

BTS BATIMENT

Session 2006

Epreuve U 5.2 – Laboratoire

Thème n°1

Sujet

Durée : 2 h 40 mn + 20 mn d'entretien avec le jury

Avertissement :

- **Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.**
- **Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.**
- **Les documents établis devront être exploitables.**

Thème n°1 - Granulats 1 ETUDE D'UN GRAVILLON

MISE EN SITUATION:

Vous êtes responsable de contrôler la qualité des granulats dans une centrale de fabrication de béton, agréée " Béton Contrôlé".

Une entreprise de gros-œuvre, travaillant sur un chantier de bâtiment, fait appel à votre entreprise pour lui livrer un béton de résistance mécanique supérieure à 35 MPa.

On vous demande de vérifier le marquage CE du gravillon fourni par la carrière et entrant dans la fabrication de ce béton. Ce gravillon est extrait du lit naturel d'une rivière et commercialisé par la carrière "GSB". (voir marquage CE page 4/6)

MATERIELS, MATERIAUX ET DOCUMENTS FOURNIS:

✓ **Normes:**

- EN 12620 : Granulats pour bétons
- NF P 18-554 ou EN 1097-6 : Mesure des masses volumiques et du coefficient d'absorption des gravillons
- NF P 18-560 ou EN 933-1 : Analyse granulométrique par tamisage
- NF P 18-561 ou EN 933-3: Mesure du coefficient d'aplatissement
- NF P 18-591: Propreté superficielle des granulats.

✓ **Matériaux:**

- Gravillon 4/16 sec : 6 kg.

✓ **Matériels:**

- pour détermination des masses volumiques,
- série de tamis et de grilles correspondantes
- balance.

TRAVAIL DEMANDE:

Extrait du CCTP du chantier :

" La qualité des granulats devra être soumise à l'acceptation du maître d'œuvre et du Bureau de Contrôle pour chaque catégorie d'ouvrage. Les granulats répondront à la norme EN 12620 " .

A la demande du Maître d'œuvre, vous devez vérifier les caractéristiques du gravillon indiqués sur le document de marquage, à l'aide des essais suivants :

- Analyse granulométrique,
- Mesure du coefficient d'aplatissement,
- Masse volumique apparente,
- Masse volumique absolue,
- Coefficient d'absorption,
- Propreté du gravillon.

1. Analyse granulométrique par tamisage :

- A l'aide du tableau de résultats fourni page 5/6, tracer la courbe granulométrique du gravillon sur le document page 6/6.
- En vous aidant de la norme EN 12620 (§ 4.3.2) et de vos résultats d'analyse granulométrique, vérifier la classe granulaire du gravillon et sa catégorie .

2. Coefficient d'aplatissement :

- Conformément à la norme EN 933-3 ou NF P 18-561, déterminer le coefficient d'aplatissement de l'échantillon de gravillon proposé.
- A l'aide de votre résultat et de la norme EN 12620 (§ 4.4), vérifier la catégorie concernant la forme de votre gravillon.

3. Masse Volumique Absolue :

- Effectuer un essai et justifier le choix de la méthode utilisée.
- Exprimer la valeur de la masse volumique absolue mesurée du gravillon.
- Calculer les incertitudes relatives et absolues du résultat obtenu.
- Comparer le résultat obtenu à la valeur désignée sur le document de marquage.

4. Coefficient d'absorption :

- Interpréter les résultats de l'essai suivant :
 - Masse de l'échantillon sec : $M_s = 3200$ g
 - Masse de l'échantillon imbibé : $M_a = 3360$ g
- Comparer le résultat obtenu à la valeur désignée sur le document de marquage.

5. Masse Volumique Apparente :

- Effectuer un essai et justifier le choix du matériel utilisé.
- Exprimer la valeur de la masse volumique apparente mesurée du gravillon.
- Comparer le résultat obtenu à la valeur désignée sur le document de marquage.

6. Propreté du gravillon :

- Interpréter les résultats de l'essai suivant :
 - Masse de l'échantillon humide $\textcircled{1}$: $M_{1h} = 1500$ g

- **Masse du second échantillon humide : $M_h = 1700$ g**
- **Masse sèche de l'échantillon ① après étuvage: $M_{1s} = 1457$ g**
- **Masse sèche du refus du second échantillon après tamisage sur le tamis de 0,5 mm et après étuvage : $m' = 1630$ g.**

→ **Comparer le résultat obtenu à la valeur désignée sur le document de marquage.**

7. Conclusion :

- **Le granulat est-il conforme à sa feuille de marquage ?**
- **Quelles seraient les conséquences sur le béton si ces caractéristiques n'étaient pas vérifiées ?**

EVALUATION :

- | | |
|-------------------------------|----------|
| ✓ Manipulation : | 6 points |
| ✓ Exploitation : | 8 points |
| ✓ Dialogue avec l'examineur : | 6 points |

TOTAL 20 points

Marquage CE

CE

**CARRIERE « GSB »
33000 BORDEAUX**

EN 12620
Granulats pour bétons hydrauliques

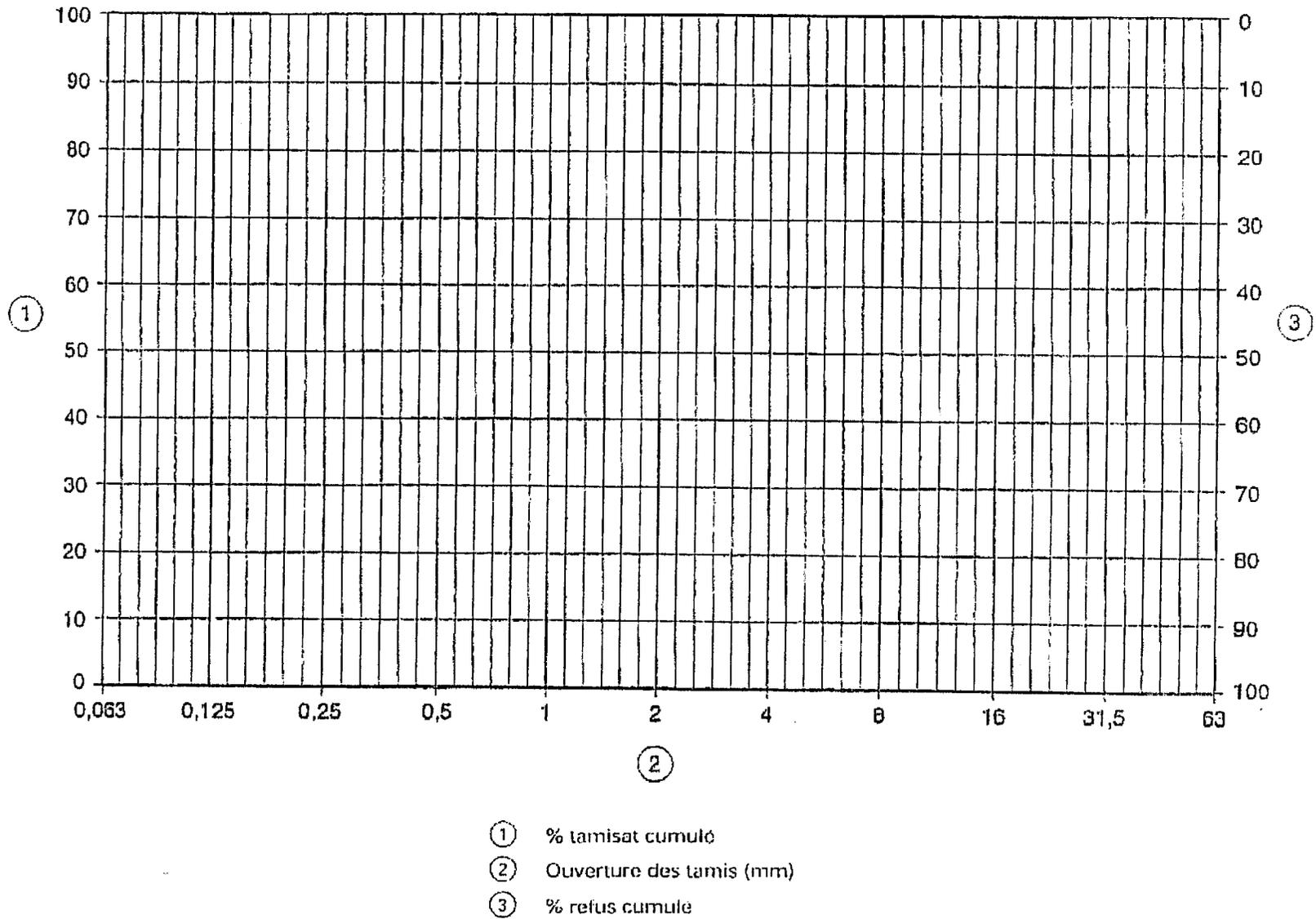
Granularité	Désignation	4/16
Catégorie	Désignation	G_C 90/15
Forme des grains	Catégorie	F_{15}
Teneur en fines	Catégorie	f_{NR}
Masse Volumique absolue	Valeur déclarée	2600 kg/m ³
Absorption d'eau	Valeur déclarée	5 %
Masse Volumique apparente	Valeur déclarée	1650 kg/m ³
Propreté	Valeur déclarée	1,3 %

GRANULARITE – TAMISAGE EN 933-1	LABORATOIRE MATERIAUX BTS Bâtiment
Identification de l'échantillon : Thème n°1	Date : Opérateur :
Procédé utilisé : tamisage par voie sèche	
Masse de l'échantillon après lavage et séchage : $M_2 = M_1 = 3000$ g	

Ouverture des tamis (mm)	Masse de refus partiels (Ri) (g)	Masse de refus cumulés (Ri) (g)	Pourcentage de refus cumulés $(Ri / M_1) * 100$ (%)	Pourcentages cumulés de tamisât $100 - [(Ri/M_1) * 100]$ (%)
20	0			
16	30			
14	270			
12,5	300			
10	450			
8	690			
6,3	630			
4	570			
2	10			
1	20			
0,063	10			
	$\Sigma Ri =$			
fond P =	1			
$\Sigma Ri + P =$				
$[M_2 - (\Sigma Ri + P)] / M_2 * 100 =$			< 1 %	Observations :

Pourcentage de tamisât de fines f sur la tamis de 63µm = $P / M_1 * 100 =$

Présentation graphique des résultats



BTS BATIMENT

SESSION 2006

EPREUVE U 5.2 - LABORATOIRE

Thème n° 2

SUJET

durée : 2 h 40 mn + 20 mn de dialogue avec le jury

Avertissement :

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

ANALYSE de GRANULATS

INTRODUCTION

Vous venez d'ouvrir une nouvelle exploitation de matériaux rocheux, et vous voulez connaître les différents produits que vous pourrez commercialiser. Vos clients seront principalement des fabricants de bétons.

Vous disposez des premiers échantillons prélevés sur stock : matériaux S1, S2 et G1.

Votre travail comportera 2 parties :

- l'étude des sables S1 et S2;
- l'étude du gravillon G1;

DOCUMENTS A CONSULTER

Les normes relatives aux essais à effectuer ou à exploiter :

- NF P 18-540 (Oct 97) « Granulats: définitions, conformité, spécifications » ou EN 12620 « Granulats pour béton » et NF P 18-545
- NF P 18-560 « Analyse granulométrique par tamisage » ou EN 933-1 « Caractéristiques géométriques des granulats – partie 1: analyse granulométrique par tamisage »
- NF P 18-598 « Essai d'équivalent de sable » ou EN 933-8 « Caractéristiques géométriques des granulats – partie 8: équivalent de sable »

MATERIAUX - MATERIELS - DOCUMENTS A UTILISER

- Matériaux S1, S2 et G1 secs
- Série de tamis pour analyse granulométrique
- Balance de précision suffisante
- Courbe granulaire du matériau S1
- Feuille d'analyse granulométrique

TRAVAIL DEMANDE

1 - ETUDE DES SABLES

1.1 – Effectuez l'essai d'équivalent de sable sur le matériau S1. Commentez ce résultat.

