

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème n°1

Sujet

Durée: 2h40 mn + 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.

Thème n°1 - Granulats 1
ETUDE DE GRANULATS

MISE EN SITUATION:

Vous êtes responsable de contrôler la qualité des granulats dans une centrale à béton.

MATERIEL, MATERIAUX ET DOCUMENTS FOURNIS:

- Normes:

-
- NF P 18-541: Granulats pour bétons hydrauliques.(ou XP P18-540)
- NF P 18-591: Propreté superficielle des granulats.
- NF P 18-554 : Mesure des masses volumiques, de la porosité, du coefficient d'absorption et de la teneur en eau des gravillons et des cailloux.
- NF P 18-598: Essai équivalent de sable.

- Matériaux:

- Sable sec: 2 kg,
- Gravillon sec: 6 kg.
- Gravillon humide: 6 kg.

- Matériel:

- pour détermination des masses volumiques,
- pour réaliser l'équivalent de sable,
- pour mesurer l'absorption d'un gravillon.
- balance.

TRAVAIL DEMANDE:

A la demande d'un client vous devez lui donner différentes caractéristiques du sable et du gravillon avec lesquels vous allez réaliser le béton:

Pour le sable: - **Masse volumique apparente,**
 - **Masse volumique absolue,**
 - **Propreté du sable.**

Pour le gravillon: - **Masse volumique apparente,**
 - **Masse volumique absolue,**
 - **Coefficient d'absorption,** (échantillon l fourni de masse sèche Ms1 et lavé sur tamis 4 mm : demandé Ms1 à l'examineur)
 - **Propreté du gravillon. Préciser le mode opératoire en vous aidant de schémas si nécessaire.** (Pas de manipulation à réaliser)

Comparer vos résultats aux valeurs courantes.

En déduire les incidences des caractéristiques de ce sable et de ce gravillon sur la confection d'un béton (en terme d'ouvrabilité ou(et) de résistance).

REMARQUE pour les masses volumiques:

Evaluer l'erreur relative sur la détermination de la masse volumique absolue du gravillon due aux incertitudes de pesée uniquement. Citez les autres sources d'erreur au cours de cette manipulation

DUREE: 2 h 40 mn + 20 mn de discussion avec le jury.

EVALUATION:

- Pertinence des choix de l'essai:	2 points
- Utilisation rationnelle des principaux matériels de contrôle:	5 points
- Rigueur dans la conduite de l'essai et son compte-rendu:	6 points
- Exactitude et précision des mesures, des résultats:	3 points
- Interprétation judicieuse des résultats:	<u>4 points</u>
TOTAL	20 points

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème L 2

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 GRANULOMETRIQUE

INTRODUCTION

Vous venez d'ouvrir une nouvelle carrière, et vous voulez connaître les différents matériaux que vous exploitez. Vous considérez que pour cette carrière les clients ne seront que des fabricants de bétons.

Vous disposez des premiers échantillons prélevés sur stock. Matériau M1 et matériau M3.

Votre travail comportera les étapes suivantes :

- **La réalisation des essais demandés sur le matériau M1**
- **La réalisation d'un matériau S et sa dénomination.**
- **L'étude du matériau M3 et sa dénomination.**

DOCUMENTS A CONSULTER

Les normes relatives aux essais à effectuer ou à exploiter.

- XP P 18-540 (Oct-97) Définitions, conformités, classifications.(ou P18-101 et P18 541)
- NF P 18-551 (Dec 90) Prélèvement des matériaux sur stock
- NF P 18-560 (Sep 90) Analyse granulométrique par tamisage.
- NF P 18-561 (Sep 90) Mesure du coefficient d'aplatissement.

MATERIAUX - MATERIELS - DOCUMENTS A UTILISER

- Matériau M1 sec.
- Matériau M3 sec.
- Série de tamis pour analyse granulométrique
- Balance à 10g de précision.
- Feuille d'analyse granulométrique (Annexe A de la P 18-560)
- Feuille d'essai du coefficient d'aplatissement.

TRAVAIL DEMANDE

• ANALYSER LE MATERIAU (M1)

A partir de l'analyse granulométrique du matériau M1, déterminez le module de finesse noté : Mf_1 .

- ◇ Pouvons nous utiliser ce matériau M1 pour la fabrication d'un béton de qualité ?
- ◇ Quelles solutions proposez-vous pour obtenir un béton de qualité ?

• REALISATION DU MATERIAU (S)

- ◇ Afin d'obtenir le sable pour la fabrication des bétons, nous avons choisi de mélanger le matériau M1 avec le matériau M2. Pour cela, on va utiliser le matériau M2 (fraction 0/2,5 du matériau M1) pour obtenir un module de finesse du sable S de 2,5. Tracer la courbe d'analyse granulométrique de M2 (sur la feuille d'analyse granulométrique de M1).
- ◇ Calculer le module de finesse de M2, noté Mf_2 , et déterminer la proportion de matériau M1 et M2 pour obtenir le sable S. Vous pouvez utiliser les formules d'Abrams ci-dessous:

$Mf_2 < Mf < Mf_1$	$x\% = \frac{Mf - Mf_2}{Mf_1 - Mf_2}$	$y\% = \frac{Mf_1 - Mf}{Mf_1 - Mf_2}$
--------------------	---------------------------------------	---------------------------------------

- ◇ Tracez la courbe granulaire du mélange $S = x\% M1 + y\% M2$ sur la feuille d'analyse granulométrique de M1.
- ◇ Préparez le matériau S et réalisez la courbe d'analyse granulométrique.
- ◇ Donnez la désignation commerciale des matériaux S, M1 et M2.
- ◇ Nommez les autres essais à réaliser pour classer les sables.

• ANALYSER LE MATERIAU (M3)

- ◇ Définissez ce matériau par rapport à la norme P18-540. (Analyse granulométrique et coefficient d'aplatissement).
- ◇ L'examineur donnera au candidat la masse volumique absolue du matériau M3.

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème L 3

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.

PREMIERE PARTIE : Foisonnement d'un sable

Introduction :

Le sable approvisionné sur le chantier n'est jamais sec, ce qui entraîne généralement un manque de sable par mètre cube de béton d'où un béton poreux, car les vides ne seront pas bouchés, et moins résistant et moins durable.

