

# **BTS BATIMENT**

**Session 2005**

**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 DE GRANULATS

### 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 d'étudier le gravillon entrant dans la fabrication de ce béton, et de vérifier qu'il satisfait le cahier des charges. Ce gravillon est extrait du lit naturel d'une rivière et commercialisé par la carrière "GSB".

### MATERIELS, MATERIAUX ET DOCUMENTS FOURNIS:

✓ **Normes:**

- NF XP 18-540 : Granulats : Définitions, conformité, spécifications
- NF P 18-554 : Mesure des masses volumiques et du coefficient d'absorption des gravillons
- NF P 18-561 : Mesure du coefficient d'aplatissement
- NF P 18-591: Propreté superficielle des granulats.

✓ **Matériaux:**

- Gravillon 5/16 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 NF XP 18-540 ".*

A la demande du Maître d'œuvre, vous devez donner certaines caractéristiques du gravillon utilisé pour la fabrication du béton:

- Masse volumique apparente,
- Masse volumique absolue,
- Coefficient d'absorption,
- Propreté du gravillon
- Coefficient d'aplatissement.

**1. Masse Volumique Apparente :**

- Effectuer un essai et justifier le choix du matériel utilisé.
- Exprimer la valeur de la masse volumique apparente mesurée du gravillon.

**2. 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.

**3. Coefficient d'absorption :**

- Interpréter les résultats de l'essai suivant :
  - Masse de l'échantillon sec :  $M_s = 3200 \text{ g}$
  - Masse de l'échantillon imbibé :  $M_a = 3360 \text{ g}$
- Comparer le résultat obtenu aux valeurs données par la norme.

**4. Propreté du gravillon :**

- Interpréter les résultats de l'essai suivant :
  - Masse de l'échantillon humide ① :  $M_{1h} = 1500 \text{ g}$
  - Masse du second échantillon humide :  $M_h = 1700 \text{ g}$
  - Masse sèche de l'échantillon ① après étuvage :  $M_{1s} = 1457 \text{ g}$
  - Masse sèche du refus du second échantillon après tamisage sur le tamis de 0,5 mm et après étuvage :  $m' = 1630 \text{ g}$ .
- Comparer le résultat obtenu aux valeurs données par la norme.

**5. Coefficient d'aplatissement :**

- Déterminer le coefficient d'aplatissement de l'échantillon de gravillon proposé.

## 6. Classification du gravillon :

- **Compléter la fiche d'essais fournie en indiquant les valeurs de vos essais.**
- **D'autres essais d'étude de ce granulat ont été effectués. Les résultats sont donnés sur la fiche d'essais. A partir de ces résultats et des spécifications de la norme XP 18-540 ( § 10.1 et 10.3 ), déterminer la classification de ce gravillon. Donner la désignation exacte de ce produit ( voir Annexe B ).**
- **Préciser à partir des indications données dans cette même norme ( § 10.5 ) pour quel béton, on peut utiliser ce granulat ?**
- **Est-ce que ce granulat convient au chantier ?**

<b>EVALUATION :</b>
---------------------

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

\_\_\_\_\_

TOTAL 20 points

## FICHE D'ESSAI

Carrière .....

Date d'essais : .....

Classe granulaire : .....

Origine : .....

Norme .....

Article : .....

Caractéristiques mesurées	Symbole	Valeur	Classe correspondante
Essai Los Angeles	LA	35	
Coefficient d'aplatissement	A		
Éléments coquilliers	Cq	9	
Sensibilité au gel	G	non gélif	<del> </del>
Propreté	P		<del> </del>
Absorption d'eau	Ab		
Soufre total	S	0,06	

**Classification du granulat :** .....

**Désignation du granulat :** .....  
 .....

# **BTS BATIMENT**

**SESSION 2005**

**EPREUVE U52 – LABORATOIRE**

**Thème n°2**

**SUJET**

**Durée :2 h40 mn +20mn 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

## Thème n°2-Granulats 2

### ANALYSE GRANULOMETRIQUE

#### MISE EN SITUATION :

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 stocks :

- sable S1
- Sable S2
- Gravier G1

#### MATERIELS ,MATERIAUX et DOCUMENTS

Les normes relatives aux essais à effectuer ou à exploiter  
-NFP 18 -540 (oct 97) granulats :définitions ,conformité ,spécifications  
-NFP 18 -560 (sept 90 ) Analyse granulométrique par tamisage

#### Les matériaux

- Sable S1 (grossier )
- Sable S2 (fin)
- Gravier G1

#### Les matériels

- série de tamis
- balance de précision suffisante

#### Les documents

- courbe granulaire de S1
- feuille d'analyse granulométrique (annexe A de P 18 560)

#### TRAVAIL DEMANDE :

##### 1/SABLES

1-1 Etude du sable S1 d'après la courbe ; calculer le module de finesse  $Mf_1$  (norme P18-540 - art 3-17-3)

1-2 Etude de S2

-effectuer l'analyse granulométrique de S2 ,tracer la courbe ,puis calculer  $Mf_2$

1-3 Etude du mélange S1 +S2 :

Afin d'obtenir un sable correct pour la fabrication du béton , vous avez choisi de mélanger S1 avec S2 dans des proportions permettant d'obtenir un module de finesse  $Mf = 2.5$

Ce nouveau sable sera appelé S

1-3-1-Déterminer les proportions de S1 et S2 avec les formules d'Abrams ci-après

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

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

Avec : -Mf module de finesse du mélange S

: -Mf1 module de finesse de S1

-Mf2 module de finesse de S2

- x le pourcentage de sable S1 dans le mélange

- y le pourcentage de sable S2 dans le mélange

1-3-2-Tracer la courbe granulaire théorique du mélange sur la feuille d'analyse granulométrique

1-3-3 – Quelle est la désignation commerciale 0/D du matériau S ?  
Norme P 18 540 –paragraphe 10 -2

1-3-4 –Nommer les autres essais à réaliser pour classer les sables selon P 18 540

## 2/ETUDE du GRAVILLON :

2-1 Effectuer l'analyse granulométrique du gravillon G1.

2-2 Tracer la courbe granulométrique du gravillon

### EVALUATION

-manipulation 8 points  
-exploitation 6 points  
-dialogue avec l'examineur 6 points

TOTAL 20 points

# **B.T.S. BATIMENT**

**Session 2005**

**Epreuve U5.2 – Laboratoire**

**Thème 4**

**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.
- 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 1

## Objectif de l'étude :

Vous travaillez dans une centrale de béton prêt à l'emploi et on vous demande de réaliser une série d'essais d'étude et de convenance sur une composition de béton. Pour faire ces essais vous allez devoir connaître la classe vraie du ciment utilisé ainsi que l'activité des fines utilisées.