1.2 – Calculez le module de finesse du sable S1. Commentez le résultat.

1.3 – Effectuez l'analyse granulométrique du sable S2, tracez la courbe. Calculez son module de finesse.

1.4 - Afin d'obtenir un sable correct pour la fabrication de béton, vous avez choisi de mélanger S1 avec S2 dans des proportions permettant d'obtenir un module de finesse optimal de 2,5 (2,8 si norme EN 933-1). Ce nouveau matériau sera appelé S.

A partir des courbes données, déterminer les proportions des matériaux S1 et S2 pour que le module de finesse du mélange soit optimal. Vous pouvez utiliser les formules d'Abrams ci-dessous:

$$x = \frac{Mf - Mf2}{Mf1 - Mf2} \qquad y = \frac{Mf1 - Mf}{Mf1 - Mf2}$$

- avec :
- Mf module de finesse du mélange S;
 - Mf1 module de finesse du sable 1;
 - Mf2 module de finesse du sable 2;
 - X le pourcentage de sable 1 dans le mélange;
 - Y le pourcentage de sable 2 dans le mélange.

1.5 - Tracez la courbe granulaire théorique du mélange sur la feuille d'analyse granulométrique.

1.6 - Quelle est la désignation commerciale de ce nouveau sable ?

1.7 - Nommez les autres essais à réaliser pour classer les sables selon la norme P 18-540 (ou EN 12620).

2 – ETUDE DU GRAVILLON

2.1 - Effectuez l'analyse granulométrique du matériau G.

2.2 - Tracez la courbe granulométrique.

2.3 - Quelle est sa désignation commerciale ?

BAREME

Manipulations:	8 points
Exploitation des résultats:	6 points
Entretien avec le jury:	6 points

B.T.S. BATIMENT

Session 2006

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème 4

Durée : 2h40 + 20 min
d'entretien avec le jury

Avertissement :

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Le candidat demandera tous les documents nécessaires à la réalisation de sa manipulation et à son interprétation à l'examineur.
- Les documents établis devront être exploitables.

CIMENT

Objectif de l'étude :

Vous travaillez dans une cimenterie et on vous demande de vérifier la classe vraie du ciment produit quotidiennement

Les ciments que vous fabriquez seront utilisés additionné de fines pour la confection de béton. On vous demande de réaliser les essais qui vous permettront de déterminer l'impact de l'utilisation d'une fine calcaire dans le but d'établir une prescription.

Documents fournis aux candidats par le centre d'examen :

Normes :

- NF P 15-301 : Liants hydrauliques et ciments courants :
« Composition, spécification et critères de conformité »
- NF EN 196-1 : Méthodes d'essai des ciments :
« détermination des résistances mécaniques »
- MF P 18-508 : Additions pour béton hydraulique.
« Additions calcaires – Spécifications et critères de conformité.

Matériaux et matériels à utiliser

- Ciment CEM I 52.5 N.
- Sable Normal
- 3 éprouvettes de mortier normal 4 x 4 x 16, réalisées avec le ciment CEM I 52.5 N, âgées de 28 jours

Matériels

- Matériel spécifique aux essais à réaliser
- Matériel courant de laboratoire

Travail demandé :

A partir des matériaux et des normes d'essai que l'on vous donne :

1) pour le mortier normal

- Réalisez une série d'éprouvettes permettant de mesurer la classe vraie du ciment utilisé.
- A partir des éprouvettes de mortier âgées de 28 jours données, déterminez la classe vraie du ciment suivant le calcul donné dans la norme NF EN 196-1 chapitre 10

2) Pour le mortier ciment plus fines calcaires

- Donner le mode opératoire permettant de réaliser une série d'éprouvettes en vue de mesurer l'activité des fines utilisées.
- On vous donne les résultats des essais en compression sur des éprouvettes réalisées avec un mélange de ciment CEM I 52.5 N et des fines calcaires conformément à la norme NF P 18-508 :

Eprouvette	Résultat essai de compression	
	Première demi-éprouvettes (MPa)	Deuxième demi-éprouvettes (MPa)
1	54.94	50.84
2	51.66	49.20
3	52.48	59.04

- A partir des résultats ci-dessus et de ceux obtenus lors de l'essai sur mortier normal à la question 1, calculez l'indice d'activité des fines calcaires utilisées. Cette valeur est-elle conforme aux spécifications de la norme ?
- Dans quel but détermine-t-on l'indice d'activité des fines ?

Barème :

Manipulation / 7
Préparation, exploitation / 7
Entretien / 6

BTS BATIMENT

Session 2006

Epreuve U 5.2 – Laboratoire

Thème n°5

Sujet

Durée : 2 h 40 mn + 20 mn d'entretien avec le jury

Avertissement :

- **Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.**
- **Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.**
- **Les documents établis devront être exploitables.**

Thème n°5 - Béton 1

ETUDE D'UN BETON

MISE EN SITUATION:

Vous êtes responsable de la fabrication du béton, dans une centrale à béton, agréée " Béton Contrôlé ".
Une entreprise de Gros Oeuvre fait appel à vos services pour la fabrication du béton.

Extrait du CCTP du chantier :

" 2.11 Composition des bétons :

L'entreprise se fera livrer le béton par une centrale de fabrication, agréée " Béton Contrôlé ".

Le béton employé devra avoir les caractéristiques suivantes :

CEM II/A 32,5 N - P - B 25 – 0/D - E: 2a – BA selon NF P 18-325

ou

C 25/30 - XC3 (F) – D_{max} – S2 - CEM II/A 32,5 N selon EN 206-1

(D_{max} sera donné sur la courbe granulométrique du centre d'examen)

Les granulats utilisés seront les granulats disponibles dans la centrale. Leur qualité et leur granulométrie seront soumises à l'acceptation du Maître d'œuvre et du Bureau de contrôle. Ils répondront à la norme EN 12620.

Les proportions exactes de sable, gravillon, eau et ciment seront déterminées en fonction de la granulométrie des matériaux. Cette détermination devra faire l'objet d'une étude spéciale aux frais de l'entreprise.

Il sera exigé un béton témoin avant le début des travaux, afin d'effectuer des essais de compression sur des éprouvettes cylindriques normalisées 16x32. "

MATERIELS, MATERIAUX ET DOCUMENTS FOURNIS:

✓ **Normes:**

- NF P 18-325 ou EN 206
- NF P 18-404: Essais d'étude, de convenance et de contrôle.
Confection et conservation des éprouvettes.
- NF P 18-422: Mise en place du béton par aiguille vibrante.
- NF P 18-423: Mise en place du béton par piquage.
- NF P 18-451: Essai d'affaissement.

✓ **Documents:**

- Méthode de formulation de "Baron - Ollivier" (pages 3/5 à 5/5),
- Courbes granulométriques des granulats (fournies par le centre d'examen).

✓ **Matériels :**

- pour fabrication et contrôle du béton:
- Malaxeur, Balance, Cône d'Abrams, pelle...
- 3 moules 16 x 32.

✓ **Matériaux:**

Granulats	Classe granulaire	Masse volumique absolue (kg/dm ³)	Quantité
Sable sec	0/D	Ces masses volumiques seront données sur les courbes granulométriques	à déterminer
Gravillon sec	d/D		à déterminer

Ciment	Classe Vraie	Quantité	Masse volumique absolue
CEM II/A N 32.5	44 MPa	à déterminer	3,07 kg/dm ³

TRAVAIL DEMANDE:

- ✓ A partir de la méthode de formulation "Baron-Ollivier", déterminer pour 1 m³ de béton frais, la composition massique des constituants.
- ✓ Confectionner 25 litres de béton témoin avec des granulats secs.
- ✓ Contrôler la consistance du béton frais (affaissement).
- ✓ Réaliser 1 éprouvette 16x32
- ✓ Déterminer la masse volumique du béton frais.
- ✓ Conclure sur les caractéristiques de votre béton.

EVALUATION :

- ✓ Manipulation : 8 points
- ✓ Exploitation : 6 points
- ✓ Dialogue avec l'examineur : 6 points

TOTAL 20 points

METHODE "BARON - OLLIVIER"

1- Vérification de D, dimension maximale des granulats:

• La dimension maximale D correspond au D de l'appellation commerciale d/D du plus gros granulats utilisé (NF XP 18-540). Sa valeur est telle que:

- Passant à 1,58D $\geq 99\%$ (cas général: D < 50mm)
- Passant à D $\geq 85\%$ et $\leq 99\%$ (jusqu'à 80% si D $\leq 1,6d$)

2- Détermination de la résistance visée $f_{C_{moy}}$ ("cible"):

- Elle est en fonction de la résistance caractéristique f_{C_k} à 28 jours (cas général)
- Pour les études préliminaires, on peut utiliser les règles approchées suivantes:
 - Si l'on ne dispose pas d'information sur la qualité de la fabrication:
 - $f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 5 \text{ MPa}$ si $f_{C_k} \leq 25 \text{ MPa}$
 - $f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 6 \text{ MPa}$ si $f_{C_k} > 25 \text{ MPa}$
 - Si le matériel de fabrication est régulé:
 - $f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 3 \text{ MPa}$ si $f_{C_k} \leq 25 \text{ MPa}$
 - $f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 4 \text{ MPa}$ si $f_{C_k} > 25 \text{ MPa}$

3- Dosage en eau et teneur en air:

Consistance	Affaissement au cône (cm)	Dosage en eau (E) (litres/m ³)	Teneur en air (a) (litres/m ³)
Ferme (F) ou S1	0 - 4	160	25
Plastique (P) ou S2	5 - 9	190	20
Très Plastique (TP) ou S3	10 - 15	210	15

Si D est différent de 20 mm, il faut corriger les valeurs de E et de a par le coefficient multiplicateur donné dans le tableau ci-dessous:

D (mm)	4	8	16	20	25	40	80
Coefficient	1,35	1,18	1,05	1,00	0,95	0,87	0,78

Si l'on emploie des granulats concassés, les valeurs du tableau ci-dessus sont à majorer de 10 à 15 %.

