

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS GÉOMÈTRES ET TOPOGRAPHES

Concours d'entrée ATS-GC

Session 2021

Questionnaire de Génie Civil

Durée : 1h

Le sujet comporte 9 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	7	
Partie B : Hydraulique	3 & 4	9	
Partie C : Mécanique - RDM - Structures	5 à 7	14	
Partie D : Géotechnique	8	7	
Partie E : Thermique - Acoustique	9	4	
	Total	41	

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

Partie A : Matériaux

Exercice A1

On souhaite comparer les caractéristiques de 3 matériaux de construction couramment utilisés :

Acier (A) / Béton (B) / Lamellé-collé bois (L)

Classer pour chacune, les 3 matériaux dans l'ordre décroissant des valeurs les caractérisant.

Réponse pour chaque ligne du type : A | B | L

		Matériau ayant la valeur maximale	Matériau ayant la valeur intermédiaire	Matériau ayant la valeur minimale
<i>Caractéristique</i>				
<i>Exemple</i>	<i>Poids volumique du matériau</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>L</i>
QA11	Module d'élasticité longitudinal du matériau			
QA12	Limite d'élasticité à la traction axiale			
QA13	Conductivité thermique			

Exercice A2

QA21 Depuis sa mise en œuvre et durant toute sa vie dans l'ouvrage, le béton subit des déformations, au cours du temps, indépendantes de son comportement mécanique "classique" (élastique, plastique). Associer la définition convenable (A , B ou C) à chaque terme proposé :

A - Diminution du volume du béton lors de la prise car le volume d'eau consommé par la réaction chimique n'est que partiellement compensé par l'augmentation du volume de matière solide créée.

B - Diminution du volume du béton, sur un temps plus long, liée aux variations de température et d'hygrométrie internes et à l'évaporation de l'eau vers le milieu extérieur.

C - Déformation différée (évoluant continument) liée au chargement constant qui tend à modifier sur le long terme la structure microscopique du béton.

	<i>Terme</i>	<i>A, B ou C</i>
1	Fluage	
2	Contraction (Le Chatelier)	
3	Retrait	

Exercice A3

QA31 Indiquer si on associe les propositions suivantes avec les matériaux de chaussée à base de bitume (b) ou de ciment (c).

Barème spécifique : 0,5 point par bonne réponse. Pas de point négatif.

Propositions	Réponse (b ou c)
Liant hydraulique	
Emulsion	
Durcissement par réaction chimique d'hydratation	
Enduit superficiel	
Compactage	
Joint de fractionnement	

Total page :

/ 7

Exercice B1 - Hydrostatique

On étudie un pont canal.

Les dimensions intérieures utiles du pont-canal sont les suivantes :

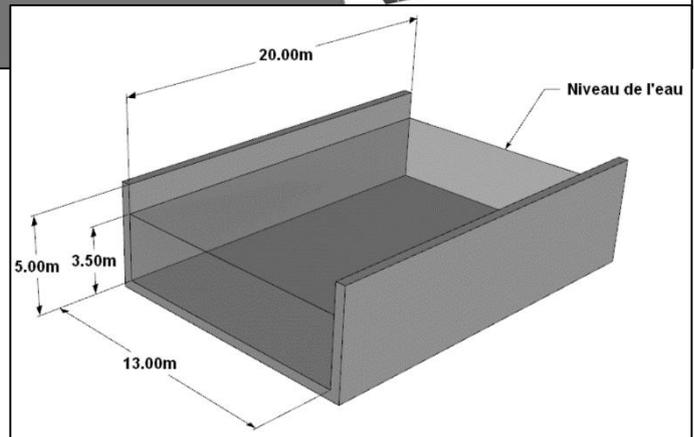
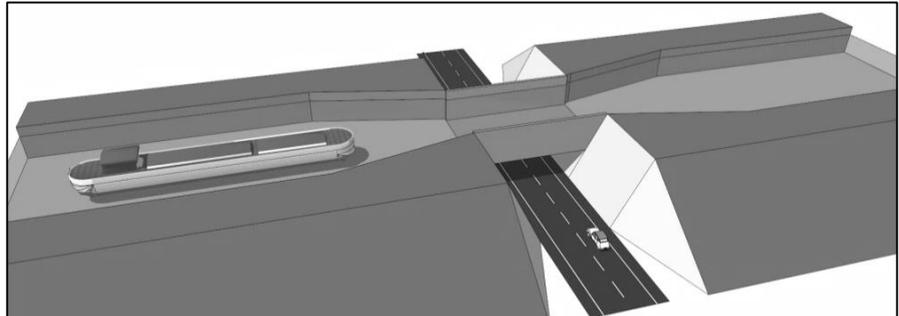
$$L = 20 \text{ m}, l = 13 \text{ m}, h_{\text{eau}} = 3,5 \text{ m}.$$