Il faut donc :

- Soit déterminer les quantités mises en oeuvres par pesées, en tenant compte de la teneur en eau.
- Soit déterminer préalablement la courbe de la variation de la masse volumique apparente (ρ en g/cm^3) en fonction de la teneur en eau (ω en %).

Matériels et matériaux :

- Un sable sec 0/5
- Balance
- Récipient de 1 ou 2 d m^3
- Four micro-ondes.

Travail demandé :

La manipulation portera sur la mise en évidence de l'importance du foisonnement du sable. Déterminer la masse volumique apparente sèche (ρ_d) du sable fourni en faisant varier sa teneur en eau.

Principe de détermination :

a- Peser 2000 g de sable sec

b- Déterminer la masse volumique apparente humide ρ_h du matériau : ρ_0

c- Ajouter 40g d'eau aux 2000 g de sable. Bien mélanger et déterminer la nouvelle masse volumique : ρ_1 , contrôler la teneur en eau

d- Ajouter à nouveau 40g, déterminer : ρ_2 , contrôler la teneur en eau

Répéter l'opération trois fois.

Tableau des résultats :

Quantité d'eau ajoutée (en g)	ω (%)	ρ_h (g/cm^3)	ρ_d (g/cm^3)
0			
40			
80			
120			
160			

e- Porter les résultats sur un graphique : $\rho_d = f(\omega)$.

On donne :
$$\rho_d = \frac{\rho_h}{1 + \omega}$$

Questions :

1) Analyser les résultats obtenus et interpréter la courbe obtenue.

2) Exercice :

Sur un chantier, la quantité de sable pour fabriquer un mortier (enduit de façade, corps d'enduits, épaisseur 20mm, surface 5 m²) dosé à :

Sable sec : 100 litres

Ciment : 50 kg

En fonction des résultats obtenus lors de la manipulation, sachant que le sable livré contient 3 % d'eau, quel volume de sable humide faut-il ajouter au 50 kg de ciment pour obtenir le même dosage.

3) **Montrer l'importance de la négligence du phénomène de foisonnement sur le dosage des enduits.**

DEUXIEME PARTIE : Compacité d'un mélange de sable et de gravier

Introduction :

L'étude de la classe granulaire d'un béton montre que la résistance dépend de la compacité des agrégats inertes qui composent ce béton. Les courbes de mélange granulaires de référence sont basées sur ce principe.

En l'absence de méthode de formulation des bétons sur chantier, vous êtes chargés d'élaborer un mélange granulaire de deux matériaux visant à respecter le critère de compacité maximale (ou porosité apparente minimale) des granulats.

Matériels et matériaux :

Un sable sec 0/5

Un gravier sec 5/20

Le sable et le gravier ont la même provenance, on supposera qu'ils ont la même masse volumique absolue ρ_{abs} qui vous est donnée par le jury.

Balance. Eprouvette en carton 16x32.

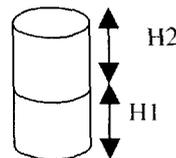
Documents fournis :

Norme NF P 18 101 (ou 18 -540): Granulats – vocabulaire - Classification

Travail demandé :

Mode opératoire de la manipulation :

1) Réaliser un mélange de sable et de gravillon avec des proportions variables, avec une masse totale $M_s + M_g = 5,00\text{kg}$. Compléter en premier temps les colonnes M_s et M_g . Calculer le volume occupé par l'éprouvette dans l'éprouvette (H_2).



2) Compléter le tableau suivant en utilisant la masse volumique apparente sèche ρ_d :

%Gravier 5/20	%Sable 0/5	Φ	H_1	H_2	V	M	ρ_d
100	0						
70	30						
60	40						
50	50						
40	60						
0	100						

X [%]	Mg [g]	Ms [g]	Vg [cm3]	Vs [cm3]	Vg+Vs [cm3]	V [cm3]	Vv [cm3]	e	n [%]	c
100 %										
70 %										
60 %										
50 %										
40 %										
0 %										

3) Calculer la masse volumique apparente de chacun des mélanges (voir tableau ci-dessus).

4) En déduire la porosité des différents granulats et mélanges (voir tableau ci-dessus)

5) Tracer la courbe $c = f (\%G)$.

6) Quelles proportions de sable et de gravier proposez vous pour obtenir la porosité minimale ?

Rappel :

Compacité d'un matériau : c

; **Porosité apparente d'un matériau : n = 1 - c**

$$c = \frac{\text{Volumedesolide}}{\text{Volumetotal}} = \frac{\rho_d}{\rho_{abs}}$$

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème n°4

Sujet

Durée: 2h40 mn + 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.

BTS Bâtiment 2001

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'essai d'étude et de convenue 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 15-010 –Liants hydrauliques : « guide d'utilisation des Ciments »
- 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 »

Suivant l'addition utilisée :

- NF P 18-501 - Additions pour béton hydraulique – Fillers
- NF P 18-502 - Additions pour béton hydraulique - Fumées de silice
- NF P 18-506 - Additions pour béton hydraulique - Laitier vitrifié moulu de haut-fourneau
- NF P 18-508 - Additions pour béton hydraulique - Additions calcaires - Spécifications et critères de conformité
- NF P 18-509 - Additions pour béton hydraulique - Additions siliceuses - Spécifications et critères de conformité

Matériaux et matériels à utiliser

- Ciment CPA CEM I 52.5
- Fines calcaires ou autres suivant le centre d'examen.
- Sable normal
- Eprouvettes de mortier normal 4x4x16, réalisées avec le ciment CPA CEM I 52.5, âgées de 28 jours
- Eprouvettes de mortier 4x4x16, réalisées avec le ciment CPA CEM I 52.5 plus les fines conformément à la norme correspondant aux fines utilisées, 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 :

- Donnez le mode opératoire permettant de réaliser une série d'éprouvettes en vue de mesurer la classe vraie du ciment utilisé.
- Réalisez une série d'éprouvettes permettant de mesurer l'activité des fines utilisées.
- A partir des éprouvettes de mortier âgées de 28 jours données :
 - déterminez la classe vraie du ciment
 - déterminez l'activité des fines.
- Donnez le mode opératoire des essais de prise et le durcissement d'un ciment.