4- Détermination du dosage en ciment à partir de la formule de Bolomey:

$$f_{C_{moy}} = k_b \cdot f_{mc28} \left(\frac{C}{E + a} - 0,50 \right)$$

- Valeur estimée de k_b :

Nature pétrographique des granulats	D (mm)		
	10 à 16	20 à 25	30 à 40
Siliceux, légèrement altérés	0,45	0,50	0,55
Siliceux, roulés	0,50	0,55	0,60
Calcaires, durs	0,55	0,60	0,65

- Valeur estimée de f_{mc28} :

Classe du ciment	f_{mc28} (MPa)
32,5	45
42,5	55
52,5	65

5- Détermination du dosage optimal en fines:

- Volume absolu de fines dans le béton, en litres/m³ pour différentes valeurs de D:

D (mm)	8	16	20	25	40	80
Volume optimal	145	125	120	115	105	90
Valeur plancher pour éviter les risques de ségrégation	125	110	105	100	90	75
Valeur plafond pour beau parement	165	140	135	130	120	105

- Détermination du volume de fines:

avec : C: dosage en ciment (kg/m³)

$$V = C/\rho_c + S/\rho_s$$

ρ_c : masse volumique absolue du ciment

S: dosage en fines minérales (kg/m³)

ρ_s : masse volumique absolue des fines minérales

A défaut des valeurs connues, on pourra utiliser:

CEM I: $\rho_c = 3150 \text{ kg/m}^3$

CEM II: $\rho_c = 3070 \text{ kg/m}^3$

Fines sableuses: $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$

6- Courbe granulaire de référence:

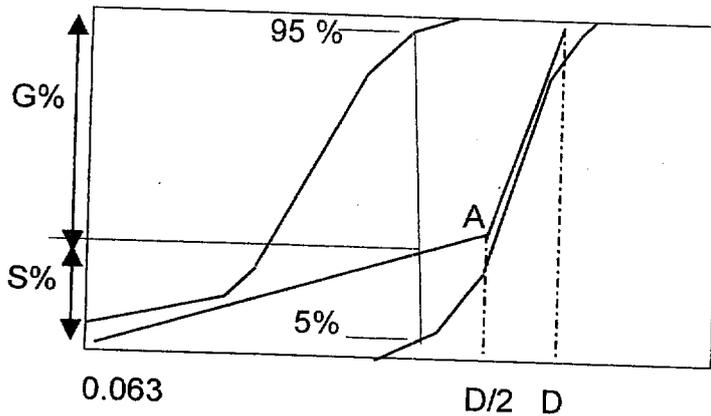
Point	Abscisse X (tamis)	Ordonnée Y (% tamisât)
O	0,063	0
A	D/2	50 - \sqrt{D} + termes correctifs
B	D	100%

Termes correctifs de Y_A :

- Majoration de 3% pour les granulats concassés,
- Majoration de 5% pour les béton armé où le ferrailage est $\leq 80 \text{ kg/m}^3$
- Majoration de 10% pour les béton armé où le ferrailage est $> 80 \text{ kg/m}^3$ ou les bétons destinés à être pompés.

7- Dosage de granulats:

- Proportions de sable et de gravillon:



- Volume absolu des granulats:

$$V_{\text{granulats}} = 1000 - (V_{\text{ciment}} + V_{\text{eau}} + V_{\text{air}})$$

$$\Rightarrow V_{\text{absolu Sable}} = V_{\text{granulats}} \times S\% \text{ et } V_{\text{absolu Gravillon}} = V_{\text{granulats}} \times G\%$$

- Masse de chaque granulat :

A calculer à partir de leur masse volumique absolue.

BTS BATIMENT

SESSION 2006

EPREUVE U 5.2 - LABORATOIRE

Thème n° 6

SUJET

durée : 2 h 40 mn + 20 mn de dialogue avec le jury

Avertissement :

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

BETON PRET A L'EMPLOI

INTRODUCTION

Il s'agit de s'intéresser à divers aspects pratiques concernant le Béton Prêt à l'Emploi (B.P.E.): préparation d'une commande de B.P.E., réalisation d'une gâchée d'étude, contrôle de résistance.
Le BPE est régi par la norme NF P 18-305 (norme NF EN 206-1 depuis le 1/1/2005).

L'étude proposée se décompose en **trois parties indépendantes**.

DOCUMENTS A CONSULTER

Les normes relatives aux essais à effectuer ou à exploiter:

- NF P 18-305 « Bétons prêts à l'emploi préparés en usine » **ou** NF EN 206-1 « BETON partie 1: spécifications, performances, production et conformité
- NF P 18-422 « Mise en place par aiguille vibrante » et NF P 18-423 « Mise en place par piquage » **ou** NF EN 12390-2 « confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance »
- NF P 18-451 « Essai d'affaissement » **ou** NF EN 12350-2 « Essai d'affaissement »

TRAVAIL DEMANDÉ

0. PRELIMINAIRES

Une entreprise est titulaire du lot Gros-Oeuvre d'un ensemble de 3 bâtiments R+3 sans niveau de sous-sol, situé dans le canton de Périgueux (département de la Dordogne, n° 24) et viens vous demander de formuler ses bétons prêts à l'emploi, et plus particulièrement un Béton à Caractères Normalisés (norme P 18-305) ou Béton à Propriétés Spécifiées (norme EN 206).

Descriptif sommaire des éléments de structure: fondations sur pieux, dallage, porteurs verticaux constitués de voiles Béton Armé d'épaisseur 16 à 18 cm, planchers dalle pleine à prédalles d'épaisseur 19 cm.

Cube béton de structure: environ 1200 m³. Dimension du plus gros grain des granulats: 20 mm.

Le Cahier des Clauses Techniques Particulières précise que les bétons pour béton armé doivent avoir une résistance caractéristique d'au moins 25 MPa.

La réalisation du Gros-Oeuvre est prévue de mars à juin; mise en œuvre des bétons "classique", à l'aiguille vibrante.

1. CONTROLE QUALITE INTERNE

En tant que responsable qualité de la centrale à béton, vous êtes tenu de prendre en permanence toutes les mesures nécessaires à la confection de bétons conformes à la norme. Vous allez donc vérifier un certain nombre de caractéristiques concernant le béton des voiles intérieurs.

1.1 A partir de la désignation du BPE donnée en annexe 1, expliquez les différents termes, en précisant la nature et les caractéristiques des composants (voir annexe 1, ligne "FORMULE").

1.2 Réalisez au malaxeur de laboratoire un échantillon de ce béton en vue de réaliser 3 éprouvettes de 16*32, sachant que:

- les divers matériaux sont à votre disposition en quantité suffisante;
- vous déterminerez au préalable la teneur en eau des granulats utilisés pour la gâchée;

Vérifiez la consistance.

1.3 Les spécifications liées à l'environnement et au type de béton (NF P 18-305 paragraphe 8.5, tableau 5 ou EN 206 annexe F tableau NA.F1) sont-elles respectées ?

2. CONTROLE DE LA RESISTANCE

Comme prévu dans le cadre du Plan Assurance Qualité, vous décidez d'effectuer un contrôle de résistance sur une livraison de béton destiné aux planchers. Sa résistance caractéristique est 25 MPa.

Le nombre d'essais est fixé à 6: pour un contrôle, on prélève sur une charge la quantité de béton nécessaire à la réalisation de 3 éprouvettes 16*32.

Les résultats obtenus sont les suivants (MPa) :

numéro de charge/ d'essai	éprouvette 1	éprouvette 2	éprouvette 3	moyennes
1	26.4	27.3	27.6	$f_{c1} =$
2	27.8	28.6	27.0	$f_{c2} =$
3	28.6	28.1	29.3	$f_{c3} =$
4	24.8	25.1	25.6	$f_{c4} =$
5	25.4	23.9	24.6	$f_{c5} =$
6	29.5	29.1	28.7	$f_{c6} =$

Travail demandé

En appliquant les instructions de la norme NF P 18-305 paragraphe 7.3 "Résistance à la compression" et de l'annexe A (ou EN 206-1 paragraphe 8.2.1.3), vérifiez si la résistance de 25 MPa est bien garantie.

3. COMMANDE DE B.P.E.

3.1 Qu'appelle-t-on 'Liant équivalent » ?

3.2 Indiquez le dosage minimal en ciment, le dosage maximal en additions calcaires, ainsi que le dosage maximal en eau efficace fixés par la norme, pour le béton des éléments de structure intérieurs.

BAREME

Manipulations: 8 points
Exploitation des résultats: 6 points
Entretien avec le jury: 6 points

ANNEXE 1

composition du B.P.E. - contrôle des pesées

Centrale : CENTRALE DE XXXXXX Journée du : 04 /09 /00 pesées du bon : 19703
 Formule : **BCN NF P 18-305: B25 - CEM I 52,5 + L - E : 1-BA - 0/20 - TP**

temps de malaxage : 55

ou **BPS NF EN 206-1: C25/30 - X0 - Dmax 20 - S3 - CI 0,40**

COMPOSANTS QUALITE FORMULE	GRANULATS		LIANTS		EAU	ADJUVANT	Hygrométrie		Eau apport
	sable	gravillon	52,5	L			sable sec	grav. sec	
	810	1030	245	70	175	0,90			

Heure	volume	kg	kg	kg	kg	kg	kg	litre	%	%	%	kg
13h45	1.00	835		1050	244	68	123,5	0,90	5,0		2,0	61
13h47	1.00	835		1050	244	70	124	0,89	5,0		2,0	61
13h50	1.00	835		1045	244	69	123,5	0,90	5,0		2,0	61
13h52	1.00	830		1045	244	68	123,5	0,90	5,0		2,0	61
13h54	1.00	835		1050	244	67	123,5	0,89	5,0		2,0	61
13h58	0,50	440		515	120	42	61	0,45	5,0		2,0	30

Cumul	5,5	4610		5755	1340	384	679	4,93				
Théorique		4678		5778	1347	385	684,8	4,94				335
écart en %		-1,45		-0,40	-0,52	-0,26	-0,85	-0,20				

Moyenne au m ³	838		1046	244	70	123,5	0,90					
---------------------------	-----	--	------	-----	----	-------	------	--	--	--	--	--

Notes concernant l'annexe 1 :

- 1 - **Liant**: il est constitué d'un mélange de CEM I 52,5 et d'additions calcaires notées L.
- 2 - **Adjuvant**: plastifiant réducteur d'eau.
- 3 - **Eau d'apport**: c'est l'eau apportée par les granulats (teneur en eau dans la colonne «hygrométrie»).

BTS BATIMENT

SESSION 2006

EPREUVE U 5.2 - LABORATOIRE

Thème n° 7

SUJET

durée : 2 h 40 mn + 20 mn de dialogue avec le jury

Avertissement :

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

BETON AVEC AIR ENTRAINE

INTRODUCTION

Il s'agit de mettre au point un béton ferme pour mouler en continu les caniveaux et les glissières de sécurité d'une rocade (béton dit filé). Ce type d'ouvrage est soumis aux sels de déverglaçage.

Une première recherche vous a conduit aux hypothèses et au dosage ci-dessous:

Ciment:	CEM1 52,5	365 kg/m ³
Eau efficace:		170 l/m ³
Entraîneur d'air:		pour obtenir 5 % d'air occlus
Sable sec ($d_{abs} = 2,68$):		783 kg/m ³
gravier sec ($d_{abs} = 2,67$):		993 kg/m ³
Affaissement:		3 cm
Fc28:		32 Mpa
D max:		20 mm

DOCUMENTS A CONSULTER

Les normes relatives aux essais à effectuer ou à exploiter:

- NF P 18-305 « Bétons prêts à l'emploi préparés en usine » **ou** NF EN 206-1 « BETON partie 1: spécifications, performances, production et conformité
- NF P 18-451 « Essai d'affaissement » **ou** NF EN 12350-2 « Essai d'affaissement »
- NF P 18-353 « Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – mesure du pourcentage d'air occlus dans un béton frais à l'aide de l'aéromètre à béton » **ou** NF EN 12350-7 « teneur en air – méthode de la compressibilité »

TRAVAIL DEMANDÉ

1. ESSAI D'ETUDE

- 1.1 Déterminez la classe d'environnement du béton étudié.
- 1.2 En déduire le pourcentage d'air entraîné minimum préconisé par la norme (NF P 18-305 paragraphe 8.5, tableau 5 **ou** EN 206 annexe F tableau NA.F1).
- 1.3 Adjuvant entraîneur d'air: donnez sa plage de dosage ou son intervalle d'utilisation préconisé par le fabriquant.
- 1.4 Quelle est la quantité d'adjuvant (en % de la masse de ciment) qui permet de respecter la teneur en air minimale demandée par la norme?
- 1.5 Préparez une gâchée de 30 l de ce béton.
- 1.6 Mesurez son affaissement.
- 1.7 Mesurez sa teneur en air.
- 1.8 Conclusion: ce dosage est-il correct?

