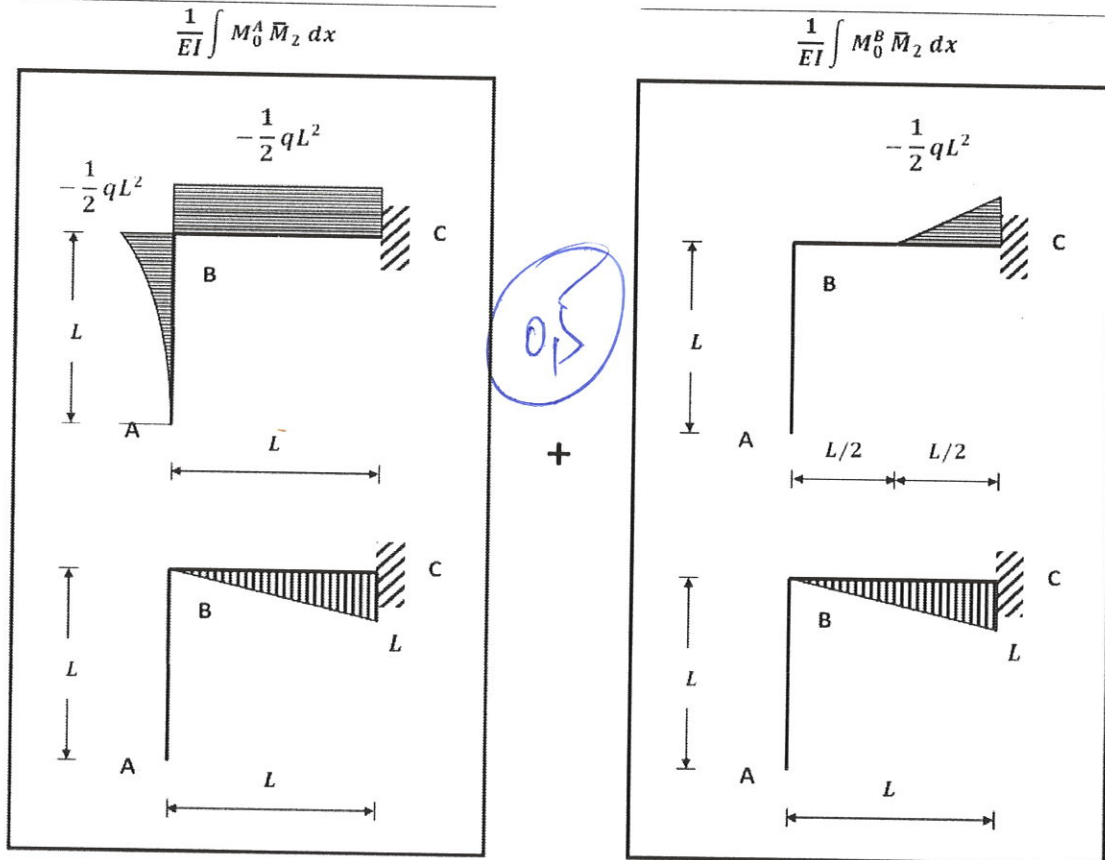
$$\Delta_{01} = \frac{1}{EI} \int M_0 \bar{M}_1 dx = \frac{1}{EI} \int (M_0^A + M_0^B) \bar{M}_1 dx = \frac{1}{EI} \int M_0^A \bar{M}_1 dx + \frac{1}{EI} \int M_0^B \bar{M}_1 dx$$





