

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS GÉOMÈTRES ET TOPOGRAPHES

Concours d'entrée ATS-GC

Session 2022

Questionnaire de Génie Civil

Durée : 1h

Le sujet comporte 10 pages. Les documents sont interdits. Les calculatrices ESGT sont autorisées.

Chaque exercice est indépendant.

Dans le cas où la réponse est à cocher, il n'y a qu'une seule bonne réponse (jamais de réponses multiples).

Dans le cas où la réponse attendue est numérique, respecter impérativement l'unité indiquée. On notera généralement 4 chiffres significatifs pour ces résultats (ex : $5,787 \times 10^7$; 0,06598 ; 17,98 ; 235000 ...).

Répondre directement sur ce document. Ne pas utiliser de crayon à papier.

Les écritures ou le choix d'une réponse ne doivent souffrir d'aucune ambiguïté. Tout doute entraînera une réponse fausse.

Principe de notation : Sauf indication d'un barème spécifique dans la question,
 pour chaque question Q... : Réponse exacte +1 point
 Réponse fausse 0 point
 Pas de réponse 0 point

Répartition des points par partie :

| | pages | Barème | Note |
|--|--------------|-----------|------|
| Partie A : Matériaux | 2 | 6 | |
| Partie B : Hydraulique | 3 & 4 | 9 | |
| Partie C : Mécanique - RDM - Structures | 5 à 8 | 18 | |
| Partie D : Géotechnique | 9 | 8 | |
| Partie E : Thermique - Acoustique | 10 | 7 | |
| | Total | 48 | |

| | |
|------------------------|--|
| Note sur 20 | |
|------------------------|--|

Partie A : Matériaux

Exercice A1

Indiquer si chaque proposition inscrite dans le tableau est vraie ou fausse.
Répondre pour chaque ligne par V (pour vrai) ou F (pour faux)

| | | Réponse |
|------|--|---------|
| QA11 | L'acier est généralement considéré comme un matériau isotrope. | |
| QA12 | L'acier a une masse volumique supérieure à celle du béton armé. | |
| QA13 | La prise du ciment est une réaction chimique endothermique. | |
| QA14 | Le bois lamellé-collé doit sa bonne résistance mécanique à l'orientation alternée suivant des axes orthogonaux des fibres du bois. | |

Exercice A2

Cocher la bonne réponse parmi les propositions.

QA21 Le paramètre prépondérant pour obtenir des bétons à haute performance (BHP) est :

- la qualité des granulats utilisés (gravier, sable).
- l'ajout d'éléments très fins dans le squelette granulaire du béton pour minimiser la porosité.
- l'augmentation du rapport E/C (dosage en eau / dosage en ciment) pour assurer une hydratation complète du ciment.

QA22 Lors de la réalisation d'une route, on peut mettre en œuvre des bétons bitumineux. Le bitume assurera la liaison entre les granulats :

- par réaction chimique du bitume au contact des granulats.
- par réaction chimique d'hydratation du bitume au contact de l'eau du mélange.
- par solidification du bitume liée au refroidissement.
- suite au séchage du bitume (évaporation de l'eau).

Total page :

/ 6

Partie B : Hydraulique

Nom :