2. DURABILITE AU GEL/DEGEL

2.1 A quoi sert un adjuvant entraîneur d'air ?

2.2 Quand l'utilise-t-on ?

2.3 Quels sont ses effets sur le béton (résistance à la compression, affaissement, ...) ?

BAREME

Manipulations: 8 points
Exploitation des résultats: 6 points
Entretien avec le jury: 6 points

BTS BATIMENT

Session 2006

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème 8

Sujet

Durée : 2h40 + 20 min d'entretien avec le jury

Avertissement:

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

ANALYSE DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION DE DIFFERENTS BETONS

Vous êtes chargés d'analyser plusieurs bétons, d'en donner les différentes caractéristiques mécaniques et de contrôler la résistance à la compression d'un C25.

Introduction :

Les principales qualités recherchées pour un béton, à part son prix de revient et les formes architectoniques qu'il peut offrir, sont les suivantes :

- Une bonne durabilité ;
- Protéger les armatures contre la corrosion et parfaitement adhérer à ces dernières ;
- L'imperméabilité ;
- Une bonne résistance mécanique ;
- Des faibles déformations volumiques (retrait, fluage)

La résistance mécanique peut être appréciée par différentes méthodes :

- Essais non destructifs sur béton durci :
 - Scléromètre
 - Auscultation sonique
- Essais destructifs sur béton durci :
 - Essai de compression (loi de comportement)
 - Essai de traction par fendage

Matériels et matériaux :

- * 3 éprouvettes 16 x 32, C25.
- * Un scléromètre
- * Presse hydraulique
- * Papier millimétré

Documents fournis :

- NF P 18 – 417 (EN 12504-2) : Bétons - Mesure de la dureté de surface au scléromètre
- NF P 18 – 406 (EN 12390-3) : Bétons - Essai de compression
- NF P 18 - 305 (EN 206-1): Béton prêt à l'emploi.
- NF P 18 – 408 (EN 12390-6): Essai de traction par fendage.

Travail demandé :

Question 1 :

1-1 On vous propose d'effectuer un contrôle rapide de résistance en compression de l'éprouvette fournie à l'aide d'un scléromètre conformément à la norme NF P 18 – 417 (EN 12504-2).

1-2 Estimer la résistance et de la comparer avec celle trouvée après écrasement conformément à la norme NF P 18 – 406 (EN 12390-3).

1-3 Ecraser les 2 éprouvettes restantes et définir la résistance caractéristique, conformément à la norme NF P 18 – 305 ou (EN 206-1).

Dans le cas où l'éprouvette ne serait pas âgée de 28 jours, on peut admettre que pour j jours, la résistance f_{cj} des bétons suit les lois suivantes :

$$f_{cj} = (j / (4,76 + 0,83 j)) \times f_{c28} ; \text{ pour } f_{c28} < 40 \text{ MPa}$$

1-4 Commenter le faciès de rupture de chaque éprouvette.

1-5 Que peut-on dire de la résistance caractéristique ?

1-6 De quoi dépend cette résistance caractéristique ?

Question 2 :

Des essais en compression sur différents types de bétons, ont permis d'obtenir les résultats suivants :

(voir feuille 3/3)

On vous demande pour chaque béton (sur papier millimétré) :

2-1. De tracer la courbe du comportement $\sigma = f(\varepsilon)$.

2-2. D'interpréter les courbes :

- Rechercher la contrainte σ_{max} et la déformation ε_{bc} correspondante.

2-3. D'établir une comparaison de chaque béton .

LA RESISTANCE A LA COMPRESSION DE DIFFERENTS BETONS

C25 Classique		C25 (Fibre)		C50		C70 (BHP)	
σ MPa	ε ‰	σ MPa	ε ‰	σ MPa	ε ‰	σ MPa	ε ‰
0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.27	7.5	0.46	12.5	0.45	10	0.21
7.5	0.41	10	0.61	15	0.55	15	0.32
10	0.58	12.5	0.74	17.5	0.64	20	0.44
12.5	0.73	15	0.9	20	0.73	25	0.57
15	0.92	17.5	1	22.5	0.83	30	0.75
17.5	1.11	20	1.21	25	0.95	35	0.86
20	1.27	22.5	1.46	27.5	1.05	40	1.02
22.5	1.45	25	1.83	30	1.17	45	1.17
25	1.7	27.5	2.13	32.5	1.27	50	1.32
27.5	1.94	28.5	2.93	35	1.41	55	1.45
30	2.2	27.5	3.9	37.5	1.52	60	1.62
30.5	2.53	20	5.55	40	1.67	65	1.75
30.5	3.21	15	6.53	42.5	1.79	70	1.93
12.5	3.8	10	7.35	45	1.95	75	2.13
		7.5	8.07	47.5	2.12		
		5	9.08	50	2.42		
		2.5	11.33	52	2.83		

B.T.S. BATIMENT

Session 2006

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème 9

Durée : 2h40 + 20 min
d'entretien avec le jury

Avertissement :

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Le candidat demandera tous les documents nécessaires à la réalisation de sa manipulation et à son interprétation à l'examineur.
- Les documents établis devront être exploitables.

CLASSIFICATION DES SOLS

Objectif de l'étude :

Dans le cadre de la réalisation d'une plateforme pour la construction d'un bâtiment industriel, on vous demande de classer le sol utilisé selon les critères de classification de la norme NF P 11-300.

Documents et données fournis aux candidats.

- NF P 11-300 – Terrassement : Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières »
- NF P 94-051 – Sols reconnaissance et essais : « Détermination des limites d'Atterberg – limite de liquidité à la coupelle – limite de plasticité au rouleau »
- NF P 94-068 : Qualification des fines – essai au bleu de méthylène
- Le tableau des résultats d'analyse granulométrique correspondant au sol étudié (Document réponse n°1)
- Une feuille pour le tracé de la courbe granulométrique (Document réponse n°2)
- Les résultats des essais de recherche des limites d'Atterberg obtenus pour le sol étudié (Documents réponse n°3)

Données sur l'état hydrique du sol B :

- La teneur en eau correspondant à l'Optimum Proctor Normal $W_{OPN} = 8,5\%$
- Teneur en eau naturelle du sol $W_{nat} \% = 10\%$

Matériaux et matériels à utiliser

- Un échantillon de sol préparé en fonction des essais à réaliser.
-
- Le matériel spécifique aux essais à réaliser
-
- Le matériel courant de laboratoire.

Barème : manipulation /6 préparation, exploitation / 8 entretien / 6

Travail demandé.

Etude du sol A : Essai sur sol A

Valeur au bleu

Question n°1

Pour l'échantillon de sol qui vous est donné déterminez la valeur au bleu de méthylène VBS par l'essai à la tache.

Etude du sol B : Classification du sol

Analyse granulométrique

Question n°2

Citez d'autres essais nécessaires pour réaliser la classification des sols en fonction des paramètres de nature et l'état hydrique selon la NF P 11-300.

Question n°3

Tracez la courbe granulométrique du sol (Document réponse n°1 et 2),
Déterminez :

D_{\max} dimension maximale des plus gros éléments.

Le pourcentage de tamisât inférieur à 2mm

Le pourcentage de tamisât inférieur à 80

A partir de ces éléments et des tableaux de classification de la NF P 11-300 déterminer la classe du sol

Limites d'Atterberg

Question n°4

A partir des résultats des limites d'Atterberg qui vous sont fournis (Document réponse n°3 à compléter). Déterminez la limite de liquidité W_L , la limite de plasticité W_P , l'indice de plasticité I_p et l'indice de consistance du sol.

Question n°5

En vous servant des valeurs de VBS et/ou des limites d'Atterberg et des indications de la normes NF P 11-300, déterminez la sous classe fonction de la nature du sol. (Nota : VBS = 0,15)

Question n°6

En utilisant les données sur l'état hydrique du sol et les indications de la norme NF P 11-300, déterminez la sous-classe fonction de l'état hydrique

Conclure sur les conditions de mise en œuvre de ce sol en vue de la réalisation de la plate-forme projetée.

Document réponse n°1

Analyse granulométrique du sol B

Masse totale de l'échantillon prélevé pour l'analyse granulométrique $M_h = 4250$ g

Teneur en eau de l'échantillon $W = 10\%$

Masse de l'échantillon après lavage sur le tamis de 0,08 mm et séchage : $R_{0,08} = 2720$ g cette partie de l'échantillon est soumise à l'analyse granulométrique par voie humide. Le passant au tamis de 0,08 peut être analysé par sédimentation.

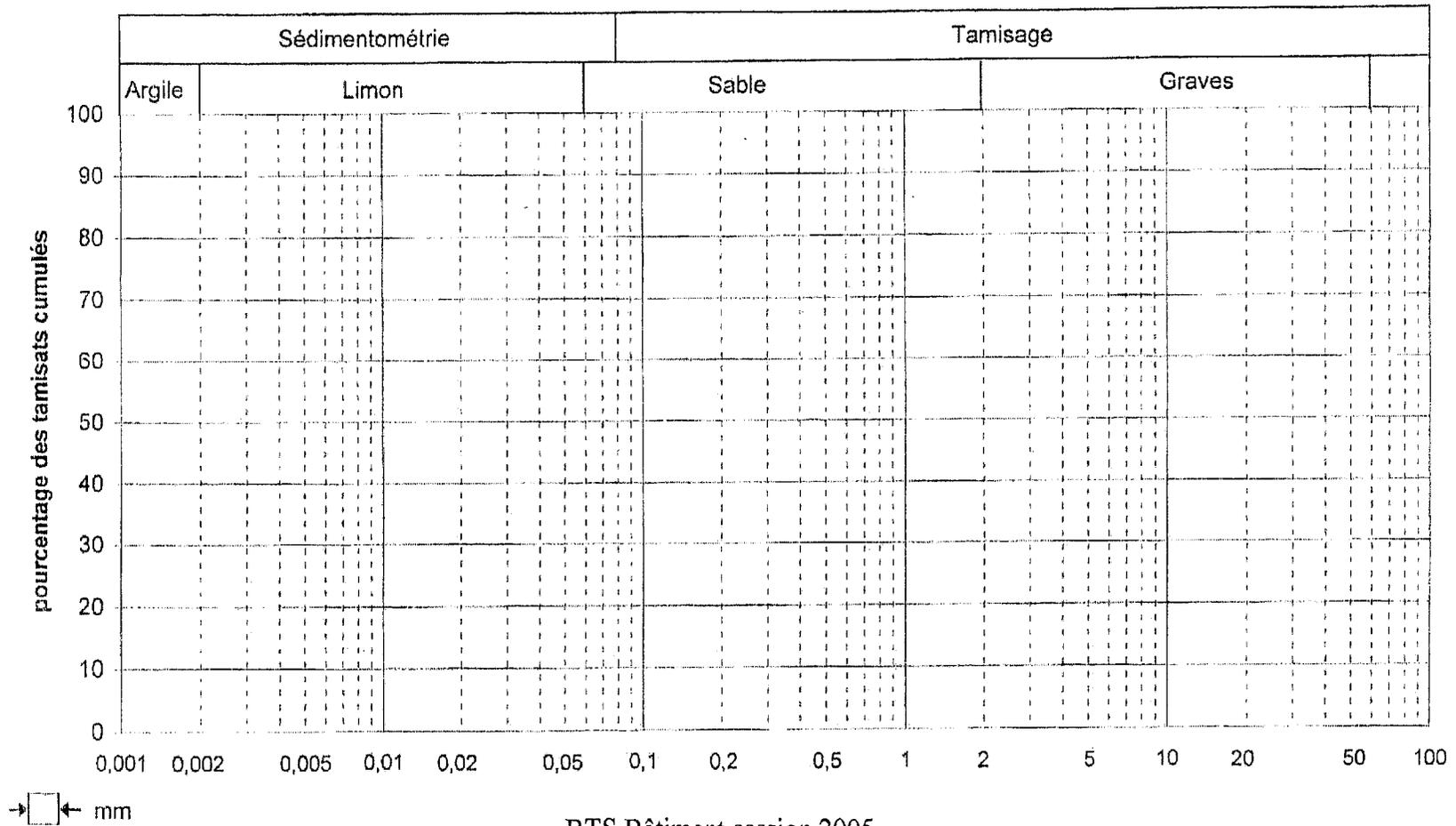
Résultats de l'analyse granulométrique effectuée sur la fraction de sol refusé au tamis de 0,08 mm :