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème 5

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.

CIMENT

Proposition de formulation : La formulation des bétons à hautes performances (BHP) est une opération plus complexe que celle des bétons classiques, car le nombre de paramètres à gérer est plus élevé (jusqu'à trois constituants supplémentaires). Le point critique consiste souvent à « marier » un ciment et un adjuvant superplastifiant, de façon à ce qu'ils conduisent à un mélange fluide (bien que de faible teneur en eau), et ce pendant un temps suffisant pour permettre une mise en oeuvre aisée du béton.

Les opérations de formulation peuvent s'ordonner suivant la série d'étapes suivante :

- 1- Il faut d'abord choisir les constituants en utilisant l'expérience locale disponible.
- 2- On doit ensuite évaluer les proportions des constituants du béton ayant des chances de répondre au cahier des charges.
- 3- Le squelette granulaire doit être optimisé.
- 4- Le système liant(s)-adjuvant(s) doit être étudié.
- 5- Enfin, le béton doit être vérifié en termes de comportement rhéologique (en utilisant, par exemple, un rhéomètre à béton), puis de caractéristiques mécaniques, et, éventuellement, de durabilité.

Objectif : Dans le présent TP, on s'intéressera particulièrement à une partie de l'étape 4. Plus précisément, un liant et un superplastifiant ayant été choisis :

- on se propose d'étudier l'évolution de la fluidité de la pâte (liant + eau + superplastifiant + éléments de dimension $< 2\text{mm}$) lorsqu'on fait évoluer le dosage en superplastifiant.
- d'en déduire le pourcentage de saturation (Adjuvant/Liant), au-delà duquel le produit n'a plus d'effet fluidifiant supplémentaire.

Matériaux :

Ciment CPA-CEM I 52,5

Superplastifiant : HR 401 de chez Sika (fiche technique jointe).

Matériel :

Malaxeur à mortier

Cône de Marsh avec ajutage de 8mm (repère à 1000ml)

Récipient de réception du coulis (repère à 500 ml)

Chronomètre

Normes :

- Néant.

A. LE CIMENT

Déterminer la masse volumique absolue du ciment proposé.

B. LE SUPERPLASTIFIANT : COMPOSITION

Déterminer le pourcentage « extrait sec / solution liquide » A_S/A_L du superplastifiant, appelé aussi rapport « masse anhydre / masse solution aqueuse ».

Rq : Pour les essais suivants, le superplastifiant est en solution aqueuse, on tiendra compte de l'apport d'eau qu'il contient.

C. LE COULIS : COMPOSITION

Pour chaque essai, on prendra une masse de ciment égale à 2000 g et une masse d'eau égale à 600 g. Que pensez-vous du rapport E/C choisi ?

Connaissant les masses volumiques absolues du ciment et de l'eau (1 g/cm^3), vérifier que l'on obtiendra bien une quantité supérieure à 1 litre de coulis.

D. FABRICATION DU COULIS

Le coulis est composé de 2000 g de ciment, de 600 g d'eau (efficace) et du superplastifiant (compté en extrait sec et exprimé en fonction du poids de ciment).

- Mettre dans le bol du malaxeur l'eau et 1/3 du superplastifiant.
- Mettre le ciment dans le bol et déclencher le chronomètre (**instant T_0**).
- Malaxer à petite vitesse pendant 1 minute.
- Mettre les 2/3 restant de l'adjuvant.
- Malaxer à petite vitesse pendant 1 minute et 30 s.
- Dès la fin du malaxage, verser **1 litre** de coulis dans le cône jusqu'au repère.
- S'assurer que la paroi interne du cône est humide avant chaque mesure (après rinçage à l'eau, le cône est posé à l'envers sur la paillasse pendant environ 20 secondes).
- La première mesure du temps d'écoulement se fait à **$T_0 + 5 \text{ min}$** . On mesure le temps T d'écoulement des **500 premiers millilitres**.

E. ETUDE DU TEMPS D'ÉCOULEMENT AU CÔNE DE MARSH

Pour les différents dosages en superplastifiant définis ci-dessous (A_S/C % ; A_S : masse d'adjuvant en extrait sec et C : masse de ciment) mesurer le temps d'écoulement T en secondes.

1- Fabriquer selon le mode opératoire défini ci-dessus les coulis C1, C2, C3 et C4. Réaliser un essai au cône de Marsch en notant le temps d'écoulement T en secondes.

COULIS	C1	C2	C3	C4
Rapport (A_S/C) en %	0	0,50	0,75	1,25
Temps d'écoulement en secondes				

2- Tracer le graphe : temps d'écoulement $T = f(A_S/C)$. Conclure quant à la plage d'utilisation de ce superplastifiant dans une pâte de ciment (dosage minimum pour une bonne efficacité du superplastifiant et dosage maximum en ce qui concerne l'économie).

3- Retrouver la plage de dosage (utilisation dans un béton) définie par le fabricant dans la fiche technique. Comparer à vos résultats obtenus pour une pâte de ciment et conclure.

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème n°6

Sujet

Durée: 2h40 mn + 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.

Thème n°6 - Béton 1
ETUDE D'UN BETON

MISE EN SITUATION:

Les murs pignons d'un gymnase sont des voiles en béton armé.
Vous êtes chargé d'élaborer une composition de béton dont la nature des granulats est spécifié par le centre d'examen.

Ce béton doit avoir les caractéristiques suivantes:

CPJ-CEM II/A 32,5 - 9 cm - B 25 - 0/ - E: 2a - BA

MATERIEL, MATERIAUX ET DOCUMENTS FOURNIS:

- Normes:

- 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:

- Formulaire relatif à la méthode de 'Baron - Ollivier' (de la page 3/6 à 6/6),
- Courbes granulométriques des granulats (fournies par le centre d'examen).