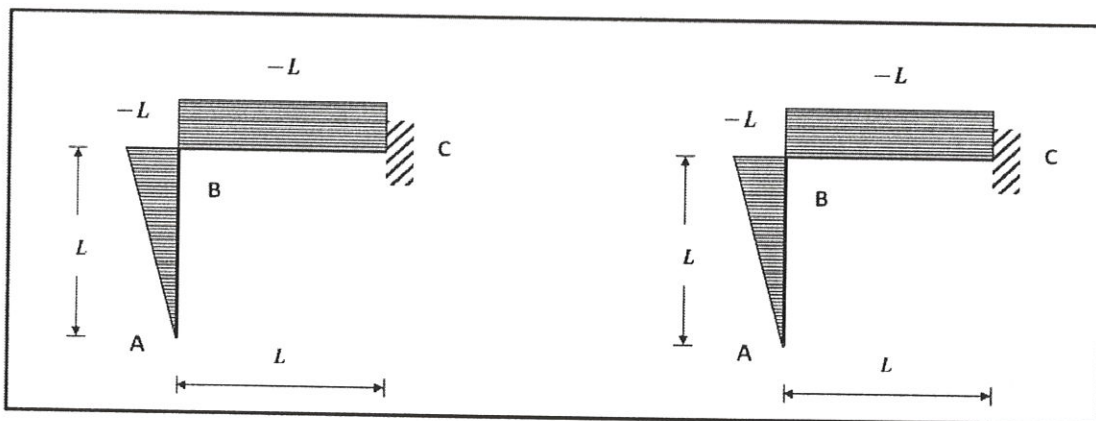
$$\Delta_{01} = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{3} \left(-\frac{qL^2}{2} \right) L \left(-\frac{3}{4}L \right) \right] + \frac{1}{EI} \left[\left(-\frac{qL^2}{2} \right) L (-L) \right] + \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} \left(-\frac{qL^2}{2} \right) \frac{L}{2} (-L) \right] = \frac{3qL^4}{4EI} \quad (1)$$

$$\Delta_{02} = \frac{1}{EI} \int M_0 \bar{M}_2 dx = \frac{1}{EI} \int (M_0^A + M_0^B) \bar{M}_2 dx = \frac{1}{EI} \int M_0^A \bar{M}_2 dx + \frac{1}{EI} \int M_0^B \bar{M}_2 dx$$



$$\Delta_{02} = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{3} \left(-\frac{qL^2}{2} \right) L (0) \right] + \frac{1}{EI} \left[\left(-\frac{qL^2}{2} \right) L \left(\frac{L}{2} \right) \right] + \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} \left(-\frac{qL^2}{2} \right) \frac{L}{2} \left(\frac{5}{6}L \right) \right] = -\frac{17qL^4}{48EI} \quad (1)$$

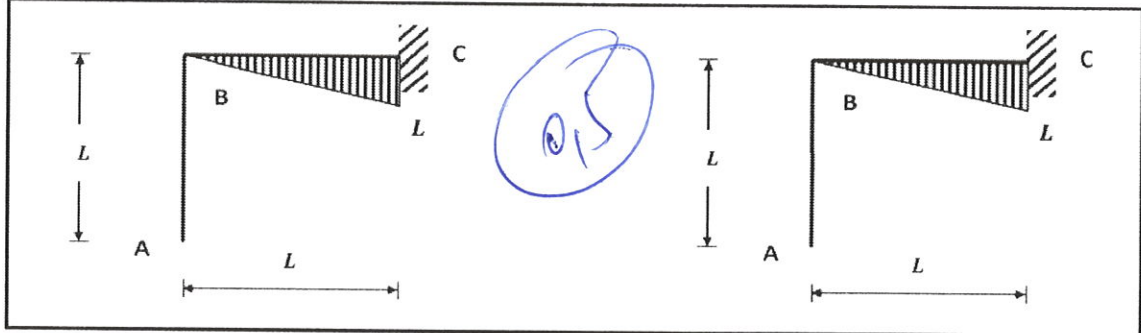
$$\delta_{11} = \frac{1}{EI} \int \bar{M}_1 \bar{M}_1 dx$$