D : maille des tamis en mm	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,08
R : refus cumulés exprimés en g	0	0	0	286	656	1390	1854	2399	2720
R : refus cumulés exprimés en % de la masse sèche de l'échantillon total									
T : tamisât cumulés exprimés en % de la masse sèche de l'échantillon total									

Nota : Les masses données sont des masses sèches

Document réponse n°2

Classification des sols selon la norme NF P 11-300

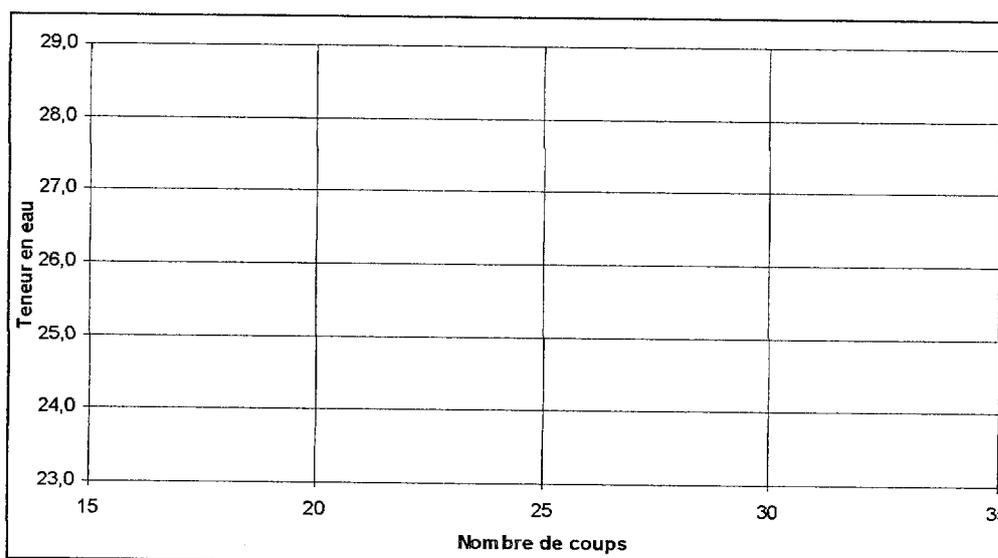


BTS Bâtiment session 2005

Détermination des limites d'Atterberg NF P 94-051 Sol B

W_L Limite de liquidité à la coupelle de Casagrande

Essai n°	1	2	3	4	5
Nombre de coups N	17	20	24	28	33
Masse humide Mh (g)	36,00	37,88	34,56	36,57	37,90
Masse sèche Ms (g)	33,98	35,64	32,65	34,62	35,82
Tare (g)	26,85	27,36	25,46	26,85	27,36
Teneur en eau w%					



$W_L = \quad \%$

Limite de plasticité W_p

Teneur en eau de plasticité (%)	W = 12,6	W moy =	W = 13,6	W moy =
	W = 13,1		W = 13,2	

$W_p = \quad \%$

Indice de plasticité $I_p =$

Teneur en eau du sol $w\% =$	Indice de consistance $I_c =$
------------------------------	-------------------------------

BTS BATIMENT

SESSION 2006

Sous-épreuve U 5.2 - LABORATOIRE

Thème n° 10

SUJET

durée : 2 h 40 mn + 20 mn de dialogue avec le jury

Avertissement :

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

ESSAI PROCTOR

INTRODUCTION

Dans le cadre de la réalisation d'un ensemble de bâtiments à usage d'habitation, vous êtes chargé d'étudier le comportement du sol support du dallage extérieur en béton. Vous disposez pour cela de l'extrait du rapport de sol résumé ci-dessous.

Vous devez déterminer les caractéristiques Proctor sur un matériau supposé provenir de la construction et d'en exploiter les résultats sur une fiche d'essai.

COUPE GEOLOGIQUE :

Les sondages font apparaître de haut en bas les couches suivantes :

- des limons argileux sur environ 1 m d'épaisseur,
- des graves sur 2 à 3 m d'épaisseur,
- le substratum molassique.

REALISATION DES DALLAGES :

Les dallages pourront être mis en œuvre sur les limons superficiels à condition toutefois de respecter les modalités de réalisation suivantes :

1. Décapage sur 30 cm de la terre végétale et du toit des limons, purge des éventuelles poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou par les eaux de pluie.
2. Compactage de la plate-forme à 95 % de l'Optimum Proctor Normal (OPN). Cette opération ne sera réalisable que si les limons résiduels présentent une teneur en eau faible.
Dans le cas contraire (par exemple à la suite d'intempéries ou pour des travaux en saison pluvieuse), on devra envisager un décapage supplémentaire de 15 à 20 cm et mise en place d'une couche de fondation de 20 cm d'épaisseur minimale, en matériaux d'apport graveleux propres et compactés à 95 % de l'Optimum Proctor Modifié (OPM).
3. Mise en place d'une forme en grave concassé 0/20 mm, compactée à 95 % de l'Optimum Proctor Modifié (OPM).
4. Contrôle de la plate-forme à l'aide d'essais de plaque type Westergaard. La valeur minimale du coefficient de réaction devra être de 30 MPa/m sur la fondation et il est souhaitable d'obtenir $K \geq 50$ MPa/m sur l'arase de la forme.

MATERIEL ET MATERIAUX UTILISES

- un sol limoneux ou argileux $D < 5$ mm,
- moule Proctor et CBR, dames PN et PM.

DOCUMENTS FOURNIS AU CANDIDAT

- NF P 94-093 : Détermination des caractéristiques de compactage d'un sol,
- Courbe représentative (teneur en eau-masse volumique sèche) du limon (ou argile) du sol A à étudier expérimentalement.
- Fiche d'essai du sol A limoneux ou argileux à compléter et à exploiter page 3/4.
- Fiche d'essai du sol B grave concassé 0/20 à compléter et à exploiter page 4/4.

BAREME

Manipulation : 6 pts

Exploitation : 8 pts

Entretien : 6 pts

TRAVAIL DEMANDE

1. COMPACTAGE DE LA PLATE-FORME : sol A

1.1 Compacter l'échantillon fourni (sol A) selon le processus Proctor Normal, dans le moule Proctor. Déterminer la masse volumique apparente sèche et la teneur en eau du matériau après compactage en complétant la fiche d'essai du sol A (page 3/4).

1.2 Exploiter les résultats de la courbe de compactage fournie (teneur en eau-masse volumique sèche). Déterminer graphiquement la plage de teneur en eau correspondant à 95% de l'OPN.

1.3 Quelles différences y a-t-il entre les essais « Proctor Normal » et « Proctor Modifié » ? Que signifie 95 % de l'OPN ou 95 % de l'OPM ? On choisit l'essai Proctor Normal OPN, pourquoi ?

1.4 A la suite d'intempéries ou de travaux en saison pluvieuse, pourquoi une solution avec un matériau différent est proposée. Donner une autre solution en utilisant le matériau en place.

2. COMPACTAGE DE LA COUCHE DE FORME : sol B

2.1 Exploiter les résultats de la fiche d'essai Proctor fournie du sol B (page 4/4).

2.2 Tracer la courbe Proctor (teneur en eau-masse volumique sèche) sur le même graphique fourni pour le sol A. Déterminer graphiquement la plage de teneur en eau correspondant à 95% de l'OPM.

FICHE D'ESSAI DU SOL A

ESSAI PROCTOR NORMAL PN SUR SOL A

Tableau des mesures effectuées :

Détails des calculs de la teneur en eau w en % :

Sol A	Essai
Masse du moule vide (g)	
Masse du moule + matériau (g)	
Masse du sol humide M_h (g)	
Teneur en eau w (%)	
Masse du sol sec M_s (g)	
Volume du moule V (cm ³)	
Masse volumique sèche ρ_d (t/m ³)	
Poids volumique sec γ_d (kN/m ³)	
Densité sèche d_d	

Détails des calculs de M_s , V , ρ_d , γ_d et d_d :

- Exploitation de la courbe Proctor du sol A fournie : w_{OPN} , ρ_{dOPN} , w_1 et w_2 correspondant à 95 % de ρ_{dOPN}

FICHE D'ESSAI DU SOL B

ESSAI PROCTOR MODIFIE PM SUR SOL B

Tableau des mesures effectuées :

Sol B	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	Essai 6
Masse du sol humide M_h (g)	4001	4298	4799	4977	4871	4404
Teneur en eau w (%)	3,68	4,52	6,38	8,83	10,05	11,66
Masse du sol sec M_s (g)						
Volume du moule V (cm ³)	2297	2297	2297	2297	2297	2297
Masse volumique sèche ρ_d (t/m ³)						
Poids volumique sec γ_d (kN/m ³)						
Densité sèche d_d						

Détails des calculs de M_s , ρ_d , γ_d et d_d (pour l'essai 1 uniquement) :

- Exploitation de la courbe Proctor du sol B : w_{OPM} , ρ_{dOPM} , w_1 et w_2 correspondant à 95 % de ρ_{dOPM}

BTS BATIMENT

Session 2006

Epreuve U 5.2 – Laboratoire

Thème n°11

Sujet

Durée : 2 h 40 mn + 20 mn d'entretien avec le jury

Avertissement :

- **Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.**
- **Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.**
- **Les documents établis devront être exploitables.**

Thème n°11 – Sols 3

ETUDE D'UN SOL

MISE EN SITUATION:

Vous travaillez dans un bureau d'études de sol. Vous devez étudier un sol destiné à recevoir un dallage.

Extrait du CCTP :

" Le sol devra être compacté à 95 % de l'OPN. Dans le cas contraire (par exemple à la suite d'intempéries ou pour des travaux en saison pluvieuse), on devra envisager un décapage de 15 à 20 cm et mise en place d'une couche de fondation de 20 cm d'épaisseur minimale, en matériaux graveleux propres et compactés à 95% de l'OPM. "

Une première étude de ce sol a permis de déterminer la nature de ce sol. Il s'agit de limons peu plastiques (classement A1 selon la NF P 11-300).

Vous devez maintenant déterminer les paramètres d'état de ce sol le jour du compactage.

MATERIELS, MATERIAUX ET DOCUMENTS FOURNIS:

✓ **Normes:**

- NF P 94-054 :Sols : Détermination de la masse volumique des particules solides des sols
- NF X 31-502 : Qualité des sols – Méthodes Physiques : Mesure de la masse volumique apparente – Densitomètre à membrane.

✓ **Documents:**

- Mode opératoire du densitomètre (fourni par le centre d'examen)

✓ **Matériels :**

- Densitomètre
- Bêche
- Marteau et burin
- Récipients
- Four micro-onde
- Balance.

✓ **Matériaux:**

- Site en place nettoyé
- Sable

TRAVAIL DEMANDE:

- ✓ A l'aide du densitomètre à membrane ou à partir de la méthode du sable, déterminer la masses volumique apparente du sol en place. En déduire le poids volumique apparent γ .
- ✓ A partir du sol humide extrait, déterminer le teneur en eau.
- ✓ A l'aide de la méthode de votre choix, et en utilisant le sol précédemment séché, déterminer la masse volumique absolue de ce sol. en déduire le poids volumique absolu du sol, γ_s .
- ✓ A partir de ces résultats, en déduire les autres paramètres d'état. Compléter le tableau donné en annexe.
- ✓ Des essais de Proctor Normal ont été effectués au préalable sur un échantillon de votre sol. Les résultats de ces essais sont donnés sur la courbe en annexe du sujet. Peut-on réaliser le compactage conformément aux prescriptions du CCTP ?
- ✓ A l'aide de la norme NF P 11-300, et des paramètres d'état de votre sol, classer votre sol en fonction de son état hydrique.