- Matériaux:

Granulats	Classe granulaire	Masse volumique absolue (kg/dm ³)	Teneur en eau
Sable humide	/		à déterminer
Gravillon humide	/		à déterminer

Ciment	Classe Vraie	Masse volumique absolue
CPJ-CEM II/A 32.5	45 MPa	3,1 kg/dm ³

- Matériel:

- pour détermination la teneur en eau des granulats.
- pour fabrication et contrôle du béton:
Malaxeur, Balance, Cône d'Abrams, pelle...
- 3 moules 16 x 32.

TRAVAIL DEMANDE:

- 1- Déterminer la composition pour 1 m³ de béton avec des granulats secs.
- 2- Réaliser le béton pour les 3 éprouvettes 16x32 avec des granulats humides.
- 3- Contrôler l'affaissement.
- 4 – Réaliser les 3 éprouvettes et contrôler la densité.
- 5- Donner la nouvelle composition de béton après correction.

DUREE: 2 h 40 mn + 20 mn de discussion avec le jury.

EVALUATION:

- Pertinence des choix de l'essai:	2 points
- Utilisation rationnelle des principaux matériels de contrôle:	4 points
- Rigueur dans la conduite de l'essai et son compte-rendu:	6 points
- Exactitude et précision des mesures, des résultats:	4 points
- Interprétation judicieuse des résultats:	<u>4 points</u>
TOTAL	20 points

METHODE "BARON - OLLIVIER"

1- Vérification de D, dimension maximale des granulats:

- Limitation de la dimension maximale D des granulats:

Caractéristiques de la pièce à bétonner	D
e_h : distance libre horizontale entre armatures voisines	$\leq e_h/1,5$
e_v : distance libre verticale entre armatures voisines	$\leq e_v$
d: distance entre armatures (norme ENV 206)	$\leq d - 5\text{mm}$
h_m : épaisseur minimale de la pièce (ENV 206)	$\leq h_m/4$
e: enrobage	$\leq e$

- La dimension maximale D correspond au D de l'appellation commerciale d/D du plus gros granulats utilisé (NF P 18-541). 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:
 - on ne dispose pas d'information sur la qualité de la fabrication:

$$f_{c_{moy}} = f_{c_k} + 5 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{c_k} \leq 25 \text{ MPa}$$

$$f_{c_{moy}} = f_{c_k} + 6 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{c_k} > 25 \text{ MPa}$$

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)	0 - 4	160	25
Plastique (P)	5 - 9	190	20
Très Plastique (TP)	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 t	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 $f_{mc_{28}}$:

Classe du ciment	$f_{mc_{28}}$ (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: $V = C/\rho_c + S/\rho_s$

C: dosage en ciment (kg/m³)

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:

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

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

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

6- Courbe granulaire de référence:

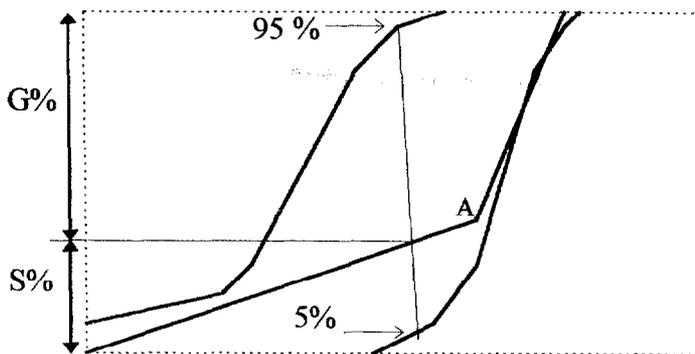
Point	Abscisse X (tamis)	Ordonnée Y (% tamisat)
O	0,063	0
A	D/2	$50 - \sqrt{D} + \text{termes correctifs}$
B	D	100%

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:

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

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

- Masse de chaque granulat: à calculer à partir de leur masse volumique absolue.

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème L 7

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.

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.), régi par la norme NF P 18-305 (août 96), " Bétons prêts à l'emploi préparés en usine " : Etude comparative entre un CPA CEM 152,5 et un CPJ-CEM II/A ou B 32,5, passer une commande de B.P.E., réaliser une gâchée d'étude.

Documents à disposition : norme NF P 18-305 et, pour les essais sur béton frais, les normes NF P 18-404, NF P 18-422, NF P 18-423, NF P 18-451, ...

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

TRAVAIL DEMANDÉ

1. CHOIX DU CIMENT.

En tant que responsable de la centrale à béton, vous devez choisir le ciment pour la fabrication du béton. Vous pouvez utiliser un Ciment CPA CEM I 52,5 avec des additions calcaires(L1) ou d'Un CPJ-CEM II/A 32,5R (L2).

1-1 Explicitez chacun de ces termes CPA CEM I 52,5, additions calcaires et CPJ-CEM II/A 32,5R. Vous donnerez des exemples d'utilisation du CPJ CEM II/A 32,5R.

1-2 Vous calculerez le prix de revient du ciment 1(L1) et du ciment 2 (L2) pour 1 tonne et concluez.

Le ciment est livré en vrac par camion Le prix du CPA CEM I 52,5 est de 800 FHT/t et du CPJ-CEM II/A 32,5R de 787 FHT/t.

Le prix des additions calcaires rendu centrale est de : 120 FHT/t

Pour le ciment 1 le rapport $A/(A+C)$ est fixé à 0,25.

2. COMMANDE DE B.P.E.

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 du centre d'examen et viens vous demander de formuler son béton prêt à l'emploi, et plus particulièrement un Béton à Caractères Normalisés (B.C.N.).

Descriptif sommaire : fondations sur pieux, dallage, porteurs verticaux constitués de voiles Béton Armé d'épaisseur 160 à 180, planchers dalle pleine à prédalles d'épaisseur 190.

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 égale à 25 MPa.

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

2-1 Quel est l'intérêt d'un B.C.N. ?

2-2 Que garanti un B.C.N ? Qu'appelle-t-on " liant équivalent " ?

2-3 Proposez une désignation du B.C.N. choisi conforme à la norme NF P 18-305 (paragraphe 5) pour le chantier décrits ci-dessus.

2-4 Vous donnerez le dosage minimal en ciment et maximal en additions calcaires. Ainsi que le dosage maximal en eau efficace.

3. CONTROLE QUALITE INTERNE DU BCN

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.