Exercice B1 - Hydrostatique

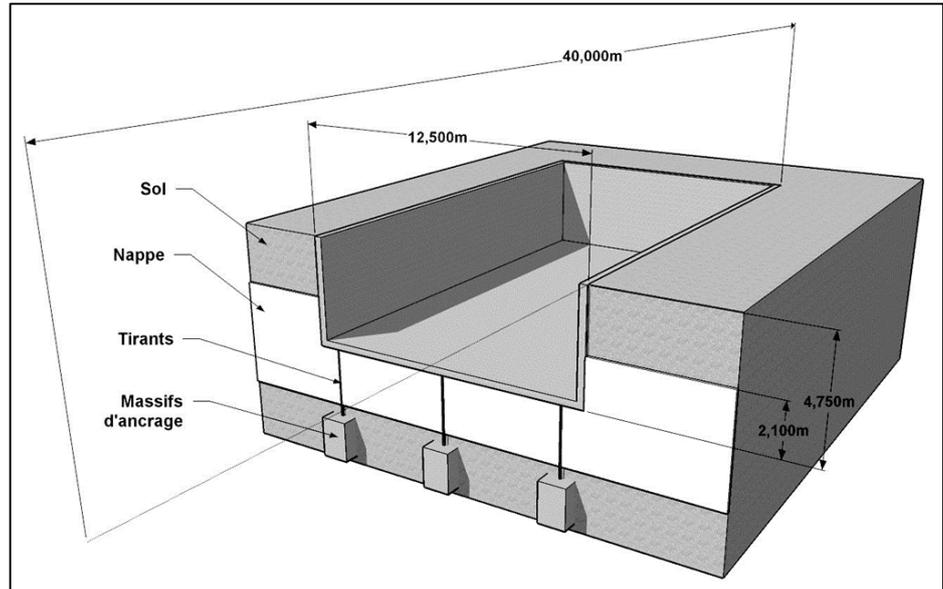
Pour protéger un parking souterrain contre les eaux de la nappe phréatique, on a fabriqué un cuvelage en béton dont les dimensions extérieures sont :

hauteur $H = 4,75 \text{ m}$

largeur $l = 12,5 \text{ m}$

longueur $L = 40 \text{ m}$

L'épaisseur du fond et des 4 parois verticales, en béton, est constante et égale à $e = 0,30 \text{ m}$.



Pour cette étude, on ne tient pas compte des efforts exercés par les terres mais uniquement par l'eau de la nappe et le poids du béton.

Données : masse volumique du béton : $\rho_b = 2200 \text{ kg.m}^{-3}$
masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$
accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

QB11 Calculer, en mètre cube, le volume de béton du cuvelage :

 m³

QB12 Calculer, en kN, le poids de béton correspondant :

 kN

QB13 Le cuvelage est immergé dans une hauteur d'eau $h = 2,10 \text{ m}$. Calculer, en Pa, la pression exercée par l'eau de la nappe phréatique sur le fond du cuvelage.

 Pa

QB14 Calculer, en kN, l'intensité de la force pressante F , exercée par l'eau de la nappe phréatique sur le fond du cuvelage.

 kN

QB15 Conclusion :

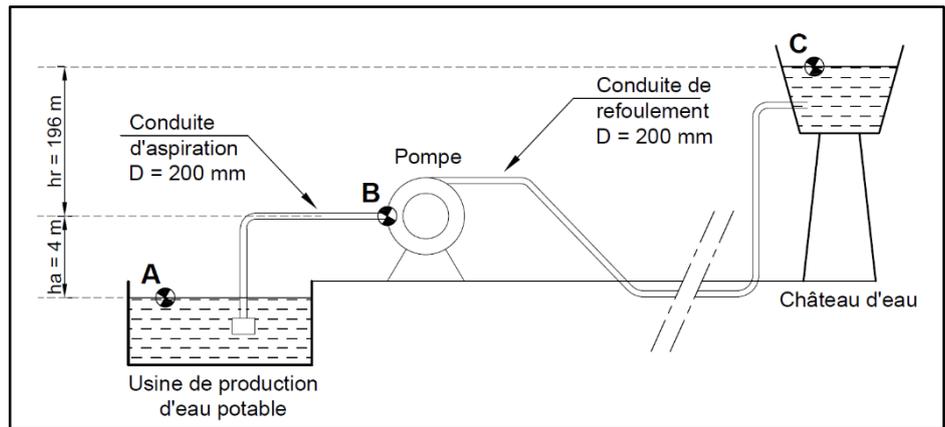
- Avec ce niveau d'eau, les tirants d'ancrage sont utiles car ils retiennent le cuvelage.
- Avec ce niveau d'eau, les tirants d'ancrage sont inutiles car le cuvelage est en équilibre.
- Avec ce niveau d'eau, les tirants d'ancrage sont inutiles car le cuvelage s'appuie sur le sol.

Total page :

/ 5

Exercice B2 - Hydrodynamique

Un château d'eau, assurant l'alimentation en eau potable d'un petit village, est approvisionné par l'intermédiaire d'une longue conduite amenant l'eau d'une station de traitement placée en contrebas. L'installation est décrite sur le schéma ci-dessous.