EVALUATION :

- | | |
|--------------------------------|----------|
| ✓ Manipulation : | 6 points |
| ✓ Exploitation des résultats : | 8 points |
| ✓ Dialogue avec l'examineur : | 2 points |

TOTAL 20 points

**DOCUMENT REPONSE
PARAMETRES D'ETAT D'UN SOL**

NOM :

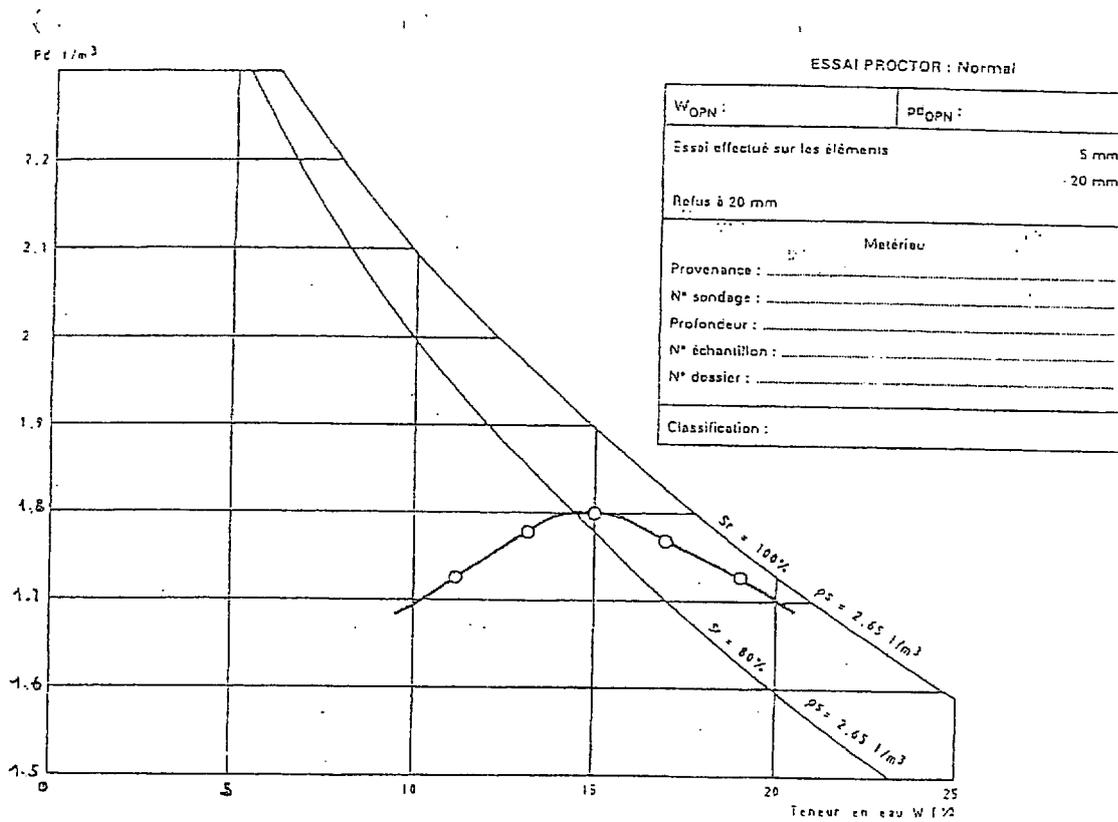
Prénom :

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Poids volumique apparent	γ		
Teneur en eau	ω		
Poids volumique absolu	γ_s		
Poids volumique sec	γ_d		
Indice des vides	$e = (\gamma_s - \gamma_d) / \gamma_d$		
Porosité	$n = e / (1 + e)$		
Degré de saturation	$S_r = \gamma_s \cdot w / (e \cdot \gamma_w)$		

$W_{opn} =$

Classement selon l'état hydrique :

ANNEXE ESSAI PROCTOR NORMAL



BTS BATIMENT

Session 2006

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème 12

Sujet

Durée : 2h40 + 20 min d'entretien avec le jury

Avertissement:

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

Introduction :

L'épreuve porte sur :

- 1) La détermination de l'angle de frottement d'un sable par un essai de cisaillement à la boîte de Casagrande.
- 2) L'étude comparative à la rupture de ce sable suivant son état de compacité.
- 3) Détermination de la contrainte ultime q_u (d'après le DTU 13.12) à partir des résultats expérimentaux.

Matériels et matériaux :

- Un échantillon de sable sec.
- Machine de cisaillement, boîte de Casagrande.
- Chronomètre
- Des récipients étalonnés
- Balance précision ± 1 g
- Papier millimétré.

Documents fournis :

- Notice d'utilisation de la machine.
- Norme NF P 94-071-1 : Essai de cisaillement rectiligne à la boîte.

Travail demandé :

Première partie :

1) Réaliser 2 essais de cisaillement sur l'échantillon sous contrainte normale indiquée dans le tableau, page 4/4 en portant sur un graphique l'évolution de la contrainte de cisaillement τ en fonction du déplacement δl : $\tau = f(\delta l)$.

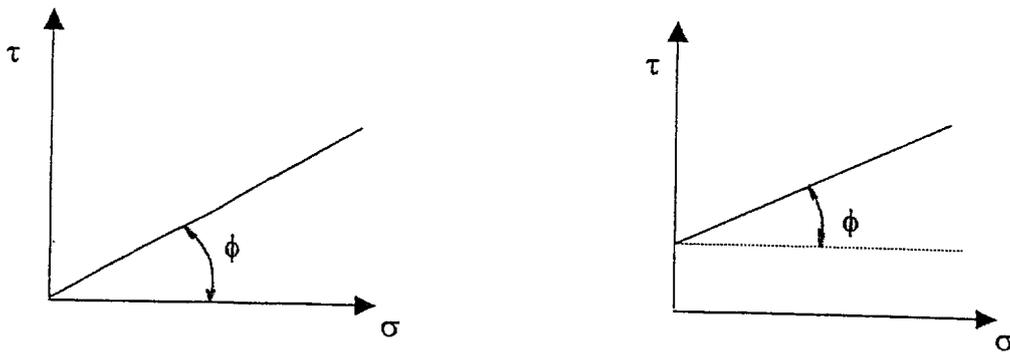
Pour chacun des essais, en déduire la contrainte de cisaillement à la rupture τ_r .

2) Tracer la courbe intrinsèque du sol : $\tau = f(\sigma)$, τ en fonction de σ , en déduire son angle de frottement ϕ et la cohésion C .

3) Justifier le fait :

Qu'un seul essai, supposé fiable, aurait suffi à déterminer la courbe intrinsèque du sol (droite de Coulomb).

4) A quels types de sol correspondent les 2 courbes suivantes :



Deuxième partie : CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES

Détermination de la contrainte ultime q_u (d'après le DTU 13.12)

-Notations utilisées :

* ϕ = angle de frottement interne

ϕ_{uu} = valeur correspondant à l'équilibre à court terme

ϕ' = valeur correspondant à l'équilibre à long terme

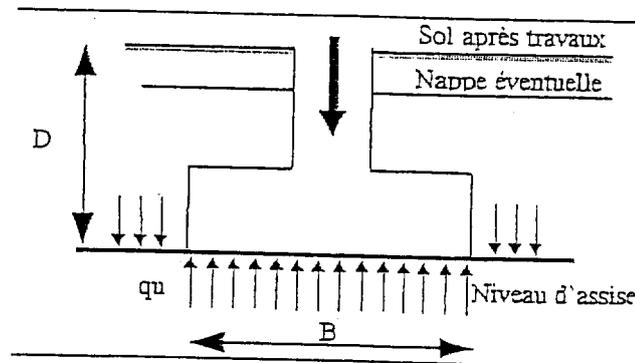
* C = cohésion (T/m^2)

C_{uu} = valeur correspondant à l'équilibre à court terme

C' = valeur correspondant à l'équilibre à long terme

* γ = masse volumique du terrain (T/m^3)

- Coefficients de forme :



Semelle de largeur B , de longueur L , encastrée sur profondeur D .

$$S_c = 1 + 0,2 B/L$$

$$S_\gamma = 1 - 0,2 B/L$$

$$S_q = 1$$

Expression générale de q_u :

$$q_u = S_c C N_c + \frac{1}{2} S_\gamma \gamma B N_\gamma + S_q \gamma D N_q$$

Valeurs de N_c , N_γ , $N_q = f(\phi)$ (Cf.tableau)

ϕ en degrés	N_c	N_γ	N_q
0	5.14	0	1.00
5	6.50	0.10	1.60
10	8.40	0.50	2.50
15	11.00	1.40	4.00
20	14.80	3.50	6.40
21	15.80	4.10	7.10
22	16.90	4.90	7.80
23	18.10	5.80	8.70
24	19.30	6.90	9.60
25	20.70	8.10	10.70
26	22.20	9.50	11.80
27	24.00	11.40	13.20
28	25.80	13.20	14.70
29	27.90	15.50	16.40
30	30.00	18.10	18.40
31	32.70	21.30	20.60
32	35.50	25.10	23.20
33	38.70	29.50	26.10
34	42.20	34.80	29.40
35	46.00	41.10	33.30
36	50.60	49	37.80
37	55.70	58.50	42.90
38	61.40	70.00	48.90
39	67.90	84.00	56.00
40	75.30	100.00	64.20
45	134.00	254.00	135.00

Remarques :

Pour une semelle filante pour laquelle le rapport B/L est très faible, prendre :

$$S_c = S_\gamma = S_q = 1$$

Les valeurs de C et de q_u doivent être prises « couplées », c'est à dire pour obtenir :

- q_u en équilibre à court terme, prendre C_{uu} et ϕ_{uu} .

- q_u en équilibre à long terme, prendre C' et ϕ' (valeurs consolidées).

Unités q_u en T/m² si γ est en T/m³ et C en T/m² et B, D en mètres

Les valeurs C, ϕ , C_{uu} , ϕ_{uu} , γ sont déterminées par des essais en laboratoire.

Question :

Calculer la valeur de la contrainte ultime sous la semelle avec : D = 1,20 m ; B = 1,50 m L = 1,50 m

On admettra que le remblai et le sol support sont secs et que la valeur de leur poids volumique est 18 kN /m³. En déduire la charge maximale que peut supporter la semelle.

TABLEAU DE RELEVÉ DES DÉFORMATIONS

Nota : La norme NF P 94-071-1 (Essai de cisaillement rectiligne à la boîte) préconise (§ 6.4 : Mesurage) une lecture du déplacement horizontal δL tous les 0.2 mm jusqu'à 2 mm puis tous les 0.5 mm au-delà.