3.1 Quels types de contrôles devez-vous effectuer pour garantir la régularité des opérations ?

3.2 Avant de lancer la production vous effectuez des essais. Lesquels ?

3.3 Donnez la composition du m³ de béton en précisant la nature et les caractéristiques des composants (voir annexe 1, ligne " FORMULE ").

Les spécifications liées à l'environnement et au type de béton (paragraphe 8.5, tableau 5 de la NF P 18-305) sont-elles respectées ?

3.4 Réalisez au malaxeur de laboratoire un échantillon de ce béton, sachant que :

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

Effectuez les essais et ajustez les données.

4. CONTROLE DE LA RESISTANCE

Dans le cadre du Plan Assurance Qualité, vous décidez d'effectuer un contrôle de résistance sur la livraison des 1200 m³ prévue à la question " Commande de B.P.E. ". La résistance caractéristique spécifiée est 25 MPa.

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

Les résultats obtenus sont les suivants (MPa) :

numéro de contrôle	essai n°1	essai n°2	essai n°3	moyenne / charge
1	26.4	27.3	27.6	
2	27.8	28.6	27.0	
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	

Travail demandé

Déterminez la résistance à la compression. Les bétons réalisés sont-ils conformes à ceux commandés ?

Vous raisonnerez à partir du paragraphe 7.3 " Résistance à la compression " et de l'annexe A de la norme NF P 18-305.

ANNEXE 1

COMPOSITION DU B.P.E.

Centrale : CENTRALE DE
19703

Journée du : 04 /09 /00

pesées du bon :

Formule : **BCN : CPA-CEM I 52,5 CP2 + L – B30 - 0/20 E : 2b1 - BA**

temps de malaxage :

55

COMPOSANTS	GRANULATS			LIANTS		EAU	ADJUVAN T Chryso	Hygrométrie			Eau apport
	0/3	3/12	10/20	52,5	L			0/3	3/12	10/20	
QUALITE	0/3	3/12	10/20	52,5	L		Chryso	0/3	3/12	10/20	
FORMULE	660	460	700.00	270	80	175	0,90	sec	sec	0 sec	

Heure	volume	kg	kg	kg	kg	kg	kg	litre	%	%	%	kg
13h45	1.00	685	475	705	269	78	120,5	0,90	5,0	2,5	2,0	58
13h47	1.00	685	465	715	269	80	121	0,89	5,0	2,5	2,0	58
13h50	1.00	685	465	710	269	79	120,5	0,90	5,0	2,5	2,0	58
13h52	1.00	685	460	710	269	78	120,5	0,90	5,0	2,5	2,0	58
13h54	1.00	685	465	710	269	77	120,5	0,89	5,0	2,5	2,0	58
13h58	0,50	335	230	360	269	47	59,5	0,45	5,0	2,5	2,0	58

Cumu l	5,50	3755	2560	3910	1482	439	662,5	4,93				318
Théorique		3811	2593	3927	1485	440	668,3	4,94				
écart en %		-1,47	-1,27	-0,43	-0,20	-0,23	-0,85	-0,20				

Moyenne au m3	683	465	711	269	80	120,5	0,90				
---------------	-----	-----	-----	-----	----	-------	------	--	--	--	--

Notes concernant l'Annexe 1 :

1 - **Liant** : il est constitué d'un mélange de CPA - CEM I 52,5 ((152.5 CP) et d'additions calcaires (L).

2 - **Adjuvant** : ' Chryso ÷ désigne le réducteur d'eau - plastifiant Chrysoplast 209.

3 - **Eau d'apport** : c'est l'eau apporté par les granulats (teneur en eau dans la colonne ' hygrométrie ÷).

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème L 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.

RECHERCHE DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION D'UN BETON – Détermination du module d'Young

Vous êtes Chargés de contrôler la constance des caractéristiques mécaniques du béton durci mis en œuvre sur le chantier et de comparer les lois de comportement prises en compte pour les calculs aux E.L.S et aux E.L.U par rapport au comportement réel du béton.

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 surfacées, même béton, même âge (7 jours), même conditions de conservation, dont la résistance prévue est $f_{c28} = 20$ MPa .**
- * **Un scléromètre**
- * **Un extensomètre à béton ou à défaut 1 ou 2 comparateurs munis d'un support magnétique mesurant alors le raccourcissement du béton entre les 2 plateaux de la presse.**
- * **Presse hydraulique**
- * **Balance**

Documents fournis :

- NF P 18 - 417 : Bétons - Mesure de la dureté de surface au scléromètre**
- NF P 18 - 406 : Bétons - Essai de compression**

Travail demandé :

Question 1

On vous propose d'effectuer un contrôle rapide de résistance en compression d'une éprouvette de béton durci à l'aide d'un scléromètre conformément à la norme NF P 18 – 417, et de comparer la valeur obtenue à celle donnée par écrasement de cette éprouvette sur presse conformément à la norme NF P 18 – 406.

On peut admettre que pour j jours, la résistance f_{cj} des bétons suit les lois suivantes :

$$f_{cj} = \frac{j}{(4.76 + 0.83 j)} \times f_{c28} ; \text{ pour } f_{c28} < 40 \text{ MPa} ; \text{BAEL A.2-1-11}$$

Question 2

Estimer alors la résistance à 28 jours.
Comparer cette valeur à celle visée. Conclure.

Question3

Rechercher le module de Young E_{ij} du béton en réalisant un compression inférieure à 15 MPa et en utilisant l'extensomètre (ou 1 comparateur) à béton.

- ne pas réaliser de déchargement
- conduire la mise en charge jusqu'à 60% de la charge de rupture déterminée à la question 1, ceci par paliers égaux à $f_{cj}/10$.

3-1. Tracer la courbe du comportement $\sigma = f (\varepsilon)$.

3-2. Analyser les différentes zones de la courbe (voir courbe en annexe, page 4/4 : essai de compression de béton) et définir le mode de comportement du matériau.

3-3. Rechercher la contrainte σ_{max} et la déformation ε_{bc1} correspondante.

Comparer cette valeur à celle donnée par le BAEL A.4.4,32 à savoir : la déformation ε_{bc1} correspondant au maximum de la contrainte vaut 2.10^{-3} pour la plupart des bétons.