Masse volumique de l'eau :

$$\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

Accélération de la pesanteur :

$$g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$



QB11 Sur une coupe transversale d'une paroi latérale, la répartition des pressions hydrostatiques (effectives) à une forme :

- rectangulaire
- triangulaire
- trapézoïdale
- parabolique

QB12 La pression hydrostatique maximale atteinte sur l'ouvrage (paroi latérale et/ou tablier) vaut :

kPa

QB13 La force équivalente résultante sur toute la surface d'une paroi latérale liée à la poussée hydrostatique vaut :

kN

QB14 Une péniche s'engage sur le pont et s'immobilise. La pression totale exercée sur le tablier :

- diminue
- augmente
- reste la même

QB15 La péniche perd son chargement (sable) qui se répartit de façon homogène sur le tablier. La pression totale exercée sur le tablier, comparée à celle de la situation de la question QB14 :

- diminue
- augmente
- reste la même

Total page :

/ 5

Exercice B2 - Hydrodynamique

Un dispositif expérimental est constitué d'un bac (supposé infini) duquel s'écoule (gravitairement) de l'eau au travers d'une canalisation dont la section varie.

On étudie 2 cas théoriques :

1°) Cas d'un fluide parfait

2°) Cas d'un fluide réel

Différents tubes positionnés sur la canalisation permettent d'observer l'évolution des charges.

On peut écrire le théorème de Bernoulli entre différents points de la canalisation. Ici tous les termes sont 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

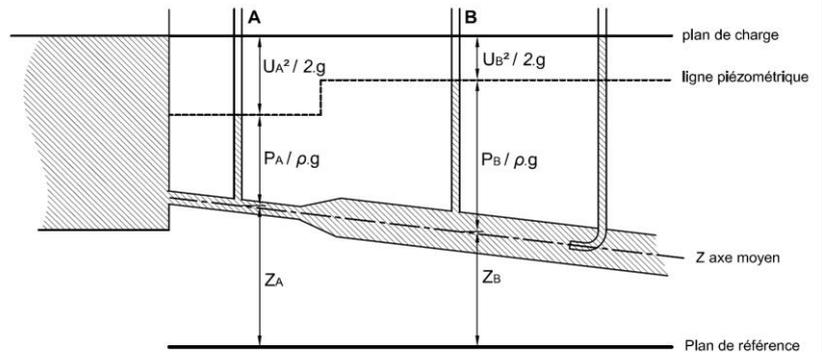
g : accélération de la pesanteur

U : vitesse de l'écoulement

ΔH : ... (terme non donné)