Les conduites d'aspiration (longueur $L_A = 20$ m) et de refoulement (longueur $L_R = 3\,200$ m) sont fabriquées dans le même matériau (même rugosité moyenne $\varepsilon = 1$ mm) et ont le même diamètre nominal $D = 200$ mm.

Faisant l'hypothèse d'un fluide réel, on peut appliquer le théorème de Bernoulli entre différents points de l'installation qui prendrait alors la forme suivante avec des termes exprimés en mètre de colonne d'eau (mce):

Notations :

z : hauteur par rapport au plan de référence

P : pression

ρ : masse volumique de l'eau

g : accélération de la pesanteur

U : vitesse de l'écoulement

ΔH : ... (terme non donné)

$$z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{U_A^2}{2g} + H_{pompe} = z_C + \frac{P_C}{\rho g} + \frac{U_C^2}{2g} + \Delta H_{A-C}$$

QB21 Pour satisfaire les besoins du village, la pompe doit refouler vers le château $3\,000$ m³ d'eau par jour en fonctionnant 24h sur 24. Calculer le débit volumique q_v dans les canalisations en m³.s⁻¹.

m³.s⁻¹

QB22 Calculer (en m.s⁻¹) la vitesse moyenne U d'écoulement de l'eau dans les canalisations.

m.s⁻¹

QB23 On applique le théorème de Bernoulli entre les points A et C. Le terme correspondant à l'énergie cinétique du fluide :

- est inférieur en A comparé à C.
- est supérieur en A comparé à C.
- est strictement égal en A et en C.
- est négligeable en A et en C.

QB24 Le terme ΔH_{A-C} correspond :

- aux pertes de charges régulières.
- aux pertes de charges singulières.
- aux pertes de charges totales.
- à la différence de hauteur entre A et C.

Total page :

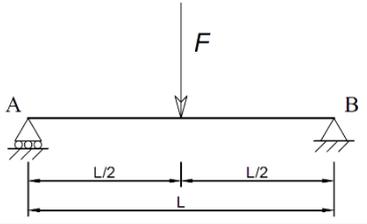
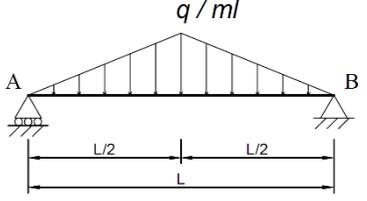
/ 4

Partie C : Mécanique - RDM – Structures

Exercice C1

Nom :

On compare 2 cas de charges d'une même poutre isostatique de longueur L avec les chargements décrits dans le tableau ci-dessous. Un formulaire est associé à chaque cas.

| | | Réactions d'appui | Moment maximum | Flèche maximale | Rotation aux appuis |
|----------------|---|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Cas n°1 |  | $R_A = R_B = \frac{F}{2}$ | $M_{max} = \frac{FL}{4}$ | $f_{max} = \frac{FL^3}{48EI}$ | $\theta = \pm \frac{FL^2}{16EI}$ |
| Cas n°2 |  | $R_A = R_B = \frac{qL}{4}$ | $M_{max} = \frac{qL^2}{12}$ | $f_{max} = \frac{qL^4}{120EI}$ | $\theta = \pm \frac{5qL^3}{192EI}$ |

Données numériques : L = 5 m ; F = 10 kN

QC11 Les réactions d'appui seront équivalentes dans le cas n°2 à celles du cas n°1 si la charge répartie triangulaire a pour valeur maximale :

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> q = 10 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 5 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 1 kN/ml | <input type="checkbox"/> aucune des va- |
| <input type="checkbox"/> q = 8 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 4 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 0,5 kN/ml | leurs proposées. |
| <input type="checkbox"/> q = 6 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 2 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 0,2 kN/ml | |

QC12 Le moment maximum sera égal dans le cas n°2 à celui du cas n°1 si la charge répartie triangulaire a pour valeur maximale :

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> q = 10 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 5 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 1 kN/ml | <input type="checkbox"/> aucune des va- |
| <input type="checkbox"/> q = 8 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 4 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 0,5 kN/ml | leurs proposées. |
| <input type="checkbox"/> q = 6 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 2 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 0,2 kN/ml | |