Noter la valeur maxi de ε_{bcu} .

3-4. Représenter, sur la courbe expérimentale fournie, la courbe correspondant au modèle adopté par le BAEL (courbe parabole-rectangle) en indiquant les valeurs caractéristiques.

3-5. Calculer le module de déformation longitudinal instantané du béton au jour j : E_{ij} .

Rappel :

E sécant : expérimentalement : $E_{ij} = 0.5 f_{cj} / \varepsilon_{bc}$

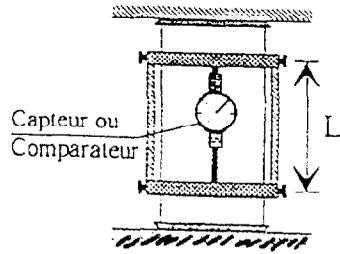
BAEL (A.2.1,21) : $E_{ij} = 11000 (f_{cj})^{1/3}$

E tangent : pente à l'origine

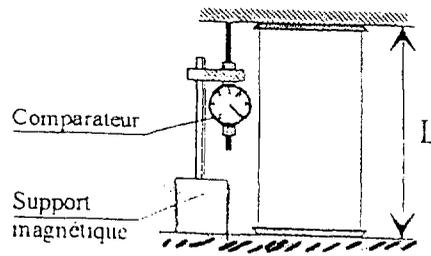
Rapport $k = E \text{ tangent} / E \text{ sécant}$ (valeurs courantes $k = 1.13$ à 1.17)

3-6. Conclure.

Exemple avec extensomètre

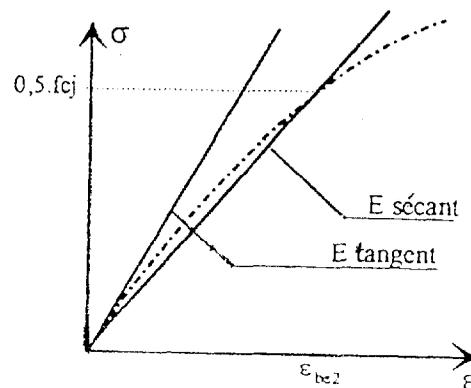
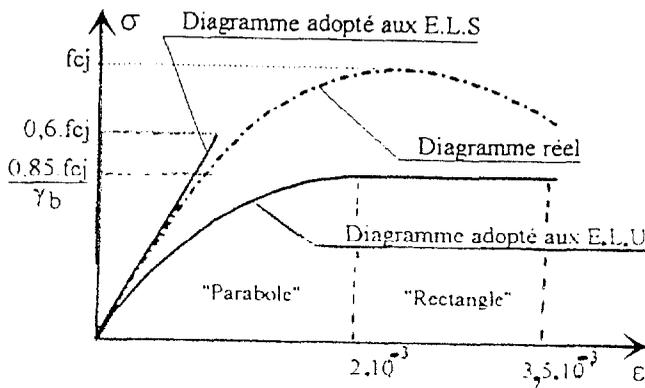