		Contrainte : $\sigma_1 = 100$ kPa			Contrainte : $\sigma_2 = 200$ kPa		
Temps (Seconde)	Déplacement δL (mm)	Déformations (10^{-2} mm)	Efforts (N)	Contraintes Tangentielles τ	Déformations (10^{-2} mm)	Efforts (N)	Contraintes Tangentielles τ
	0.20						
	0.40						
	0.60						
	0.80						
	1.00						
	1.20						
	1.40						
	1.60						
	1.80						
	2.00						
	2.50						
	3.00						
	3.50						
	4.00						
	4.50						
	5.00						

BTS BATIMENT

SESSION 2006

Sous-épreuve U 5.2 - LABORATOIRE

Thème n° 13

SUJET

durée : 2 h 40 mn + 20 mn de dialogue avec le jury

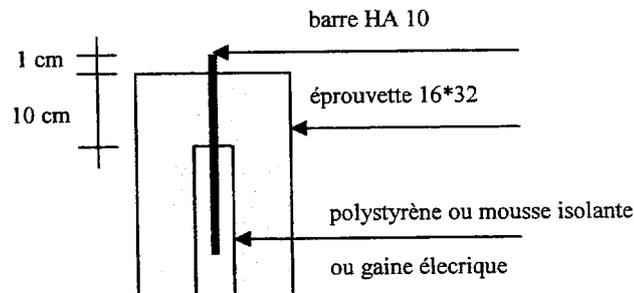
Avertissement :

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

ADHERENCE ACIER-BETON

INTRODUCTION

On cherche à vérifier l'effort de traction dans l'armature à haute adhérence et la transmission des efforts à l'interface acier-béton définie par le phénomène d'adhérence.



MATERIEL

- Machine de traction sur Acier HA 10
- Presse hydraulique pour essai de fendage sur éprouvettes 16*32

MATERIAUX UTILISES

- Armatures haute adhérence HA 10 de type feE500 pour essai de traction
- 1 éprouvette 16*32 de type B25 pour essai de fendage

DOCUMENTS FOURNIS AU CANDIDAT

- Norme NF EN 10002-1 : Essai de traction
- Norme NF A 35-016 : Barres à haute adhérence
- Norme NF P 18-408 ou EN 12 390-6 : Essai de fendage
- Mode opératoire de la machine de traction
- Mode opératoire de la presse hydraulique

BAREME

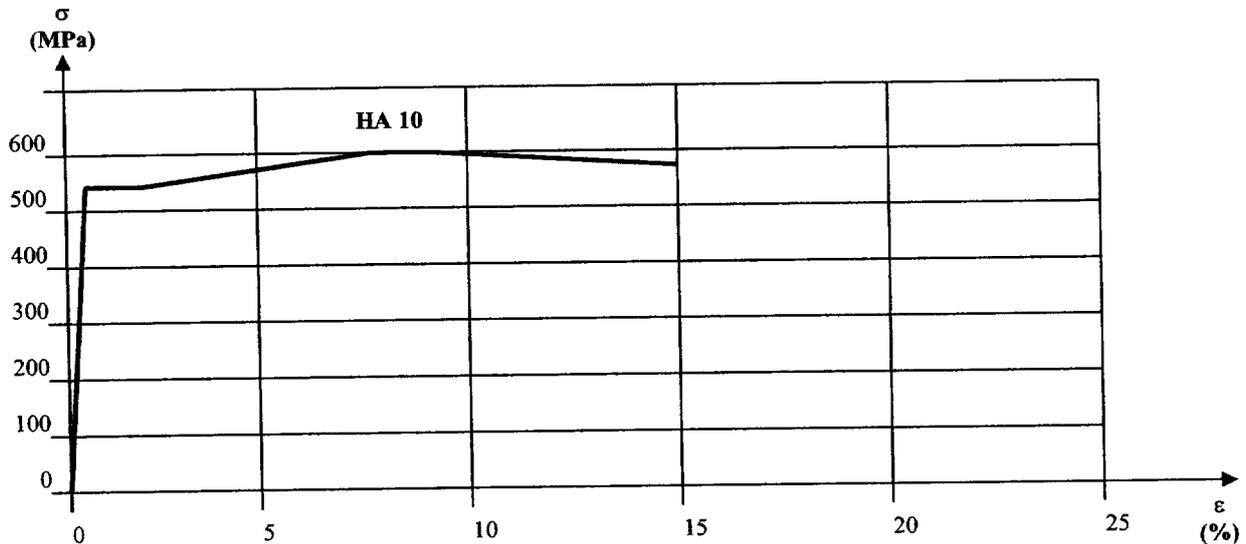
- Manipulation : 6 pts
- Exploitation : 8 pts
- Entretien : 6 pts

TRAVAIL DEMANDE

1. ESSAI DE TRACTION SUR ARMATURE A HAUTE ADHERENCE :

1.1 Essai de traction sur HA 10 de type feE500 :

Faire un essai de rupture par traction d'une barre à haute adhérence HA 10 selon la norme NF EN 10002-1. Faire une sortie graphique de la courbe contrainte - déformation. Dans le cas où une sortie graphique n'est pas possible, prendre la courbe donnée ci-dessous :



1.2 Exploitation de la courbe contrainte - déformation :

Donner un schéma simplifié de la courbe contrainte - déformations définie par la norme NF EN 10002-1 (paragraphes 5 pour les symboles et 15 pour la courbe). Déterminer les caractéristiques mécaniques d'une barre à haute adhérence HA 10 de type feE500 définies par la norme NF A 35-016 (paragraphe 6.3). Comparer ces valeurs réglementaires à celles de l'essai réalisé.

1.3 Détermination de l'effort de traction F_{te} correspondant à la limite élastique f_e (R_e) :

A partir de la limite élastique f_e (R_e) donnée par l'essai et de la section de la barre à haute adhérence HA 10, déterminer l'effort de traction F_{te} en kN.

2. ETUDE EXPERIMENTALE DE L'ADHERENCE ACIER-BETON :

2.1 Essai de fendage sur éprouvette 16*32 :

Réaliser un essai de fendage à la rupture sur une éprouvette de béton 16*32 selon la norme NF P 18-408. Relever l'effort de rupture F en kN et la contrainte de traction du béton f_{tj} ($j=28$) en MPa. Vérifier la relation de la norme NF P 18-408 reliant l'effort de rupture F et la contrainte de traction f_{tj} .

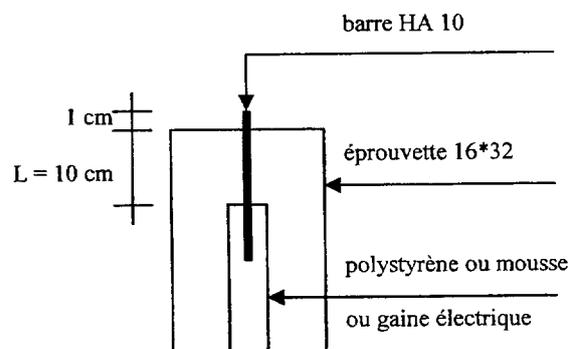
Calculer la résistance caractéristique à la traction f_{tj} ($j=28$) en fonction de la résistance caractéristique à la compression f_{cj} ($j=28$) à partir de la formule donnée ci-dessous. Le béton est de type B25. Comparer cette valeur de f_{tj} avec celle obtenue par fendage.

$$\text{BAEL A.2 : } f_{tj} = 0,6 + 0,06 * f_{cj}$$

2.2 Exploitation des résultats d'un essai d'adhérence sur une barre HA 10 et une éprouvette de béton 16*32 :

L'essai consiste à mesurer l'effort maximal de glissement nécessaire pour enfoncer la tige d'acier HA dans l'éprouvette de béton 16*32. Cette tige est ancrée sur une longueur $L = 10$ cm, le reste de la tige étant noyé dans un bloc de mousse, de polystyrène ou une gaine électrique.

Il est clair que cette barre d'acier n'est pas sollicitée en vue d'un arrachement. Néanmoins elle va glisser par rapport au béton dans lequel elle est scellée. On supposera donc que le glissement d'une barre dans du béton est indépendant du fait qu'elle soit en compression ou en traction.



Les résultats de l'essai de rupture par adhérence d'un HA 10 ancré sur 10 cm de longueur dans une éprouvette de béton 16*32 donne la valeur suivante de l'effort maximal de glissement F_g en kN :

$$F_g = 25 \text{ kN}$$

Comparer cette valeur à F_{te} . Conclure.

Calculer la contrainte expérimentale de rupture par adhérence τ_{ad} en MPa en la supposant constante le long de la barre.

$$\text{On donne : } F_g = L * \pi * \phi * \tau_{ad}$$

Comparer cette valeur expérimentale τ_{ad} avec la valeur τ_{su} donnée ci-dessous pour une armature à haute adhérence et un béton de type B25. Conclure.

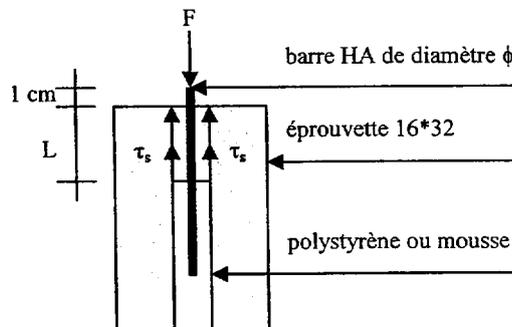
$$\text{BAEL A.6 : } \tau_{su} = 0,6 * (\Psi_s)^2 * f_{tj} \text{ (avec } \Psi_s = 1,5 \text{ pour des armatures à haute adhérence)}$$

3. COMPARAISON ENTRE RESULTATS EXPERIMENTAUX ET THEORIQUES :

3.1 Equilibre statique le long de la barre :

On vous donne le schéma ci-dessous d'une barre d'acier de diamètre ϕ ancrée sur une longueur L dans un bloc de béton.

La contrainte d'adhérence τ_s est supposée constante le long de la barre. A partir de l'équilibre statique entre la force appliquée sur la barre F et la force d'adhérence mobilisée le long de la barre, exprimer la force F en fonction de τ_s , L et ϕ .



3.2 Effort maximal de glissement $F = F_g$:

A partir de la valeur de la contrainte maximale de glissement entre l'acier et le béton τ_{su} donnée ci-dessous, déterminer l'effort maximal F_g exercé sur la barre au moment du glissement. F_g sera exprimé en fonction de ψ_s , f_{t28} , L et ϕ .

$$\text{BAEL A.6 : } \tau_{su} = 0,6 * (\Psi_s)^2 * f_{tj} \text{ (avec } \Psi_s = 1,5 \text{ pour une armature à haute adhérence)}$$

3.3 Effort maximal de traction F_{te} :

Pour cette même barre, exprimer l'effort maximal de traction F_{te} que l'on peut exercer avant la limite élastique de cette barre. On rappelle qu'en Béton Armé la contrainte dans l'acier est limitée à f_e . F_{te} sera exprimé en fonction de f_e et ϕ .

3.4 Application numérique :

Pour les valeurs particulières suivantes :

$$\psi_s = 1,5 \text{ pour des armatures à haute adhérence}$$

$$f_{t28} = 2 \text{ MPa qui est une valeur plausible pour un béton courant}$$

$$f_e = 500 \text{ MPa pour du HA classique}$$

$$L = 10 \text{ cm pour la longueur d'ancrage}$$

$$\phi = 10 \text{ mm pour un HA 10}$$

Calculer F_g et F_{te} en kN dans les relations précédentes.

Comparer ces 2 valeurs théoriques aux 2 valeurs expérimentales. Conclure.

B.T.S. BATIMENT

Session 2006

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème 14

Durée : 2h40 + 20 min
d'entretien avec le jury

Avertissement :

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Le candidat demandera tous les documents nécessaires à la réalisation de sa manipulation et à son interprétation à l'examineur.
- Les documents établis devront être exploitables.

Béton Haute Performance

Objectif de l'étude :

Dans le cadre de la réalisation de poutre-voiles d'un futur musée océanographique, vous devrez utiliser du béton de résistance caractéristique 60 MPa

Nous allons vous demander dans cette manipulation de caractériser les propriétés de ce béton à hautes performances à l'état frais et à l'état durci.