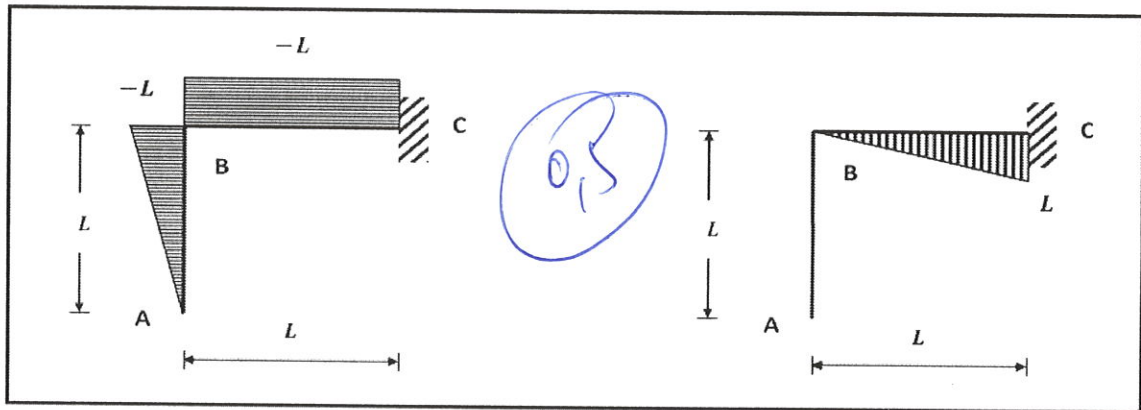
$$\delta_{11} = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} (-L) L \left(-\frac{2}{3} L \right) \right] + \frac{1}{EI} [(-L) L (-L)] = \frac{4 L^3}{3 EI}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EI} \int \bar{M}_2 \bar{M}_2 dx \quad (1)$$



$$\delta_{22} = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} (L) L \left(\frac{2}{3} L \right) \right] = \frac{1 L^3}{3 EI} \quad (1)$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EI} \int \bar{M}_1 \bar{M}_2 dx = \frac{1}{EI} \int \bar{M}_2 \bar{M}_1 dx$$



$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} (-L) L \left(\frac{1}{2} L \right) \right] = -\frac{1 L^3}{2 EI} \quad (1)$$

D'où le système d'équation est :

$$\begin{cases} \frac{4 L^3}{3 EI} X_1 - \frac{1 L^3}{2 EI} X_2 = \frac{3 q L^4}{4 EI} \\ -\frac{1 L^3}{2 EI} X_1 + \frac{1 L^3}{3 EI} X_2 = -\frac{17 q L^4}{48 EI} \end{cases} \quad (0,5) \quad (0,5)$$

La résolution donne :

$$X_1 = -\frac{3}{8} q L \quad \text{et} \quad X_2 = \frac{1}{2} q L$$



(7)



Alors les réactions globales sont :

$$H_A = X_1 = -\frac{3}{8}qL (\uparrow), V_A = X_2 = \frac{1}{2}qL (\uparrow)$$

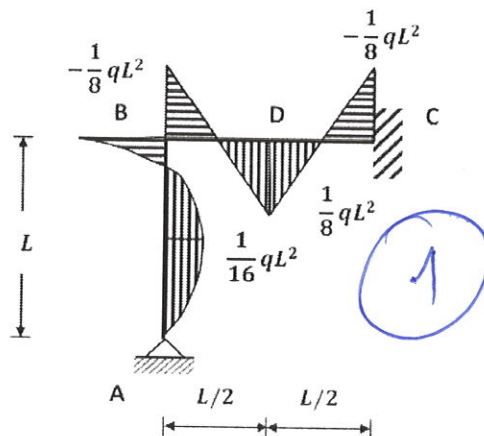
$$H_C = -qL - H_A = -qL - \left(-\frac{3}{8}qL\right) = -\frac{5}{8}qL (\rightarrow)$$