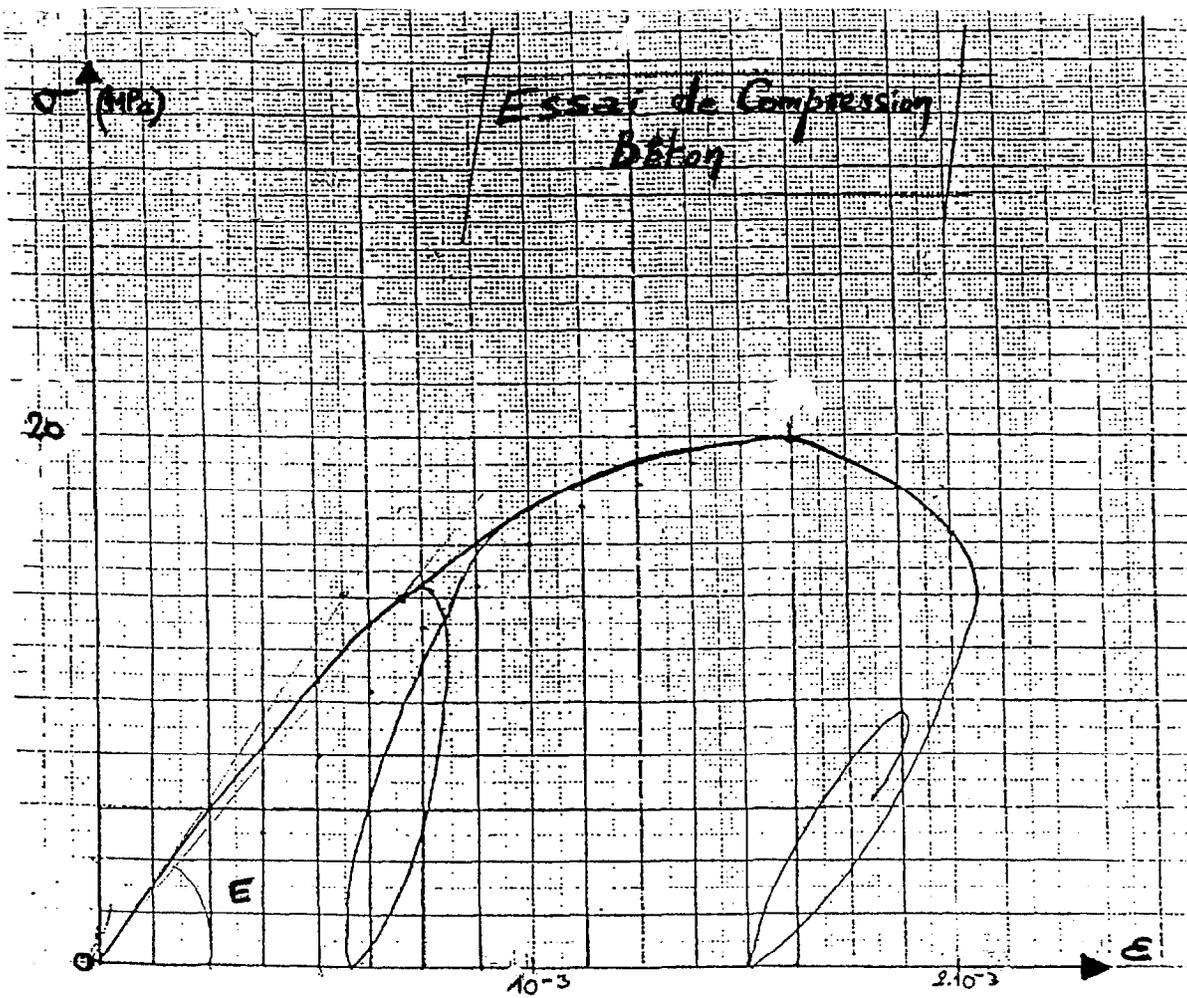
Exemple avec comparateur



On rappelle que $\varepsilon = \Delta L/L$. En conséquence, si le moyen de mesure ne donne pas directement la déformation (ε) mais la valeur du raccourcissement du béton (ΔL), il convient alors de mesurer la distance (L) entre les « points d'appui » du moyen de mesure.

Tracer les diagrammes de calculs que l'on prend en compte aux E.L.S. et aux E.L.U.





$\sigma_{max} =$

$\sigma_e =$

$\epsilon_{bcl} =$

$\epsilon_{bcu} =$

$E_{sécant} =$

$E_{tangent} =$

$$k = \frac{E_{tangent}}{E_{sécant}} =$$

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème n°9

Sujet

Durée: 2h40 mn + 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.

BTS Bâtiment 2001

Classification des sols

Objectif de l'étude :

Dans le cadre de la réalisation d'une platte-forme pour la construction d'un bâtiment industriel, on vous demande de classier le sol qui vous est donné suivant les deux classifications en vigueur :

- Classification L.C.P.C.

La courbe d'analyse granulométrique du sol est fournie dans le présent sujet

Documents fournis aux candidats par le centre d'examen

- Les documents nécessaires à la classification L.C.P.C.
- La norme NF P 11-300
- Les normes correspondant aux essais à réaliser

Matériaux et matériels à utiliser

- Echantillons du sol à étudier préparé en fonction de l'essai à réaliser.
- Matériel spécifique aux essais à réaliser.
- Matériel courant de laboratoire

Travail demandé

A CLASSIFICATION LCPC

1. A partir des documents fournis, déterminez les essais nécessaires pour réaliser les deux classifications LCPC.
2. Réalisez les essais autres que l'analyse granulométrique (dont les résultats vous sont donnés) sur les échantillons fournis.
3. A partir des résultats des essais que vous aurez réalisés et de l'analyse granulométrique du sol, déterminez le type de sol étudié suivant les deux classifications.

B – CLASSIFICATION NF P 11-300

4. A partir des documents fournis, déterminez les essais nécessaires pour réaliser la classification suivant la norme NF P 11-300.
5. Donnez le mode opératoire de l'essai à la tâche.

B.T.S. Bâtiment - sous épreuve U 5.2 Session 2001

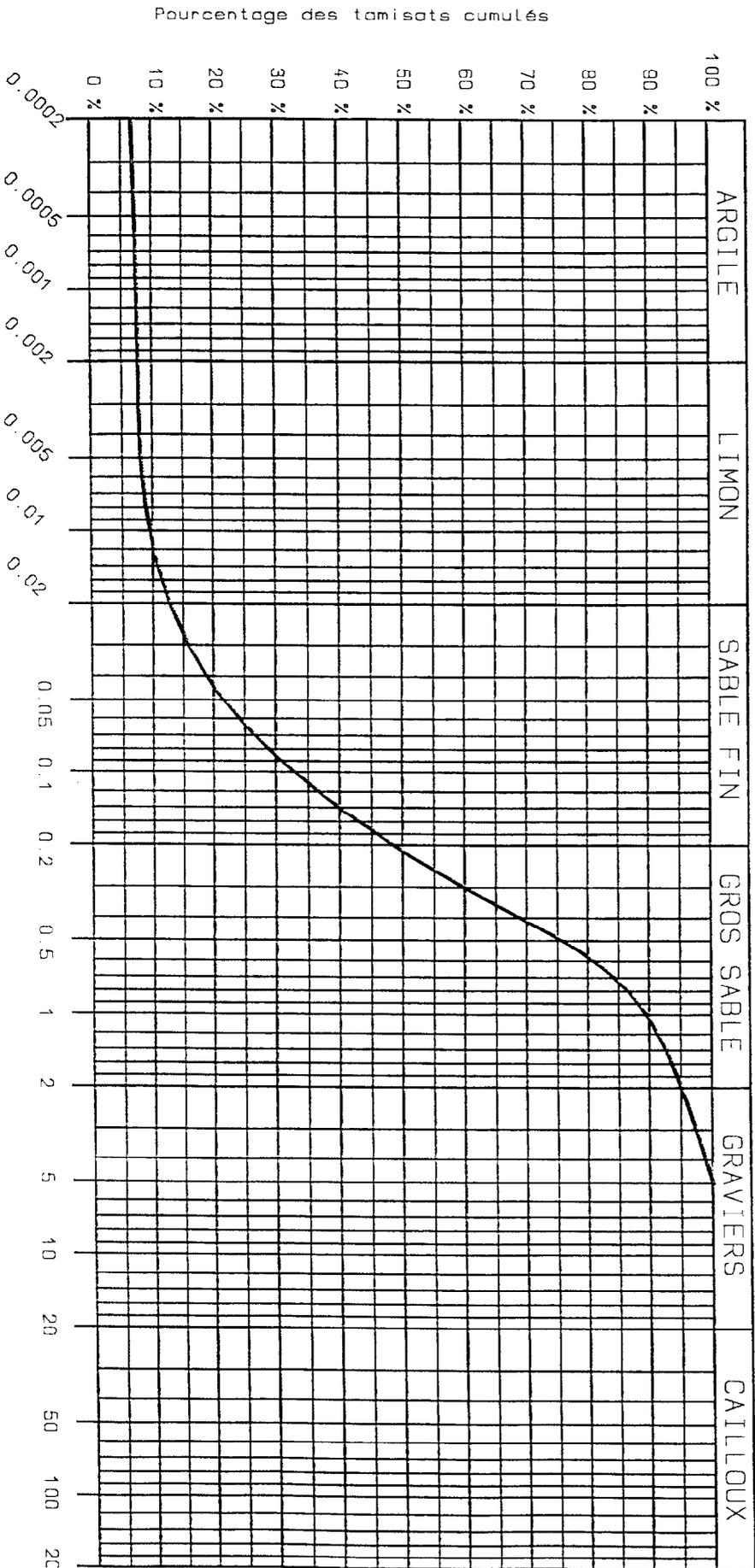
Classification selon NF P 11-300 : -----

L.C.P.C. : -----

Nom : -----

$C_{u1} =$ -----

$C_c =$ -----



BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème n°10

Sujet

Durée: 2h40 mn + 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.