On vous demande de réaliser les essais qui vous permettront de déterminer ces valeurs.

## 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 »
- NF 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 4x4x16, 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 de fines calcaires conformément à la norme NF P 18-508 :

Eprouvette	Résultat essai de compression	
	Première demi-éprouvette (MPa)	Deuxième demi-éprouvette (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 2005**

**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 NF XP 18-540.*

*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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup>

**TRAVAIL DEMANDE:**

- ✓ **A partir de la méthode de formulation "Baron-Ollivier", déterminer pour 1 m<sup>3</sup> 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**
- ✓ **Donner la nouvelle composition de béton après correction, suite au contrôle de la consistance.**

**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:

$$f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 5 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{C_k} \leq 25 \text{ MPa}$$

$$f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 6 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{C_k} > 25 \text{ MPa}$$

- Si le matériel de fabrication est régulé:

$$f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 3 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{C_k} \leq 25 \text{ MPa}$$

$$f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 4 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{C_k} > 25 \text{ MPa}$$

### 3- Dosage en eau et teneur en air:

Consistance	Affaissement au cône (cm)	Dosage en eau (E) (litres/m <sup>3</sup> )	Teneur en air (a) (litres/m <sup>3</sup> )
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:

$$f_{C_{moy}} = k_b \cdot f_{mC_{28}} \left( \frac{C}{E + a} - 0,50 \right)$$

- 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/m<sup>3</sup> pour différentes valeurs de D:

D (mm)	8	16	20	25	40	80
<b>Volume optimal</b>	<b>145</b>	<b>125</b>	<b>120</b>	<b>115</b>	<b>105</b>	<b>90</b>
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/m<sup>3</sup>)

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

$\rho_c$ : masse volumique absolue du ciment

S: dosage en fines minérales (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_s$ : 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:

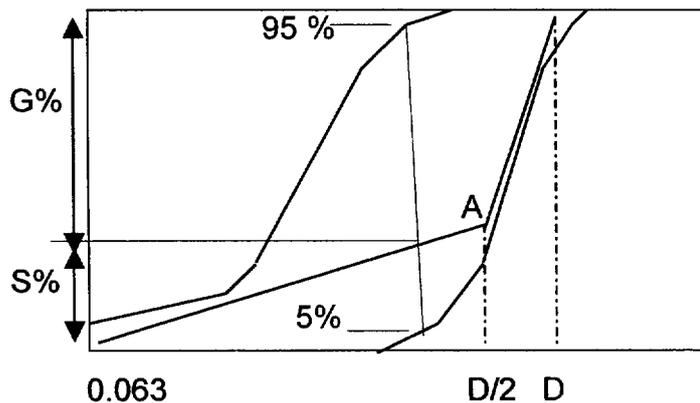
Point	Abscisse X (tamis)	Ordonnée Y (% tamisât)
O	0,063	0
A	D/2	50 - $\sqrt{D}$ + termes correctifs
B	D	100%

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 2005**

**EPREUVE U52 – LABORATOIRE**

**Thème n°6**

**SUJET**

**Durée :2 h40 mn +20mn 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

## Thème n°6-BETON PRET A L'EMPLOI

### MISE EN SITUATION :

Une entreprise est titulaire du lot Gros-œuvre d'un ensemble de 3 bâtiments R+3 sans niveau de sous-sol, et vient vous demander de trouver la formule de ses bétons prêts à l'emploi, et plus particulièrement un béton à Caractères Normalisés (BCN). La construction est située dans le canton de Périgueux (Dordogne ,24 )

Descriptif sommaire des éléments de structure :

- fondations sur pieux
- dallages
- porteurs verticaux constitués de voiles béton armé d'épaisseur 16 à 18 cm
- plancher dalle pleine à prédalles, épaisseur totale 19 cm
- volume total à fournir (réalisation du gros œuvre prévue de mars à juin)

### MATERIELS ,MATERIAUX et DOCUMENTS

Les normes relatives aux essais à effectuer ou à exploiter

- NFP 18 -305 ou EN 206

Les matériaux

- Ciment CEM1 52,5
- L=additions calcaires
- Sable humide
- gravier humide 0/20
- adjuvant

Les matériels

- balance
- malaxeur à béton

### TRAVAIL DEMANDE :

Le cahier des Clauses techniques Particulières précise que les bétons pour béton armé doivent avoir une résistance caractéristique d'au moins 25 MPa, La mise en œuvre sera faite à l'aiguille vibrante.

En tant que responsable qualité de la centrale à béton ,vous allez effectuer

L'étude du BPE qui se décompose en 3 parties indépendantes :

- réalisation et contrôle sur béton frais
- contrôle de la résistance
- commande de BPE

1ère PARTIE :REALISATION et CONTROLE

1-1/II s'agit du béton dont la formule est à l'annexe 1 , à l'aide du malaxeur de laboratoire ,vous réaliserez un échantillon en vue d'obtenir 3 éprouvettes de 16\*32.

Au préalable ,déterminer la teneur en eau des granulats .

1-2/Vérifier la consistance , si ce contrôle est négatif , proposer une solution :

## 2<sup>ème</sup> PARTIE :CONTROLE de la RESISTANCE :

Comme prévu dans le cadre du plan assurance qualité, vous décidez d'effectuer un contrôle de résistance sur une livraison destinée aux planchers. La résistance caractéristique est de 25 Mpa.

Le nombre de contrôles est fixé à 6. Pour un contrôle, on prélève sur un chargement la quantité de béton nécessaire à la réalisation de 3 éprouvettes 16\*32

Les résultats obtenus sont les suivants (Mpa)

N° de controle	ESSAI 1	2	3	Moyenne
1	26.4	27.3	27.6	
2	27.8	28.6	27	
3	28.6	28.1	29.3	
4	24.8	25.1	25.6	
5	25.4	23.9	24.6	
6	29.5	29.1	28.7	

2-1 Vérifier si la résistance de 25 Mpa est bien garantie (aidez vous de la norme NFP18-305 paragraphe 7-3 et annexe A)

## 3<sup>ème</sup> PARTIE –COMMANDE d'UN BPE

3-1 Qu'appelle-t-on « Liant équivalent » ?