QC13 La flèche maximale sera égale dans le cas n°2 à celui du cas n°1 si la charge répartie triangulaire a pour valeur maximale :

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> q = 10 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 5 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 1 kN/ml | <input type="checkbox"/> aucune des va- |
| <input type="checkbox"/> q = 8 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 4 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 0,5 kN/ml | leurs proposées. |
| <input type="checkbox"/> q = 6 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 2 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 0,2 kN/ml | |

QC13 Les rotations aux appuis seront égales dans le cas n°2 à celui du cas n°1 si la charge répartie triangulaire a pour valeur maximale :

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> q = 10 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 5 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 1 kN/ml | <input type="checkbox"/> aucune des va- |
| <input type="checkbox"/> q = 8 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 4 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 0,5 kN/ml | leurs proposées. |
| <input type="checkbox"/> q = 6 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 2 kN/ml | <input type="checkbox"/> q = 0,2 kN/ml | |

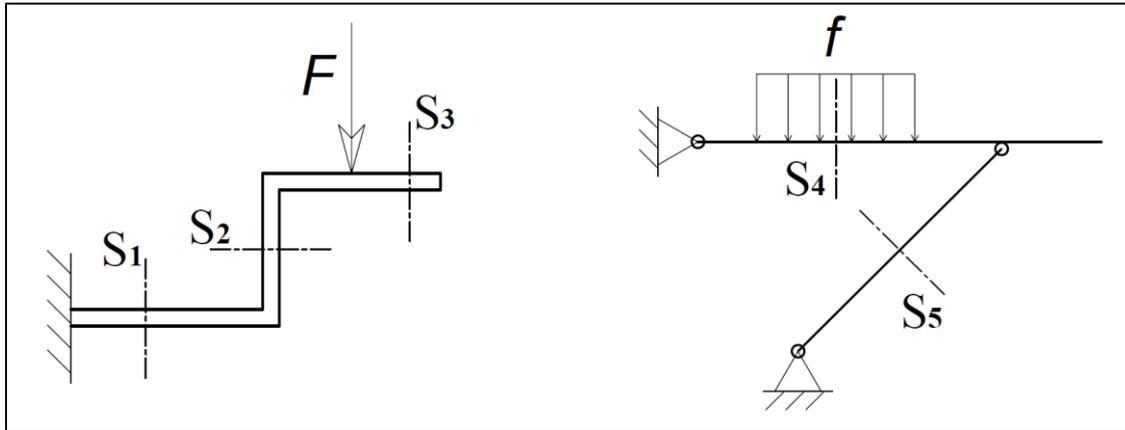
Total page :

/ 4

Exercice C2

Pour chacune des sections indiquées sur les figures ci-dessous, préciser quelle combinaison d'efforts internes est présente. Toutes les charges sont des actions verticales, le poids propre des structures est négligé. On note :

- V : l'effort tranchant
- M : le moment fléchissant
- N : l'effort normal
- T : le moment de torsion



QC21 Cocher les efforts ou moments internes présents dans chaque section. (barème : 0,5 point par ligne complète et correcte)

| | V | N | M | T |
|------------------------|---|---|---|---|
| Section S ₁ | | | | |
| Section S ₂ | | | | |
| Section S ₃ | | | | |
| Section S ₄ | | | | |
| Section S ₅ | | | | |

QC22 Associer aux différents termes désignant des sollicitations de flexion différentes les efforts ou moments internes présents par définition. (barème : 0,5 point par ligne complète et correcte)

| | V | N | M | T |
|------------------|---|---|---|---|
| Flexion composée | | | | |
| Flexion déviée | | | | |
| Flexion pure | | | | |