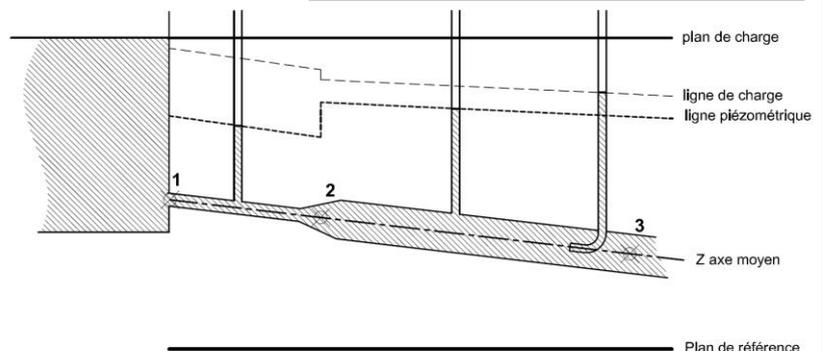
1 - Cas d'un fluide parfait

$$z_A + \frac{P_A}{\rho g} + \frac{U_A^2}{2g} = z_B + \frac{P_B}{\rho g} + \frac{U_B^2}{2g}$$



2 - Cas d'un fluide réel

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{U_1^2}{2g} = z_3 + \frac{P_3}{\rho g} + \frac{U_3^2}{2g} + \Delta H_{1-3}$$



QB21 Comment appelle-t-on le tube de mesure coudé positionné à droite ?

- pycnomètre
- piézomètre
- tube de Pitot
- tube de Venturi

QB22 Fluide parfait : Entre les points A et B le terme représentant l'énergie cinétique diminue. On peut l'expliquer par :

- les perturbations liées aux tubes de mesure positionnés en A et B.
- les frottements du fluide sur les parois.
- l'augmentation de la section.
- la pente de l'axe moyen.

QB23 Fluide réel : À quoi correspond l'écart entre le plan de charge et la ligne de charge ?

- aux pertes de charges totales.
- à la diminution progressive de la vitesse.
- à la diminution de l'énergie potentielle.
- à la pente de l'axe moyen

QB24 Fluide réel : La pente de la ligne de charge est plus faible de 2 à 3 que de 1 à 2 car elle est proportionnelle :

- aux pertes de charges totales.
- aux pertes de charges singulières.
- aux pertes de charges régulières.
- à la pente de l'axe moyen

Total page :

/ 4

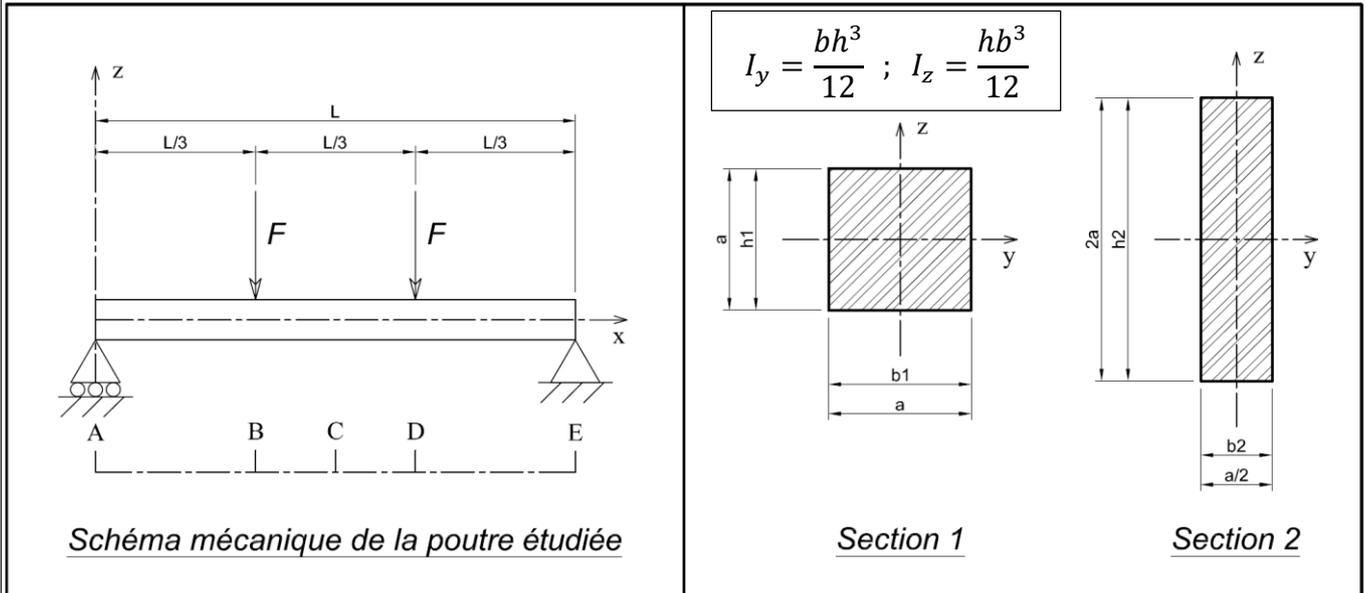
Partie C : Mécanique - RDM - Structures N° :