3-2 Que garantit un BCN ?

3-3 Quel est l'intérêt d'un BCN ?

3-4 Indiquer le dosage minimal en ciment, 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.

### **EVALUATION**

-manipulation	8 points	
-exploitation	6 points	
-dialogue avec l'examineur	6 points	Total :20 points

# ANNEXE 1

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

Centrale : CENTRALE DE XXXXXX      Journée du : 04 /09 /  
 Formule : **BCN : CEM I 52,5 + L - B25 - 0/20 TPE : 1 - BA**

pesées du bon : 19703  
 temps de malaxage : 55

COMPOSANTS QUALITE FORMULE	GRANULATS			LIANTS		EAU	ADJUVANT	Hygrométrie		Eau apport		
	sable	gravillon	52,5	L	sable			grav.				
	810	1030	245	70	175	0,90		sec	sec			
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	2644	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				335
Théorique		4678		5778	1347	385	684,8	4,94				
écart en %		-1,45		-0,40	-0,52	-0,26	-0,85	-0,20				
Moyenne au m <sup>3</sup>		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 2005**

**EPREUVE U52 – LABORATOIRE**

**Thème n°7**

**SUJET**

**Durée :2 h40 mn +20mn 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

## Thème n°7-BETON avec AIR ENTRAINE

### MISE EN SITUATION :

Vous voulez mettre au point un béton ferme non armé pour mouler en continu les glissières de sécurité et les caniveaux d'une rocade soumis aux sels de déverglaçage (béton dit filé ) ou appelés produits dégivrants

### MATERIELS ,MATERIAUX et DOCUMENTS

Les normes relatives aux essais à effectuer ou à exploiter

-NFP 18 -305 ou EN 206

Les matériaux

-Ciment CEM1 52,5 365 kg/M3

-Sable sec (densité absolue =2,68) 783kg /M3

-gravier sec (densité absolue =2,67 ) 993 kg/M3

-eau efficace : 170l/M3

-entraîneur d'air pour obtenir 5% d'air occlus

Les matériels

-balance de précision suffisante

-malaxeur à béton

-cone d'abrams

-aeromètre à béton + notice d'utilisation

### TRAVAIL DEMANDE :

1/ déterminer la classe d'environnement du béton

2/quel est le pourcentage d'air entraîné minimum (appelé aussi teneur minimale en air du béton frais )

3/choisir parmi les adjuvants du lycée celui qui agit sur la quantité d'air :

4/donner sa plage (ou intervalle d'utilisation )

5/quelle est la valeur permettant de respecter le % demandé ?

6/ préparer une gachée de 30litres de béton

7/ quel est l'affaissement ?

8//quelle est la teneur en air de ce béton ?

9/conclusion :

le dosage est-il conforme aux spécifications des normes ?

à quoi sert un adjuvant entraîneur d'air ? quand l'utilise-t-on ? ,quels sont les effets sur le béton (résistance ,compression )

### EVALUATION

-manipulation 8 points

-exploitation 6 points

-dialogue avec l'examineur 6 points Total :20 points

# **BTS BATIMENT**

**Session 2005**

**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 B25.

## 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 :

- Un aspect satisfaisant et de " bien vieillir " ;
- 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, B25.
- \* Un scléromètre
- \* Presse hydraulique
- \* Papier millimétré

## Documents fournis :

- NF P 18 - 417 : Bétons - Mesure de la dureté de surface au scléromètre
- NF P 18 - 406 : Bétons - Essai de compression
- NF P 18 - 305 : Béton prêt à l'emploi.
- NF P 18 - 408 : 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.

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

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

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  $\sigma = f(\epsilon)$ .

2-2. D'interpréter les courbes :

- Rechercher la contrainte  $\sigma_{max}$  et la déformation  $\epsilon_{bc}$  correspondante.

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

## FICHE TERRAIN

Tableau de relevé

Pts	Lecture arrière		Lecture avant		$\Delta Z$		Comp.	Z
	Lecture	Contrôle	Lecture	Contôle	+	-		

# **B.T.S. BATIMENT**

**Session 2005**

**Epreuve U5.2 – Laboratoire**

**Thème 9**

**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.
- 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 plate-forme 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 de 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. (Document réponse N°3)

## Données sur l'état hydrique du sol étudié :

- la teneur en eau correspondant à l'Optimum Proctor Normal  $W_{OPN} = 8.5\%$
- teneur en eau naturelle du sol  $W_{nat} \% = 7\%$

## 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

### *Valeur au bleu*

#### Question 1

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

### *Analyse granulométrique*

#### Question 2

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

#### Question 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 tamisat inférieur à 2 mm
- Le pourcentage de tamisat inférieur à 80  $\mu\text{m}$

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 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.

### *Classification du sol*

#### Question 5

En vous servant des valeurs de VBS et/ou des limites d'Atterberg et des indications de la norme NF P 11-300 déterminez la sous classe fonction de la nature du sol

#### Question 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 du sol

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

## Document réponse N° 1

### Analyse granulométrique du sol étudié

Masse totale de l'échantillon prélevé pour l'analyse granulométrique  $M_h = 3950$  g

Teneur en eau de l'échantillon  $w = 7\%$

Masse de l'échantillon après lavage sur le tamis de 0.08 mm et séchage :  $R_{0.08} = 2290$  g cette partie de l'échantillon est soumise à une analyse granulométrique par voie humide. Le passant au tamis de 0.08 mm peut être analysé par sédimentométrie.