Exercice C3

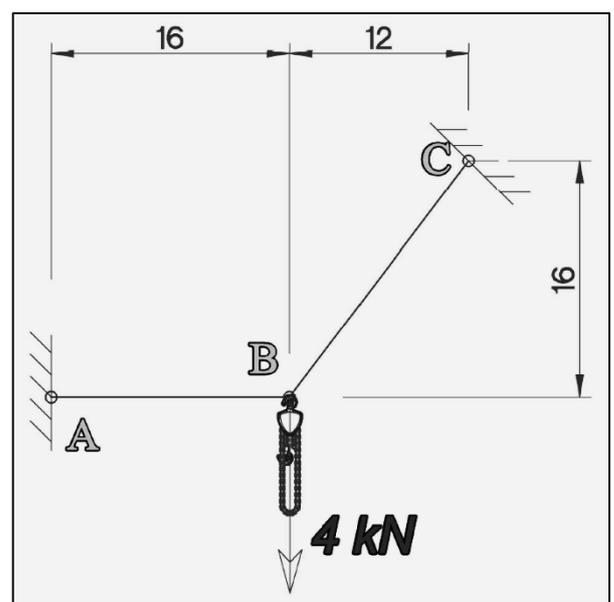
Un palan est suspendu en équilibre à 2 câbles AB et BC suivant la géométrie ci-contre. La charge totale en B vaut 4 kN.

QC31 Calculer l'effort de traction dans le câble AB :

kN

QC32 Calculer l'effort de traction dans le câble BC :

kN



Total page :
/ 6

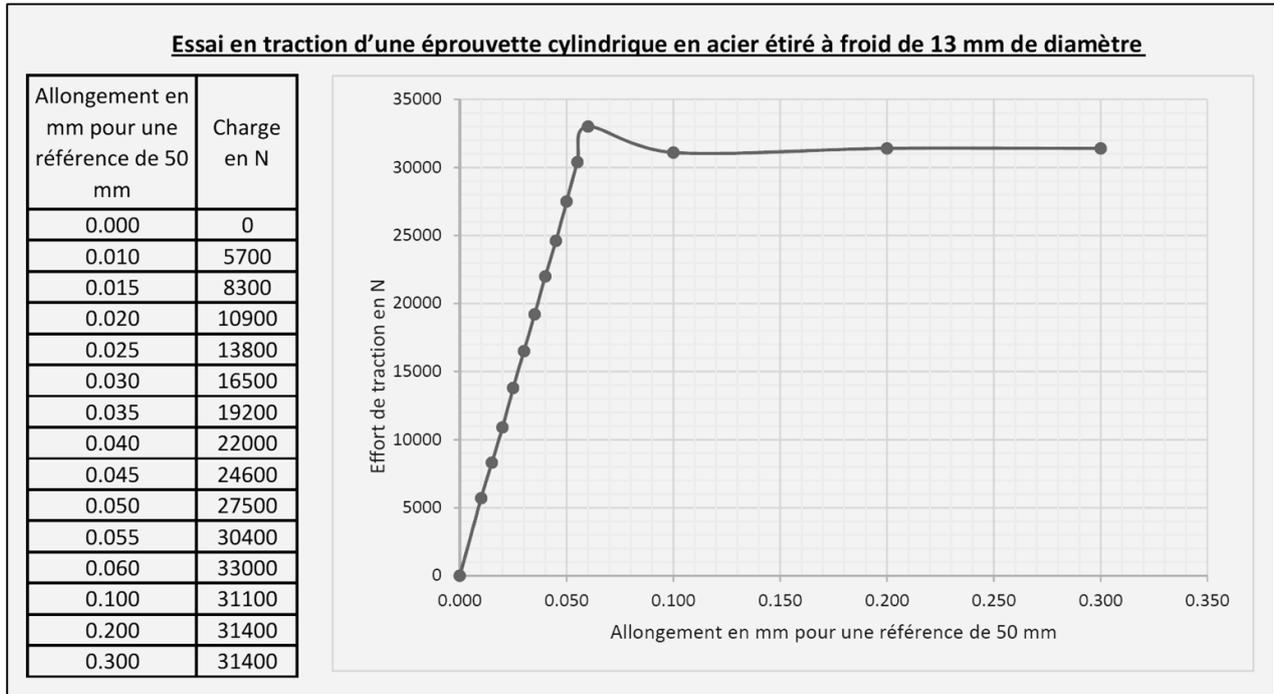
Exercice C4

Nom :

On réalise un essai de traction sur une éprouvette cylindrique en acier étiré à froid de 13 mm de diamètre. On reporte les résultats des mesures dans un graphique permettant de mettre en relation :

- l'effort de traction : F_t (N)
- l'allongement de la barre ΔL (mm).