Exercice C1

On étudie une poutre isostatique sur 2 appuis avec le chargement décrit sur la figure ci-dessous.

On cherche à comparer l'utilisation de 2 sections distinctes en conservant la même quantité de matière (section 1 : carrée $a \times a$; section 2 : rectangulaire $(a/2) \times (2a)$).

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



Pour le cas de charge considéré, on donne les formules suivantes :

Moment en C : $M_C = \frac{FL}{3}$

Flèche au point C : $f_C = \frac{-23FL^3}{648EI_y}$

QC11 Quel est l'état de sollicitation de la poutre entre les points B et C ?

- flexion simple
- flexion composée
- flexion pure
- flexion déviée

QC12 Comparée à la flèche obtenue avec la section 1, dans le cas de d'utilisation de la section 2, la flèche en C est :

- égale.
- 2 fois plus grande. 2 fois plus petite.
- 4 fois plus grande. 4 fois plus petite.
- 8 fois plus grande. 8 fois plus petite.
- aucune des réponses précédentes.

QC13 Si on compare la contrainte normale maximale due à la flexion dans la section en C, on note $\sigma_{\max 1}$ celle obtenue avec la section 1, et $\sigma_{\max 2}$ celle obtenue avec la section 2 alors :

- $\sigma_{\max 2} = \sigma_{\max 1}$
- $\sigma_{\max 2} / \sigma_{\max 1} = 1/8$ $\sigma_{\max 2} / \sigma_{\max 1} = 8$
- $\sigma_{\max 2} / \sigma_{\max 1} = 1/4$ $\sigma_{\max 2} / \sigma_{\max 1} = 4$
- $\sigma_{\max 2} / \sigma_{\max 1} = 1/2$ $\sigma_{\max 2} / \sigma_{\max 1} = 2$
- aucune des réponses précédentes.

Total page :

/ 3

Exercice C2

On réalise un essai de traction sur une barre d'aluminium de 600 mm de longueur de section carrée (20 x 20 mm).

On reporte les résultats des mesures dans un graphique permettant de mettre en relation :

- l'effort de traction : F_t (kN)
- et la déformation relative de la barre (10^{-6}).

Le tracé d'une droite de régression donne l'équation :

$$y = 0,0279 \cdot x$$

avec un coefficient de détermination de 0,9981.

QC21 Estimer la valeur de la limite de plasticité de cet aluminium.

MPa

QC22 Calculer le module d'élasticité du matériau.