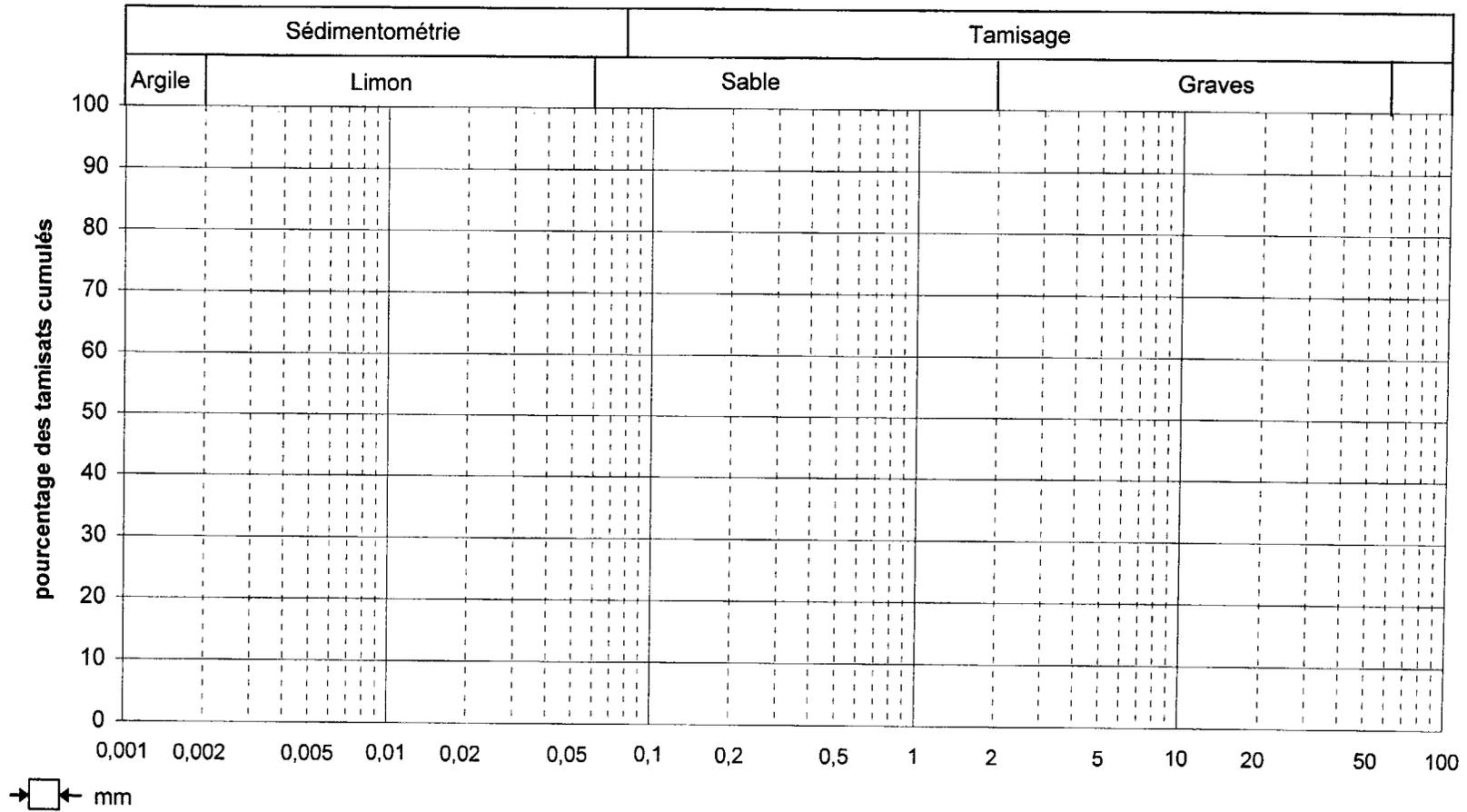
**Résultats de l'analyse granulométrique effectuée sur la fraction de sol refusée au tamis de 0.08 mm :**

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	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>259</b>	<b>591</b>	<b>1034</b>	<b>1551</b>	<b>2031</b>	<b>2290</b>
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 NF P 11-300**



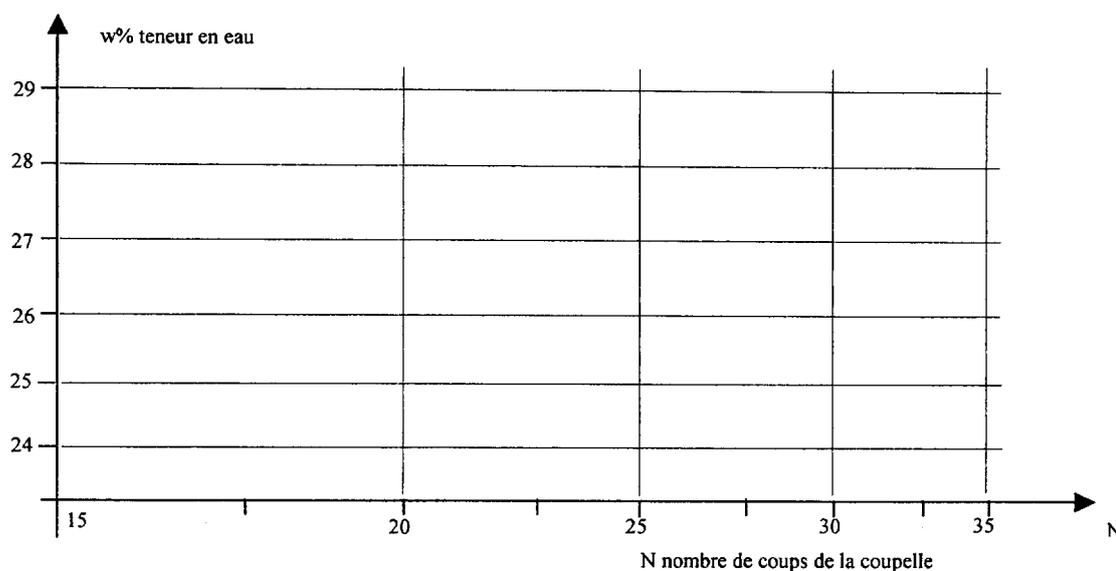
*BTS bâtiment session 2005*

## Document réponse N° 3

### Détermination des limites d'Atterberg NF P 94-051

#### W<sub>L</sub> 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<sub>L</sub> =        %

#### Limite de plasticité W<sub>p</sub>

Teneur en eau de plasticité (%)	W=12.6	W moy=	W=13.6	Wmoy =
	W=13.1		W=13.2	

W<sub>p</sub> =        %

Indice de plasticité I<sub>p</sub> =

Teneur en eau du sol w% =

Indice de consistance I<sub>c</sub> =

# **BTS BATIMENT**

**SESSION 2005**

**Sous-épreuve U 5.2 - LABORATOIRE**

**Thème n° L 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.

## 3. CONTROLE DU COMPACTAGE : sols A et B

3.1 Quels sont les essais qui permettent de contrôler sur site le compactage ?

# 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 <sup>3</sup> )	
Masse volumique sèche $\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )	
Poids volumique sec $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	
Densité sèche $d_d$	

Détails des calculs de  $M_s$ ,  $V$ ,  $\rho_d$ ,  $\gamma_d$  et  $d_d$  :

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

# 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 <sup>3</sup> )	2297	2297	2297	2297	2297	2297
Masse volumique sèche $\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )						
Poids volumique sec $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )						
Densité sèche $d_d$						