Documents fournis aux candidats par le centre d'examen

NF P 15-404 – Bétons : « Essai d'étude, de convenance et de contrôle, confection et conservation des éprouvettes »

NF P 15-406 – Bétons : « Essai de compression »

NF P 18-422 – Bétons : « Mise en place par aiguille vibrante »

NF P 18-423 – Bétons : « Mise en place par piquage »

NF P 18-451 – Bétons : « essai d'affaissement »

NF P 18-305 – Bétons : « Bétons prêts à l'emploi préparés en usine
ou

NF EN 206-1 – Béton : partie 1 « Spécification, performances, production et conformité »

NF EN 12390-3 : Essai pour béton frais. Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes

NF EN 12350-1 : Essai pour béton frais. Partie 1 : Prélèvement

NF EN 12350-6 : Essai pour béton frais. Partie 6 : Masse volumique

NF EN 12350-7 : Essai pour béton frais. Partie 7 : Essai d'affaissement

Fiche technique la fumée de silice et du superplastifiant utilisé.

Matériaux et matériels à utiliser

Ciment CEM I 52,5N

Fumée de silice

Superplastifiant

Sable et gravillons secs

Matériels courant de laboratoire.

Composition du béton demandé.

Ciment CEM I 52,5N	400 kg
Eau	150 litres
Gravillon 5/16	1035 kg
Sable 0/5	796 kg
Fumées de silice	40 kg
Superplastifiant	6 kg

Travail demandé

- 1) réaliser une gâchée de 30 litres du béton dont la formule vous est donnée.
- 2) Vérifier que vous avez un béton fluide, si ce n'est pas le cas proposez une solution
- 3) Réalisez une éprouvette de béton.
- 4) Déterminez la masse volumique du béton frais et faire une correction de la composition si nécessaire.
- 5) On vous donne les résultats d'essai de compression sur un lot d'éprouvettes d'un béton du type étudié en centrale BPE (fabrication certifiée). Vérifiez suivant la norme NF P 18-305 (article 7-3) ou suivant NF EN 206-1 (article 8-2 production initiale), la conformité du lot donné, sachant que la résistance caractéristique visée est de $f_{ck} = 60$ MPa.

Charge	Résistance à la compression en MPa								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Eprouvette 1	59	64	62	63	61	65	66	67	66
Eprouvette 2	65	66	66	67	65	65	67	62	58
Eprouvette 3	69	65	67	71	68	68	62	65	69

- 6) Quel est le rôle de la fumée de silice dans ce type de béton, quelles sont les propriétés du béton modifiées, comment les prend on en compte dans la composition du béton ?
- 7) Pourquoi utilise-t-on toujours un superplastifiant dans ces bétons composés avec de la fumée de silice ?
- 8) Vérifiez que les dosages donnés sont bien conforme à la norme NF P 18-305 ou à la norme NF EN 206-1 pour un béton destiné à être situé à l'extérieur sans agression particulière.

Barème :

Manipulation /6
Préparation, exploitation /8
Entretien /6

BTS BATIMENT

SESSION 2006

Sous-épreuve U 5.2 - LABORATOIRE

Thème n° 15

SUJET

durée : 2 h 40 mn + 20 mn de dialogue avec le jury

Avertissement :

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

POUTRE ISOSTATIQUE et POUTRE CONTINUE

Objectif :

Après vérification expérimentale du principe de superposition, on mettra en évidence les effets de la continuité sur les sollicitations internes et les déplacements.

Données fournies par l'examineur :

Portée L ; limite élastique du matériau f_e ; valeur de la force ponctuelle F_1 .

Cahier des Charges :

Valeur limite de flèche : $L/250$ et valeur limite de contrainte normale : $2/3 \cdot f_e$

Préparation du travail demandé :

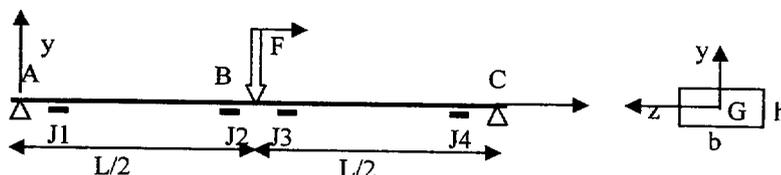
Au cours de votre entretien avec l'examineur, il vous sera demandé de présenter l'ordre chronologique des différentes opérations et calculs auxquels vous aurez procédé. Il est conseillé de présenter vos calculs sous forme de tableaux chaque fois que vous le jugerez utile. Précisez les unités utilisées.

Remarques :

Les 2 poutres étudiées sont constituées du même matériau et ont la même section ($b \times h$). Le raccordement des jauges au pont est assuré par le centre d'examen.

TRAVAIL DEMANDE

A. CAS D'UNE POUTRE SUR 2 APPUIS :



Déterminer le moment quadratique I_{Gz} de la section de la poutre par rapport à l'axe Gz – voir formule (1) page 3/3.

Demander au jury les valeurs de la portée L , de la limite élastique du matériau f_e et de la force ponctuelle F_1 .

PARTIE A-1 : Sous l'effet de la charge $F=2F_1$:

1– Mesurer la flèche f_B au point B. En déduire le module d'élasticité longitudinale E du matériau constitutif de la poutre – voir formule (2) page 3/3.

2– Mesurer les déformations relatives ε_1 , ε_2 , ε_3 et ε_4 au droit des jauges J1, J2, J3 et J4. En déduire la valeur du moment fléchissant au droit de chacune des 4 jauges – voir formule (3) page 3/3. En déduire le tracé du diagramme du moment fléchissant le long de cette poutre (choisir une échelle) et évaluer par mesure sur le diagramme les valeurs du moment en A, B et C.

PARTIE A-2 : Sous l'effet de la charge $F=F1$:

1- Mesurer la flèche f_B au point B.

2- Mesurer les déformations relatives ε_1 , ε_2 , ε_3 et ε_4 au droit des jauges J1, J2, J3 et J4. En déduire la valeur du moment fléchissant au droit de chacune des 4 jauges – voir formule (3) page 3/3. En déduire le tracé du diagramme du moment fléchissant le long de cette poutre (choisir la même échelle que pour la partie A-1) et évaluer par mesure sur le diagramme les valeurs du moment en A, B et C.

PARTIE A-3 : conclusion

A partir des résultats obtenus dans les parties A-1 et A-2 :

1- Concernant la flèche :

1-a- Peut-on conclure qu'il existe une relation du type $f_B = k \times F$; si oui, déterminer la valeur de k à partir des valeurs mesurées ci-dessus.

1-b- Déduire de la relation précédente la valeur de F_{maxi} engendrant la flèche limite $f_B = L/250$.

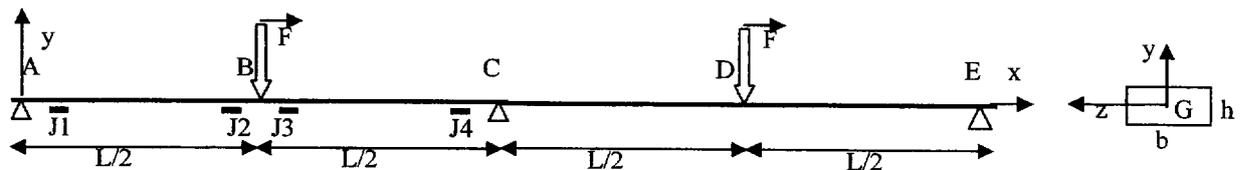
2- Concernant le moment :

2-a Peut-on conclure qu'il existe une relation du type $M_B = \alpha \times F$ entre le moment fléchissant dans la section située au point B et la force F ; si oui, déterminer la valeur de α à partir des valeurs mesurées précédemment.

2-b En déduire la valeur F_{maxi} engendrant une contrainte normale maximale σ égale à $2/3$ de f_e dans la section située en B.

3- Quelle est la valeur maximale de F permettant de respecter à la fois $f_B < L/250$ et $\sigma < 2/3 f_e$?

B. CAS D'UNE POUTRE SUR 3 APPUIS :



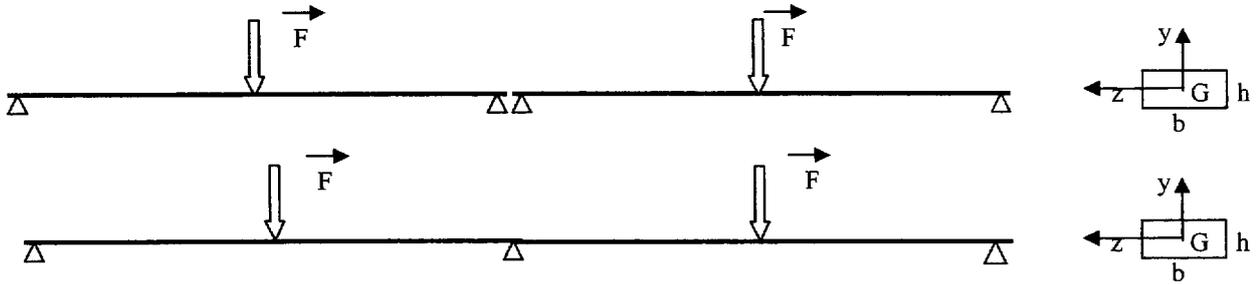
PARTIE B-1 : Sous l'effet de la charge $F=2F1$:

1 – Mesurer la flèche f_B au point B.

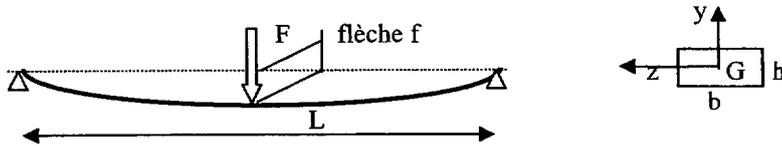
2 – Mesurer les déformations relatives ε_1 , ε_2 , ε_3 et ε_4 au droit des jauges J1, J2, J3 et J4. En déduire la valeur du moment fléchissant au droit de chacune des 4 jauges – voir formule (3) page 3/3. En déduire le tracé du diagramme du moment fléchissant le long de la poutre, partie A à C uniquement (choisir la même échelle que pour les parties A-1 et A-2) et évaluer par mesure sur le diagramme les valeurs du moment en A, B et C.

PARTIE B-2 : conclusion

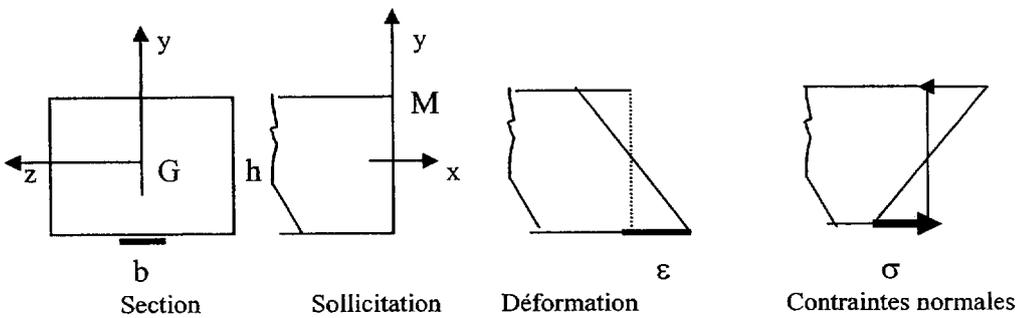
Quelles conclusions pouvez-vous tirer de votre étude dans les 2 configurations suivantes, en ce qui concerne les déformations et le moment fléchissant ?



C. FORMULAIRE :



$$E = \frac{F.L^3}{48.I_{Gz}.f} \quad (2) \quad \text{avec} \quad I_{Gz} = \frac{b.h^3}{12} \quad (1)$$



$$M = \frac{b.h^2.E.\varepsilon}{6} \quad (3)$$

$$\sigma = E.\varepsilon \quad \text{et} \quad \sigma = \frac{6.M}{b.h^2}$$

D. BAREME :

Manipulation : /6

Exploitation : /8

Entretien avec le jury : /6