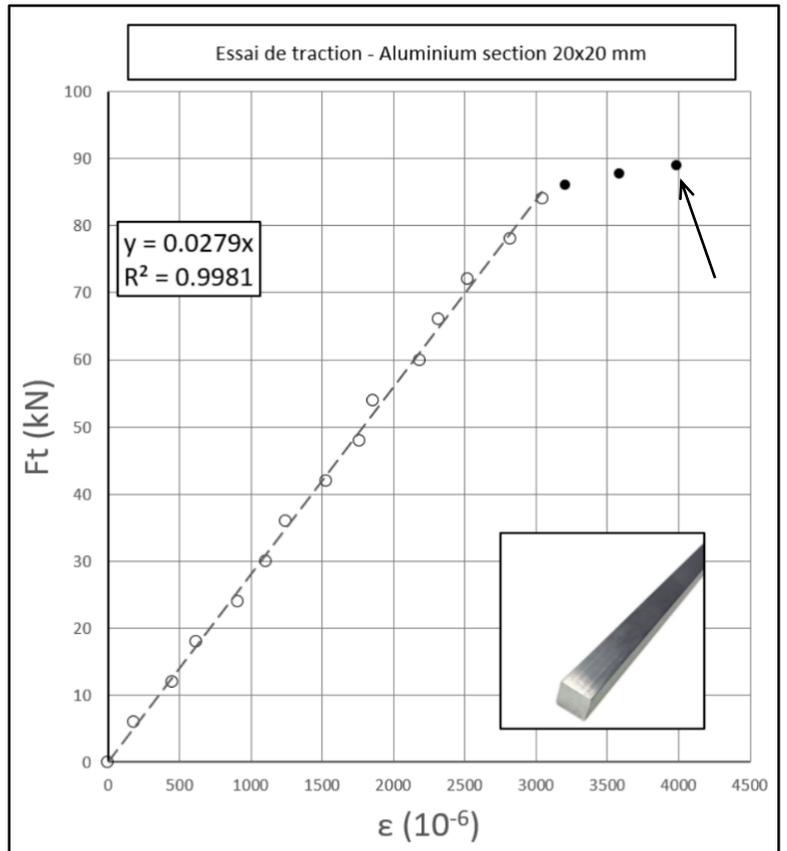
MPa

QC23 Ce module d'élasticité aurait pu également être déterminé sur le même échantillon en inversant l'effort et en observant la courbe équivalente en compression :

- vrai
- faux

QC24 Suite au dernier point de mesure (cf. flèche), on décharge progressivement la barre pour observer son comportement. On observera :

- une descente verticale sur le graphe
- un retour linéaire parallèle à la courbe de montée
- un palier horizontal
- un retour linéaire jusqu'au point (0 ; 0)



QC25 Suite à cet essai, quelle caractéristique de l'éprouvette a pu être sensiblement modifiée (+ de 1% de variation) ?

- sa masse volumique
- son module d'élasticité
- sa section
- sa limite d'élasticité

QC26 L'ensemble de la manipulation et ses conséquences peuvent être résumés par le terme :

- striction
- rotule plastique
- hystérésis
- frettage
- écouissage
- fluage

Total page :

/ 6

Exercice C3

N° :

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

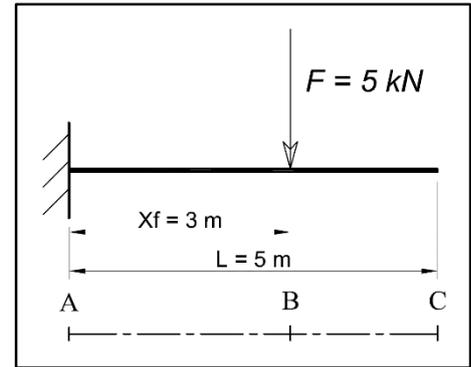
Dans cet exercice le poids propre de la poutre est négligé.

On donne pour la poutre :

$$I_y = 3\,900 \text{ cm}^4 \text{ et } E = 205\,000 \text{ MPa}$$

Formulaire :

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



QC31 Calculer la flèche en B.

 mm

QC32 Calculer la flèche en C.