$$V_C = qL - V_A = qL - \left(\frac{1}{2}qL\right) = \frac{1}{2}qL (\uparrow)$$

Le diagramme du moment fléchissant global est évalué comme suit :

n'est pas considéré

Travée	A-B			B-D		D-C	
S_0^A	$-\frac{1}{2}qx^2$			$-\frac{1}{2}qL^2$		$-\frac{1}{2}qL^2$	
S_0^B	0			0		$-qL\left(x - \frac{L}{2}\right)$	
$X_1 \bar{S}_1$	$-\left(-\frac{3}{8}qL\right)x$			$-\left(-\frac{3}{8}qL\right)L$		$-\left(-\frac{3}{8}qL\right)L$	
$X_2 \bar{S}_2$	0			$\left(\frac{1}{2}qL\right)x$		$\left(\frac{1}{2}qL\right)x$	
Σ	$-\frac{1}{2}qx^2 + \frac{3}{8}qLx$			$\frac{1}{2}qLx + -\frac{1}{8}qL^2$		$-\frac{1}{2}qLx + \frac{3}{8}qL^2$	
x	0	$\frac{L}{2}$	L	0	$\frac{L}{2}$	$\frac{L}{2}$	L
$M(x)$	0	$\frac{1}{16}qL^2$	$-\frac{1}{8}qL^2$	$-\frac{1}{8}qL^2$	$\frac{1}{8}qL^2$	$\frac{1}{8}qL^2$	$-\frac{1}{8}qL^2$



19/06/2025

Durée : 2h

ENSET SKIKDA

3^{ème} PEST GC

Enseignant : BOUAITA. I

Examen Topographie

Partie Théorique : (7 Points)

QCM : Cocher la bonne réponse. (1 point) (0.5 point) (0.5 point)

1/ En topographie, la mesure des angles verticaux peut être utilisée pour : في مجال المساحة :
الطبوغرافية يستخدم قياس الزوايا الرأسية في :

- Déterminer le gisement d'une direction. تحديد سمت اتجاه معين
- Faire du nivellement direct. إجراء تسوية مباشرة
- Faire du nivellement indirect. إجراء تسوية غير مباشرة

2/ Quelle est la méthode de nivellement la plus précise et la plus sûre ? ما هي طريقة التسوية الدقيقة و ؟
الأكثر موثوقية :

- Le nivellement trigonométrique. التسوية المثلثية
- Le nivellement géométrique. التسوية الهندسية
- Le nivellement indirect. التسوية الغير مباشرة

3/ L'erreur de fermeture est l'écart entre la valeur d'une grandeur mesurée en topométrie et la valeur fixée ou théorique. خطأ القفل هو الفرق بين القيمة المقاسة و القيمة الثابتة (النظرية).

- Vrai صحيح
- Faux خطأ

4/ Le gisement d'une direction AB est : سمت الاتجاه أب هو :

- L'angle horizontal mesuré positivement dans le sens horaire entre l'axe des abscisses du système de projection utilisé et cette direction AB. الزاوية الأفقية المقاسة بشكل موجب في اتجاه عقارب الساعة بين محور الفواصل لنظام الإسقاط المستخدم و الاتجاه أب
- L'angle horizontal mesuré positivement dans le sens horaire entre l'axe des ordonnées du système de projection utilisé et cette direction AB. الزاوية الأفقية المقاسة بشكل موجب في اتجاه عقارب الساعة بين محور الترتيب لنظام الإسقاط المستخدم و الاتجاه أب
- L'angle vertical mesuré positivement dans le sens horaire entre l'axe des ordonnées du système de projection utilisé et cette direction AB. الزاوية العمودية المقاسة بشكل موجب في اتجاه عقارب الساعة بين محور الترتيب لنظام الإسقاط المستخدم و الاتجاه أب

Q 01 : Décrire les étapes de la détermination de l'altitude de B connaissant l'altitude de A.