Détails des calculs de  $M_s$ ,  $\rho_d$ ,  $\gamma_d$  et  $d_d$  (pour l'essai 1 uniquement) :

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

# **BTS BATIMENT**

**Session 2005**

**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 XP 94-049-1 : Sols : Détermination de la teneur en eau des sols par dessiccation au four à micro-ondes
- 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  $\gamma$ .**
- ✓ **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,  $\gamma_s$ .**
- ✓ **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 :**

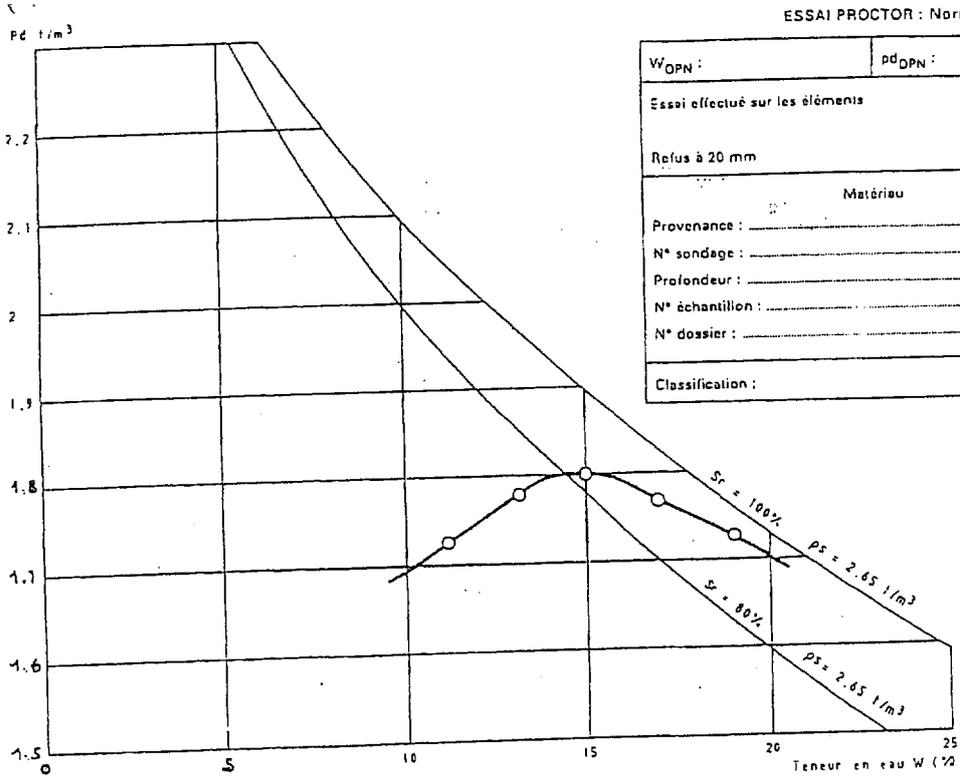
**Prénom :**

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Poids volumique apparent	$\gamma$		
Teneur en eau	$\omega$		
Poids volumique absolu	$\gamma_s$		
Poids volumique sec	$\gamma_d$		
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



ESSAI PROCTOR : Normal

W <sub>OPN</sub> :	P <sub>dOPN</sub> :
Essai effectué sur les éléments	5 mm - 20 mm
Refus à 20 mm	
Matériau	
Provenance : _____	
N° sondage : _____	
Profondeur : _____	
N° échantillon : _____	
N° dossier : _____	
Classification :	

# **BTS BATIMENT**

**Session 2005**

**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  $\pm 1$  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  $\tau$  en fonction du déplacement  $\delta l$ .

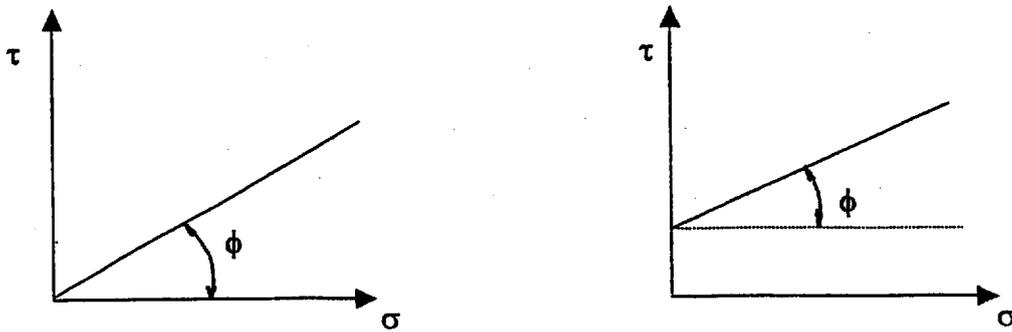
Pour chacun des essais, en déduire la contrainte de cisaillement à la rupture  $\tau_r$ .

2) Tracer la courbe intrinsèque du sol, en déduire son angle de frottement  $\phi$  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 :

\*  $\phi$  = angle de frottement interne

$\phi_{uu}$  = valeur correspondant à l'équilibre à court terme

$\phi'$  = valeur correspondant à l'équilibre à long terme

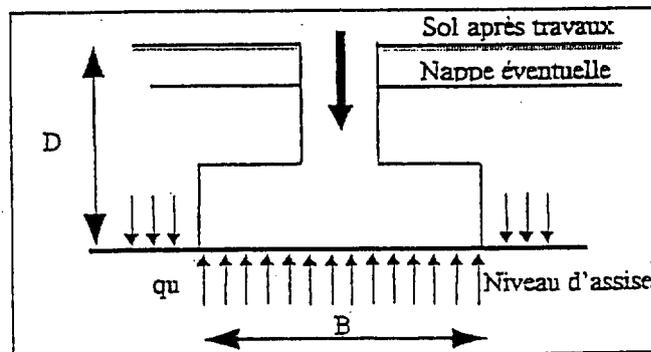
\*  $C$  = cohésion ( $T/m^2$ )

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

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

\*  $\gamma$  = 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  $N_c$ ,  $N_\gamma$ ,  $N_q = f(\phi)$  (Cf.tableau)

$\phi$ en degrés	$N_c$	$N_\gamma$	$N_q$
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  $\phi_{uu}$

$q_u$  en équilibre à long terme, prendre  $C'$  et  $\phi'$  (valeurs consolidées).