Barème spécifique : 2 points

 mm

Exercice C4

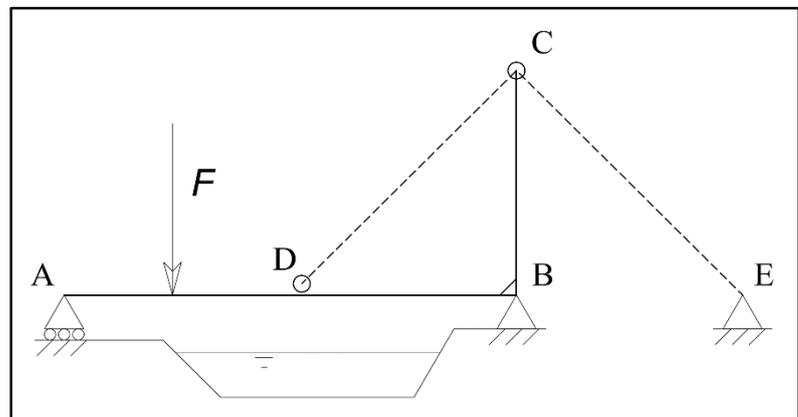
On étudie la structure plane ci-contre.

Les barres AB et BC sont continues et liées entre-elles par un nœud rigide.

Les cercles en C et D symbolisent des liaisons articulées.

QC41 Quel est le degré d'hyperstaticité de cette structure ?

- < 0 , hypostatique
- = 0 , isostatique
- = 1 , hyperstatique de degré 1
- = 2 , hyperstatique de degré 2
- = 3 , hyperstatique de degré 3
- = 4 , hyperstatique de degré 4



QC42 Quels que soient l'intensité et le signe (sens) de la force F, les barres CD et CE seront sollicitées en traction et peuvent donc être remplacées par un câble.

- vrai
- faux

Total page :

/ 5

Partie D : Géotechnique

Exercice D1 :

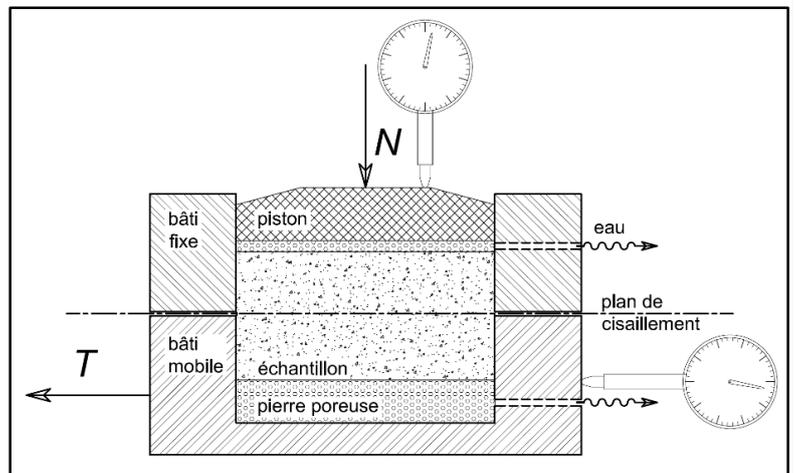
		Vrai	Faux
QD11	La porosité d'un sol est toujours supérieure à son indice des vides.		
QD12	La loi de Darcy permet le calcul des tassements d'un sol surchargé.		
QD13	L'essai pressiométrique est un essai in-situ.		
QD14	Dans le cas de fondations profondes, tenir compte du frottement latéral entre le sol et le pieu permet toujours d'accroître la charge limite du pieu.		

Exercice D2

On réalise en laboratoire un essai de cisaillement direct sur un échantillon de sol saturé en eau. Le dispositif est décrit par le schéma ci-contre.

On effectue donc les étapes suivantes :

- Dans une première phase (temps long) on applique sur la face supérieure un effort vertical constant.
- En maintenant l'effort vertical, on cisaille ensuite le long du plan de séparation des 2 demi-boîtes en leur imposant un déplacement relatif à vitesse faible et constante
- On mesure durant toute la durée de l'essai les efforts N et T ainsi que les déplacements verticaux et horizontaux.