صف خطوات تحديد منسوب النقطة ب مع العلم أن منسوب النقطة أ معلوم.

Q 02 : Quelle est la différence entre nivellement direct et nivellement indirect ? ما هو الفرق بين ؟
عملية التسوية المباشرة و التسوية الغير مباشرة؟

Exercice 01 : (3 Points)

Soit un terrain triangulaire ABC défini par les coordonnées rectangulaires de ses sommets (voir tableau)

On vous demande de :

- Calculer les angles intérieurs du triangle.

Point	X (m)	Y (m)
A	1200.00	2500.00
B	1244.64	2551.84
C	1253.28	2495.92

Correction Examen de Topographie

Partie Théorique : (7 points)

1/ En topographie, la mesure des angles verticaux peut être utilisée pour :

Faire du nivellement indirect.

2/ Quelle est la méthode de nivellement la plus précise et la plus sûre ?

Le nivellement géométrique.

3/ L'erreur de fermeture est l'écart entre la valeur d'une grandeur mesurée en topométrie et la valeur fixée ou théorique.

Vrai

4/ Le gisement d'une direction AB est :

L'angle horizontal mesuré positivement dans le sens horaire entre l'axe des ordonnées du système de projection utilisé et cette direction AB.

Question 01 : (1.5 points)

Les étapes de la détermination de l'altitude de B connaissant l'altitude de A sont :

Etape 1 : Mettre le niveau à distance égale de ces 2 points.

Etape 2 : Mettre en station le niveau.

Etape 3 : Placer la mire verticalement en A et faire une lecture Arrière.

Etape 4 : Placer la mire verticalement en B et faire une lecture Avant.

Etape 5 : La dénivelée de ces deux points est $\Delta H = \text{lecture Arrière} - \text{lecture Avant}$.

Etape 6 : l'altitude de B est égale $H_A + \Delta H$.

Question 02 : (1.5 points)

La différence entre nivellement direct et nivellement indirect est :

Le nivellement direct permet de calculer les dénivelées directement sur le terrain par le biais d'un niveau d'une mire et d'un trépied par contre le nivellement indirect c'est la déduction des dénivelées en mesurant des distances et angles verticaux sur le terrain.

Exercice 01 : (3 points)

Calcul des angles intérieurs du triangle ABC :

$$G_{AB} = \arctg\left(\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right) = \arctg\left(\frac{XB-XA}{YB-YA}\right) = \arctg\left(\frac{44.64}{51.84}\right) \quad \Theta = \arctg\left|\frac{44.64}{51.84}\right| = 45.258 \text{ gr}$$

$$\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y > 0 \text{ alors } G = \Theta \text{ donc } G_{AB} = 45.258 \text{ gr}$$

$$G_{BC} = \arctg\left(\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right) = \arctg\left(\frac{XC-XB}{YC-YB}\right) = \arctg\left(\frac{8.64}{-55.92}\right) \quad \Theta = \arctg\left|\frac{8.64}{55.92}\right| = 9.759 \text{ gr}$$

$$\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y < 0 \text{ alors } G = 200 - \Theta \text{ donc } G_{BC} = 190.241 \text{ gr}$$

$$G_{CA} = \arctg\left(\frac{\Delta X}{\Delta Y}\right) = \arctg\left(\frac{XA-XC}{YA-YC}\right) = \arctg\left(\frac{-53.28}{4.08}\right) \quad \Theta = \arctg\left|\frac{53.28}{4.08}\right| = 95.134 \text{ gr}$$

$$\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y > 0 \text{ alors } G = 400 - \Theta \text{ donc } G_{CA} = 304.866 \text{ gr}$$

$$L'angle A = G_{AC} - G_{AB} = 59.608 \text{ gr}$$

$$L'angle B = G_{BA} - G_{BC} = 55.017 \text{ gr}$$

$$L'angle C = G_{CB} - G_{CA} = 85.375 \text{ gr}$$

Exercice 02 : (10 points)1/ Le type de nivellement : **nivellement par cheminement mixte. (1 point)**2/ Les différents instruments sont : **niveau, la mire et le trépied. (1 Point)**