Unités  $q_u$  en  $T/m^2$  si  $\gamma$  est en  $T/m^3$  et  $C$  en  $T/m^2$  et  $B$ ,  $D$  en mètres

Les valeurs  $C$ ,  $\phi$ ,  $C_{uu}$ ,  $\phi_{uu}$ ,  $\gamma$  sont déterminées par des essais en laboratoire.

**Question :**

Calculer la valeur de la contrainte ultime sous la semelle avec :

$$D = 1.20 \text{ m} ; B = 1.50 \text{ m} ; L = 1.50 \text{ m} \text{ et } \phi = 33^\circ$$

On admettra que le remblai et le sol support sont secs et que la valeur de leur poids volumique est  $18 \text{ kN/m}^3$ . 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  $\delta L$  tous les 0.2 mm jusqu'à 2 mm puis tous les 0.5 mm au delà.

Temps (Seconde)	Déplacements $\delta L$ (mm)	Contrainte : $\sigma_1 = 100$ kPa			Contrainte : $\sigma_2 = 200$ kPa		
		Déformations ( $10^{-2}$ mm)	Efforts (daN)	Contraintes Tangentielles $\tau$	Déformations ( $10^{-2}$ mm)	Efforts (da N)	Contraintes Tangentielles $\tau$
	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 2005**

**Sous-épreuve U 5.2 - LABORATOIRE**

**Thème n° L 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

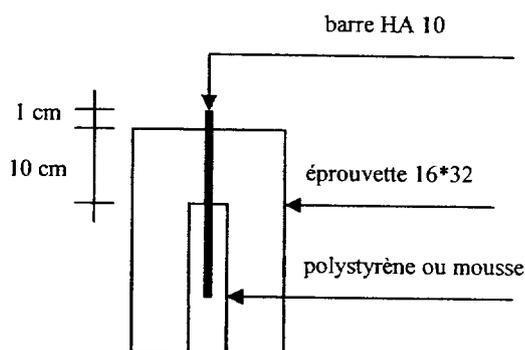
On cherche à vérifier l'effort de traction dans l'armature à haute adhérence et la transmission des efforts à l'interface acier-béton définie par le phénomène d'adhérence.

## MATERIEL

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

## MATERIAUX UTILISES

- Armatures haute adhérence HA 10 de type feE500 pour essai de traction
- 1 éprouvette 16\*32 surfacée de type B25 pour essai de compression
- 1 éprouvette 16\*32 de type B25 pour essai de fendage
- 1 éprouvette 16\*32 de type B25 pour essai d'adhérence dont le schéma est donné ci-contre :



## DOCUMENTS FOURNIS AU CANDIDAT

- Norme NF EN 10002-1 : Essai de traction
- Norme NF A 35-016 : Barres à haute adhérence
- Norme NF P 18-406 : Essai de compression
- Norme NF P 18-408 : 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

## CENTRE D'EXAMEN POSSEDANT UNE MACHINE DE TRACTION

### 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.

#### 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 Fte correspondant à la limite élastique fe (Re) :

A partir de la limite élastique fe (Re) donnée par l'essai et de la section de la barre à haute adhérence HA 10, déterminer l'effort de traction Fte 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 ftj (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 ftj.

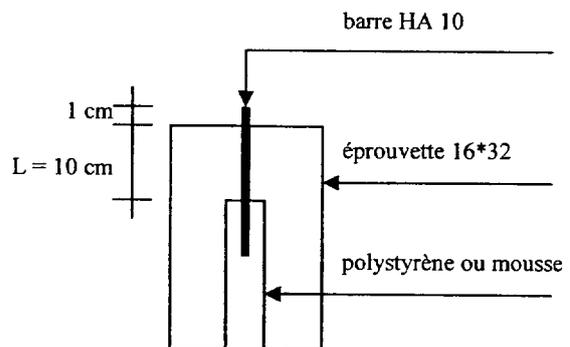
Calculer la résistance caractéristique à la traction ftj (j=28) en fonction de la résistance caractéristique à la compression fcj (j=28) à partir de la formule donnée ci-dessous. Le béton est de type B25. Comparer cette valeur de ftj avec celle obtenue par fendage.

$$\text{BAEL A.2 : } ftj = 0,6 + 0,06 * fcj$$

#### 2.2 Essai d'adhérence sur une barre HA 10 et une éprouvette de béton 16\*32 :

L'essai consiste à mesurer l'effort maximum 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 ou de polystyrène.

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.



Réaliser l'essai de rupture par adhérence d'un HA 10 ancré sur 10 cm de longueur dans une éprouvette de béton 16\*32.

En déduire l'effort maximal de glissement Fg en kN. Comparer cette valeur à Fte. Conclure.

Calculer la contrainte expérimentale de rupture par adhérence  $\tau_{ad}$  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  $\tau_{ad}$  avec la valeur  $\tau_{su}$  donnée ci-dessous pour une armature à haute adhérence et un béton de type B25. Conclure.

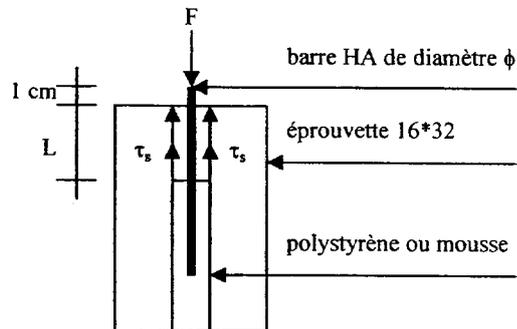
$$\text{BAEL A.6 : } \tau_{su} = 0,6 * (\Psi_s)^2 * ftj \text{ (avec } \Psi_s = 1,5 \text{ pour des armatures à haute adhérence)}$$

### 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  $\phi$  ancrée sur une longueur L dans un bloc de béton.

La contrainte d'adhérence  $\tau_s$  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  $\tau_s$ , L et  $\phi$ .



#### 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  $\tau_{su}$  donnée ci-dessous, déterminer l'effort maximal  $F_g$  exercé sur la barre au moment du glissement.  $F_g$  sera exprimé en fonction de  $\psi_s$ ,  $f_{t28}$ , L et  $\phi$ .

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

#### 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  $\phi$ .

#### 3.4 Application numérique :

Pour les valeurs particulières suivantes :

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

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

$f_e = 500$  MPa pour du HA classique

L = 10 cm pour la longueur d'ancrage

$\phi = 10$  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.