L'allongement est mesuré grâce à un extensomètre à partir d'une longueur de référence de 50 mm en début d'essai.



QC41 Calculer la section de l'éprouvette en mm^2 :

QC42 Calculer la contrainte de traction dans l'éprouvette au point culminant du graphique en MPa :

QC43 Calculer la déformation ε (allongement relatif) de l'éprouvette au point culminant du graphique :

QC44 Calculer le module d'élasticité E (module de Young) du métal constituant l'éprouvette en MPa :

QC45 Suite au dernier point de mesure, on décharge progressivement la barre pour observer son comportement. On observera :

une descente verticale sur le graphe.

un palier horizontal.

un retour linéaire parallèle à la courbe de montée.

un retour linéaire jusqu'au point (0 ; 0).

Total page :

/ 5

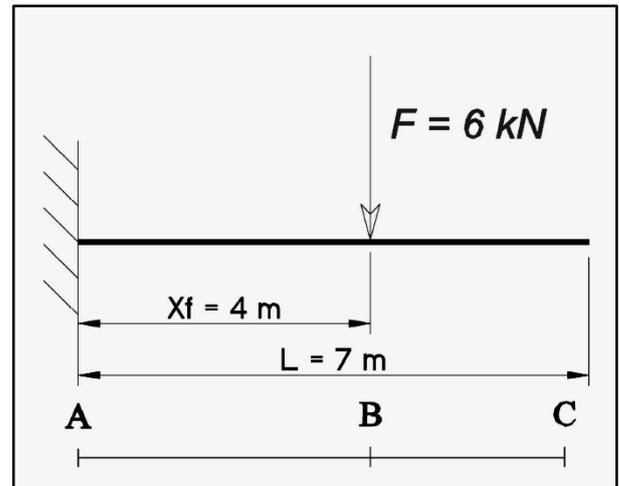
Exercice C5

On étudie une poutre console isostatique encastrée avec le chargement décrit sur la figure ci-contre.

Dans cet exercice le poids propre de la poutre est négligé.

On donne pour la poutre :

$$I_y = 4\,000\text{ cm}^4 \text{ et } E = 205\,000\text{ MPa}$$



Formulaire :

| Schéma | Réactions d'appui | Flèche maximale | Rotation |
|--------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | $R_A = F$ $M_A = FL$ | $f_B = -\frac{FL^3}{3EI}$ | $\omega_B = \frac{FL^2}{2EI}$ |

QC51 Calculer la flèche en B.

 mm

QC52 Calculer la flèche en C.

 mm

Barème spécifique : 2 points

Total page :

/ 3

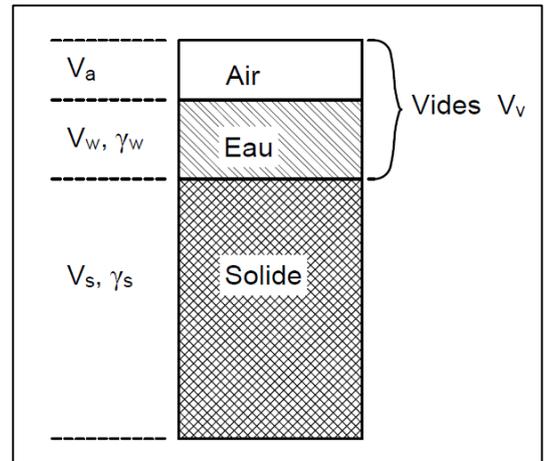
Partie D : Géotechnique

Nom :

Exercice D1 :

On prélève un échantillon de sol. Celui-ci peut être décrit classiquement en fonction des 3 phases qu'il contient : solide, liquide (eau) et gaz (air). On note les paramètres de la manière suivante :

| | Volume | Poids | Poids volumique |
|--------------|--------|-----------|-----------------|
| Air | V_a | W_a | γ_a |
| Eau | V_w | W_w | γ_w |
| Solide | V_s | W_s | γ_s |
| Total | V | W | γ |
| Total sec | | W_d | γ_d |
| Total saturé | | W_{sat} | γ_{sat} |