3/ Déterminer les altitudes des différents points :

Point visé	Lectures sur mire (m)			ΔH_i^{mes}		C_i (m)	ΔH_i^{comp}		Altitude (m)
	L. Ar	L. Av	L. Inter	+	-		+	-	
R1	2.432								14.095
1			2.203				0.229		14.324
3			2.154				0.278		14.373
2	2.296	2.156		0.276		-0.001	0.275		14.370
4			2.295				0.001		14.371
6			2.251				0.045		14.415
5	2.585	2.356			0.060	- 0		0.060	14.310
R2		1.891		0.694		-0.002	0.692		15.002
Σ	7.313		6.403	0.970	0.060				

1/ Calcule des dénivelées : (1 point)

$$\Delta H_i^{mes} = L_{AR} - L_{AV}$$

$$\Delta H_2^{mes} = 2.432 - 2.156 = 0.276$$

$$\Delta H_5^{mes} = 2.296 - 2.356 = -0.060$$

$$\Delta H_{R2}^{mes} = 2.585 - 1.891 = 0.694$$

2/ Contrôle : (1 point)

$$\Sigma L_{AR} - \Sigma L_{AV} = 7.313 - 6.403 = 0.910$$

$$\Sigma \Delta H_i^{mes} = 0.970 - 0.060 = 0.910$$

3/ Fermeture : (1 point)

$$f = \Delta H^{mesuré} - \Delta H^{donnée}$$

$$\Delta H^{mes} = \Sigma \Delta H_i^{mes} = 0.910 \text{ m}$$

$$\Delta H^{donnée} = H_{R2} - H_{R1} = 0.907 \text{ m}$$

$$f = 0.910 - 0.907 = 0.003 \text{ m} \approx 3 \text{ mm}$$

fermeture < la tolérance (7 mm)

donc le cheminement est tolérable.

4/ Compensation : (1 point)

$$C_i = -f * \frac{|\Delta H_{mes}|}{\Sigma |\Delta H_{mes}|}$$

$$C_2 = -0.003 * \frac{0.276}{1.03} = -0.0008 = -0.001$$

$$C_5 = -0.003 * \frac{0.06}{1.03} = -0.0002 = 0$$

$$C_{R2} = -0.003 * \frac{0.694}{1.03} = -0.002$$

5/ Dénivelées compensées : (2 points)

$$\Delta H_i^{comp} = \Delta H_i^{mes} + C_i$$

$$\Delta H_2^{comp} = 0.276 - 0.001 = 0.275$$

$$\Delta H_5^{comp} = -0.060 - 0 = -0.060$$

$$\Delta H_{R2}^{comp} = 0.694 - 0.002 = 0.692$$

Pour les points 1, 3, 4 et 5 ($\Delta H_i = L_{AR} - L_{IN}$)

$$\Delta H_1 = 2.435 - 2.203 = 0.229$$

$$\Delta H_3 = 2.435 - 2.154 = 0.278$$

$$\Delta H_4 = 2.296 - 2.295 = 0.001$$

$$\Delta H_6 = 2.296 - 2.251 = 0.045$$

6/ Altitudes compensées : (2 points)

$$H_i = H_{i-1} + \Delta H_i^{comp}$$

$$H_1 = 14.095 + 0.229 = 14.324$$

$$H_3 = 14.095 + 0.278 = 14.373$$

$$H_2 = 14.095 + 0.275 = 14.370$$

$$H_4 = 14.370 + 0.001 = 14.371$$

$$H_6 = 14.370 + 0.045 = 14.415$$

$$H_5 = 14.370 - 0.060 = 14.310$$

$$H_{R2} = 14.310 + 0.692 = 15.002$$