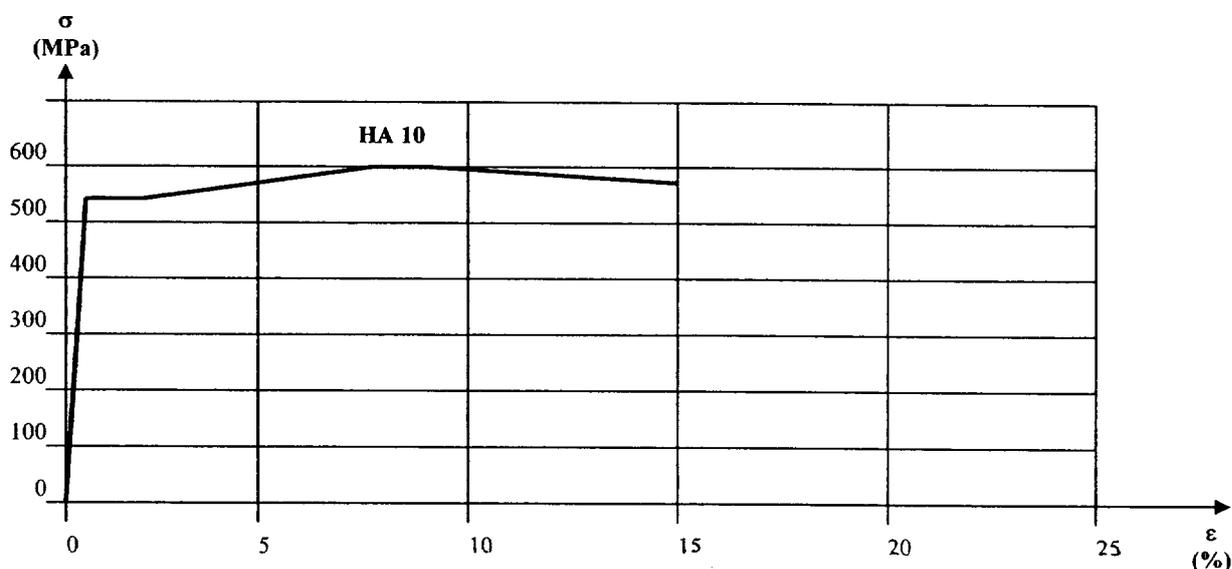
# TRAVAIL DEMANDE

## CENTRE D'EXAMEN NE POSSEDANT PAS UNE MACHINE DE TRACTION

### 1. ESSAI DE TRACTION SUR ARMATURE A HAUTE ADHERENCE :

#### 1.1 Exploitation de la courbe contrainte – déformation d'une barre à haute adhérence HA 10 de type feE500 :

Donner un schéma simplifié de la courbe contrainte – déformations définie par la norme NF EN 10002-1 (paragraphe 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 aux résultats donnés par la courbe contrainte – déformation de l'essai de traction donnée ci-dessous :



#### 1.2 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 compression sur éprouvette 16\*32 :

Réaliser un essai de compression à la rupture sur une éprouvette de béton 16\*32 selon la norme NF P 18-406. Déterminer la contrainte de compression du béton  $f_{cj}$  ( $j=28$ ) en MPa. Le béton est de type B25. Comparer cette valeur de  $f_{cj}$  à la résistance caractéristique à la compression  $f_{ck}$ .

#### 2.2 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  $f_{tj}$ .

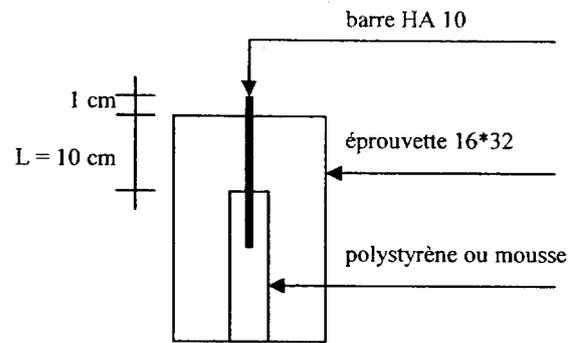
Calculer la résistance caractéristique à la traction  $f_{tj}$  ( $j=28$ ) en fonction de la résistance caractéristique à la compression  $f_{cj}$  ( $j=28$ ) à partir de la formule donnée ci-dessous. Le béton est de type B25. Comparer cette valeur de  $f_{tj}$  avec celle obtenue par fendage.

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

### 2.3 Essai d'adhérence sur HA 10 et éprouvette 16\*32 :

L'essai consiste à mesurer l'effort maximum 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 ou de polystyrène.

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.



Réaliser l'essai de rupture par adhérence d'un HA 10 ancré sur 10 cm de longueur dans une éprouvette de béton 16\*32.

En déduire l'effort maximal de glissement  $F_g$  en kN .

Calculer la contrainte expérimentale de rupture par adhérence  $\tau_{ad}$  en la supposant constante le long de la barre.

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

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

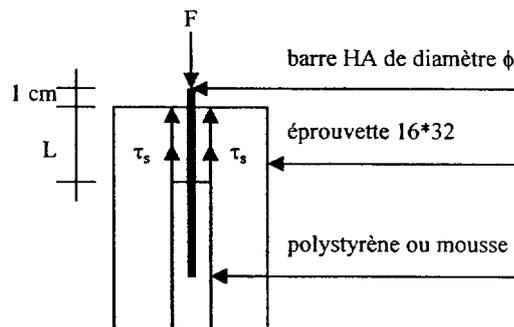
$$\text{BAEL A.6 : } \tau_{su} = 0,6 * (\Psi_s)^2 * f_{tj} \text{ (avec } \Psi_s = 1,5 \text{ pour une armature à haute adhérence)}$$

## 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  $\phi$  ancrée sur une longueur  $L$  dans un bloc de béton.

La contrainte d'adhérence  $\tau_s$  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  $\tau_s$ ,  $L$  et  $\phi$ .



### 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  $\tau_{su}$  donnée ci-dessous, déterminer l'effort maximal  $F_g$  exercé sur la barre au moment du glissement.  $F_g$  sera exprimé en fonction de  $\Psi_s$ ,  $f_{t28}$ ,  $L$  et  $\phi$ .