Dans son état naturel on mesure pour l'échantillon : $V = 3,052 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ et $W = 0,482 \text{ N}$

Après passage à l'étuve, on mesure pour l'échantillon : $W_d = 0,426 \text{ N}$

L'utilisation d'un pycnomètre donne le volume des grains solides du sol : $V_s = 1,608 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

QD11 Calculer le poids d'eau contenu à l'origine dans l'échantillon :

$W_w =$ N

QD12 Calculer le poids volumique des grains solides de l'échantillon :

$\gamma_s =$ kN/m³

QD13 La teneur en eau, notée w , étant définie comme le rapport du poids d'eau sur le poids des grains solides d'un échantillon, calculé sa valeur (en %) pour l'échantillon de départ :

$w =$ %

QD14 En supposant négligeable la variation de volume, calculer quel serait le poids volumique saturé du même échantillon :

$\gamma_{sat} =$ kN/m³

Exercice D2

Indiquer si chaque proposition inscrite dans le tableau est vraie ou fausse.

Répondre pour chaque ligne par V (pour vraie) ou F (pour fausse)

| | | Réponse |
|------|---|---------|
| QD21 | L'essai pressiométrique est basé sur la résistance à l'enfoncement d'une pointe dans le sol. | |
| QD22 | Les essais triaxiaux peuvent permettre d'obtenir la cohésion et l'angle de frottement interne d'un sol. | |
| QD23 | L'essai de valeur au bleu de méthylène d'un sol renseigne sur son argilosité. | |
| QD24 | Lorsqu'un sol, soumis à des contraintes, subit un tassement, sa capacité portante est dégradée. | |

Total page :

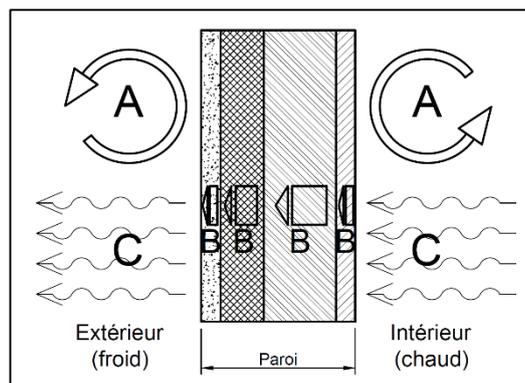
/ 8

Partie E : Thermique - Acoustique

Exercice E1 - Thermique

QE11 à QE13 Le transfert de chaleur à travers une paroi s'effectue de trois manières différentes illustrées sur la figure ci-dessous par les flèches notées A, B ou C. Indiquer le nom spécifique caractérisant ces flux thermiques.

| | <i>Terme spécifique décrivant le transfert</i> |
|---------------------------------|--|
| Transferts thermiques de type A | _____ |
| Transferts thermiques de type B | _____ |
| Transferts thermiques de type C | _____ |



QE14 Considérant une paroi formée d'un seul matériau, connaissant la conductivité thermique du matériau λ et l'épaisseur de la paroi e , on pourra calculer la contribution du matériau à la résistance thermique R de la paroi avec :

- $R = e + \lambda$
 $R = e \times \lambda$
 $R = e / \lambda$
 $R = \lambda / e$

Exercice E2 - Acoustique

QE21 Quand l'intensité acoustique (en W/m^2) d'un son est multipliée par 2 alors le niveau sonore (en dB) :

- diminue de 2.
 augmente de 2.
 est divisé par 2.
 est multiplié par 2.

QE22 La vitesse de propagation du son dans l'air est de l'ordre de :

- 340 m.s^{-1}
 $1\,220 \text{ m.s}^{-1}$
 $300\,000 \text{ m.s}^{-1}$
 $300\,000 \text{ km.s}^{-1}$

QE23 L'isolation acoustique des parois est souvent pensée par analogie physique avec :

- Un circuit RLC.
 Un système mécanique masse-ressort-masse.
 Un écoulement hydraulique à travers un corps poreux.

Total page :

/ 7