Ces étapes sont répétées avec 3 échantillons d'un même sol pour 3 valeurs de N croissantes.

L'objectif de cet essai est d'obtenir deux caractéristiques du sol :
 - la cohésion
 - l'angle de frottement interne

QD21 Les paramètres obtenus dans ces conditions sont qualifiés par le terme :

- "absolu" " réel"
 "apparent" "effectif"

QD22 L'essai pratiqué doit être considéré :

- Non consolidé et non drainé (U-U)
 Consolidé et drainé (C-D)
 Non consolidé et drainé (U-D)
 Consolidé et non drainé (C-U)

QD23 La répétition de l'essai avec 3 valeurs de N imposées sera finalement exploitée pour obtenir les 2 paramètres recherchés en traçant dans le plan de Mohr :

- Un cercle de Mohr unique
 Un tri-cercle de Mohr
 Une droite
 Une parabole

Total page :

/ 7

Partie E : Thermique - Acoustique

Exercice E1 - Thermique

QE11 Pour comparer les qualités d'isolation thermique de divers matériaux, on utilise souvent la conductivité thermique lambda (λ). Elle est exprimée en :

- $K \cdot W^{-1} \cdot m^{-1}$ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ $K \cdot W^{-1} \cdot m^{-2}$

QE12 Plus cette valeur de lambda est élevée :

- Plus la paroi est isolée Plus le matériau est isolant
 Moins la paroi est isolée Moins le matériau est isolant

Exercice E2 - Acoustique

On analyse la documentation technique de plaques de sol Fermacell® de type 2E31 de 30 mm d'épaisseur (20mm de plâtre et cellulose et 10mm de fibres de bois).

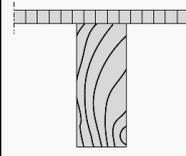
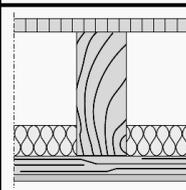
On souhaite évaluer les possibilités d'isolation acoustique d'un plancher constitué structurellement d'un solivage bois ($h=200\text{mm}$) et de panneaux d'OSB de 20mm (apparenté au "lambris" dans la documentation).

QE21 Les valeurs données dans le tableau sont exprimées en dB qui par définition correspondent à :

- une échelle exponentielle d'un rapport de puissances.
 une échelle linéaire d'un rapport de puissances.
 une échelle logarithmique d'un rapport de puissances.
 une échelle quadratique d'un rapport de puissances.

QE22 On déduit de la lecture du tableau que l'ajout des plaques de sol dans le cas n°1 :

- améliore l'isolation aux bruits aériens et aux bruits d'impacts.
 améliore l'isolation aux bruits aériens mais dégrade légèrement l'isolation aux bruits d'impacts.
 dégrade l'isolation aux bruits aériens mais améliore légèrement l'isolation aux bruits d'impacts.
 dégrade l'isolation aux bruits aériens et aux bruits d'impacts.

	Plancher Brut		2 E 31	
	$R'_{w,R}$ (dB)	$L_{n,w,R}$ (dB)	$R'_{w,R}$ (dB)	$L_{n,w,R}$ (dB)
<p>$R'_{w,R}$ = Isolation acoustique aux bruits aériens*</p> <p>$L_{n,w,R}$ = Isolation acoustique aux bruits d'impacts**</p> <p>!! Lire plutôt : *Indice d'affaiblissement **Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé</p>				
			Plaque de sol FERMACELL + 10 mm de fibres de bois	
 <p>20 mm de lambris 200 mm de solives</p> <p>Cas n°1</p>	26	88	41	82
 <p>20 mm de lambris 200 mm de solives 50 mm de laine minérale 30 mm lattage 10 mm FERMACELL</p> <p>Cas n°2</p>	43	79	46	73