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

### 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  $\phi$ .

### 3.4 Application numérique :

Pour les valeurs particulières suivantes :

- $\Psi_s = 1,5$  pour des armatures à haute adhérence
- $f_{t28} = 2$  MPa qui est une valeur plausible pour un béton courant
- $f_e = 500$  MPa pour du HA classique
- $L = 10$  cm pour la longueur d'ancrage
- $\phi = 10$  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 2005**

### **Epreuve U5.2 – Laboratoire**

#### **Thème 14**

#### **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.
- 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 à Haute Performance

## Objectif de l'étude :

Dans le cadre de la réalisation de poteaux d'un bâtiment de bureaux, vous avez à utiliser du béton de résistance caractéristique 60 MPa afin de pouvoir diminuer la section de ceux-ci.

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 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 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 "
- Fiche technique la fumée de silice et du superplastifiant utilisés

## Matériaux et matériels à utiliser

- Ciment CEM I 52.5N
- Fumée de silice
- Superplastifiant
- Sable et gravillons secs
- Matériel courant de laboratoire.

## Composition du béton demandé

- |                       |              |
|-----------------------|--------------|
| - Ciment CEM I 52.5 N | - 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) Réalisez une gâchée de 20 à 30 litres du béton dont la formule vous est donnée.
- 2) Vérifiez 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 réalisé 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 des 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 2005**

**Sous-épreuve U 5.2 - LABORATOIRE**

**Thème n° L 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 :

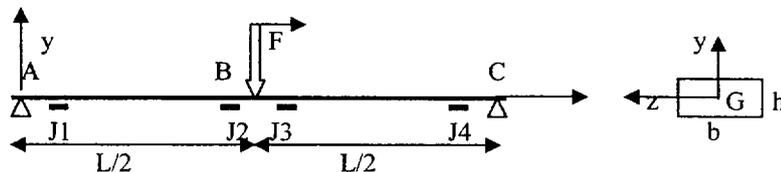
Au cours de votre entretien avec l'examineur, il vous sera demandé de présenter l'ordre chronologique des différentes opérations et calculs auxquels vous aurez procédé. Il est conseillé de présenter vos calculs sous forme de tableaux chaque fois que vous le jugerez utile. Précisez les unités utilisées.

## 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  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_3$  et  $\varepsilon_4$  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  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  et  $\varepsilon_4$  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  $F_{\text{maxi}}$  engendrant la flèche limite  $f_B = L/250$ .

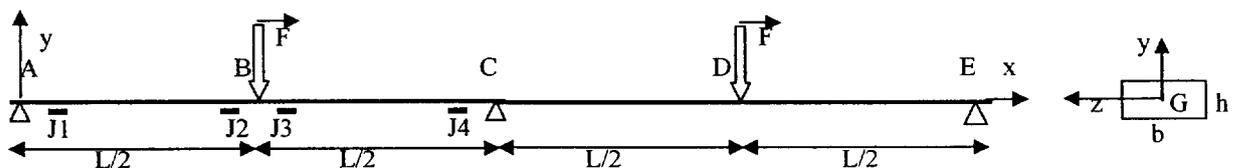
2- Concernant le moment :

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  $\alpha$  à partir des valeurs mesurées précédemment.

2-b En déduire la valeur  $F_{\text{maxi}}$  engendrant une contrainte normale maximale  $\sigma$  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 :



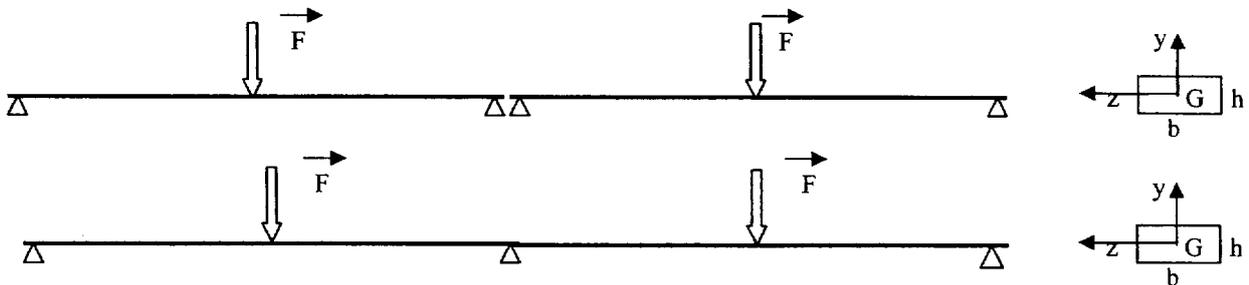
## PARTIE B-1 : Sous l'effet de la charge $F=2F1$ :

1 – Mesurer la flèche  $f_B$  au point B.

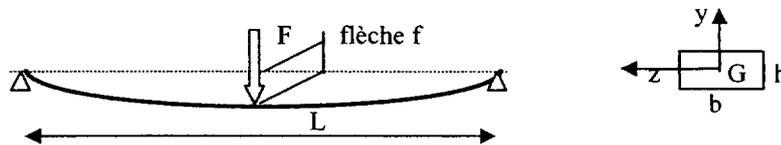
2 – Mesurer les déformations relatives  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  et  $\varepsilon_4$  au droit des jauges J1, J2, J3 et J4. En déduire la valeur du moment fléchissant au droit de chacune des 4 jauges – voir formule (3) page 3/3. En déduire le tracé du diagramme du moment fléchissant 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

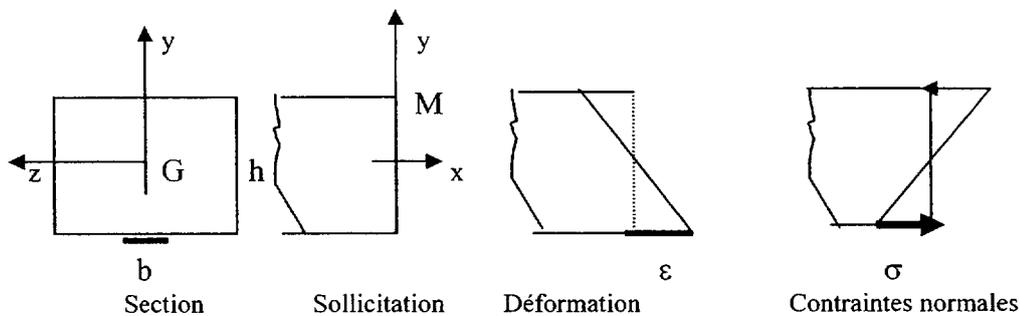
Quelles conclusions pouvez-vous tirer de votre étude dans les 2 configurations suivantes, en ce qui concerne les déformations et le moment fléchissant ?



### 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