BTS BATIMENT

LABORATOIRE

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 Procor 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-densité 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 : 8 pts
Exploitation, calculs : 12 pts
Entretien, qualité des documents rendus : 10 pts
TOTAL : 30 pts

TRAVAIL DEMANDE

1. COMPACTAGE DE LA PLATE-FORME : sol A

1.1 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 ?

1.2 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).

1.3 Exploiter les résultats de la courbe de compactage fournie (teneur en eau-densité sèche). Déterminer graphiquement la plage de teneur en eau correspondant à 95% de l'OPN. En déduire le taux de compactage (en % de l'OPN) pour la valeur mesurée expérimentalement.

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-densité sèche) sur le même graphique fourni pour le sol A. Déterminer graphiquement la plage de teneur en eau correspondant à 95% de l'OPM.

2.2 Commenter les allures des courbes Proctor obtenues (sol A et sol B).

3. CONTROLE DU COMPACTAGE : sols A et B

3.1 Le contrôle du compactage de la plate-forme et de la couche de forme est réalisé par un essai à la plaque : expliquer le principe de l'essai et en quoi consiste ce contrôle. Pourquoi il est nécessaire de contrôler au préalable la plate-forme avec une valeur à respecter pour le module de Westergaard inférieure à celle de la couche de forme.

3.2 Connaissez-vous d'autres essais permettant de contrôler le compactage d'un remblai.

FICHE D'ESSAI DU SOL A

ESSAI PROCTOR NORMAL PN SUR SOL A

Tableau des mesures effectuées :

Détails des calculs :

Sol A	Essai 1
Masse du sol humide M_h (kg)	
Masse du sol sec M_s (kg)	
Teneur en eau w (%)	
Volume du moule V (dm ³)	
Masse volumique sèche (kg/m ³)	
Poids volumique sec γ_d (daN/m ³)	
Densité sèche d_s	

- Exploitation de la courbe Proctor du sol A fournie :

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 (kg)	4,001	4,298	4,799	4,977	4,871	4,404
Masse du sol sec M_s (kg)	3,859	4,112	4,511	4,573	4,426	3,944
Teneur en eau w (%)						
Volume du moule V (dm ³)	2,297	2,297	2,297	2,297	2,297	2,297
Masse volumique sèche (kg/m ³)						
Poids volumique sec γ_d (daN/m ³)						
Densité sèche d_s						

Détails des calculs (pour 1 point particulier) :

- Exploitation de la courbe Proctor du sol B :

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème n°11

Sujet

Durée: 2h40 mn + 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.

Thème n°11 - Sol 3
DENSITE D'UN SOL

MISE EN SITUATION:

La construction d'un gymnase nécessite de connaître certaines caractéristiques physiques du sol en place.

MATERIEL, MATERIAUX ET DOCUMENTS FOURNIS:

- Norme NF X 31-502: Qualité des sols - METHODES PHYSIQUE -
Mesure de la masse volumique apparente -
Densitomètre à membrane.
- Mode opératoire du densitomètre (fourni par le centre d'examen).
- Matériel:
 - densitomètre,
 - bêche,
 - marteau et burin,
 - bassine propre,
 - four micro-onde,
 - balance,
 - récipients propres...
- Matériaux:
 - sable sec (5 kg)

TRAVAIL DEMANDE:

Déterminez certaines caractéristiques physiques du sol en place (voir tableau de résultats, page 3/3):

- teneur en eau,
- poids volumiques,
- indice des vides,
- porosité,
- degré de saturation.

Remarque:

Vous déterminerez le poids volumique apparent par la méthode de votre choix:

- Méthode du densitomètre à membrane
- ou**
- Méthode du sable sec

Vous noterez toutes vos mesures, tous vos calculs et rapporterez vos résultats sur le tableau de la page 3/3.

DUREE: 2 h 40 mn + 20 mn de discussion avec le jury.

EVALUATION:

- | | |
|---|-----------------|
| - Pertinence des choix de l'essai: | 2 points |
| - Utilisation rationnelle des principaux matériels de contrôle: | 6 points |
| - Rigueur dans la conduite de l'essai et son compte-rendu: | 6 points |
| - Exactitude et précision des mesures, des résultats: | 2 points |
| - Interprétation judicieuse des résultats: | <u>4 points</u> |

TOTAL 20 points

DENSITE EN PLACE

<i>DESIGNATIONS</i>	<i>SYMBOLES</i>	<i>VALEURS</i>	<i>UNITES</i>
Teneur en eau naturelle	w_{nat}		
Poids volumique apparent humide du sol	γ		
Poids volumique apparent sec du sol	γ_d		
Poids volumique absolu du sol saturé	γ_{sat}		
Indice des vides	$e = V_v/V$		
Porosité	$n = V_v/V_s$		
Degré de saturation	S_r		

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème L 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.

RECONNAISSANCE DE SOL AU PÉNÉTRMÈTRE DYNAMIQUE LÉGER

Temps estimé :

manipulation 1h10

Exploitation 1h30

1°) OBJECTIF DE L'ÉTUDE

La réalisation d'un ouvrage de bâtiment nécessite au préalable une reconnaissance du sol. La société STARSOL dont vous faites partie est chargée d'effectuer un essai au pénétromètre dynamique en premières investigations.

2°) DOCUMENTS À VOTRE DISPOSITION

- Notice d'utilisation et caractéristiques techniques de l'appareillage.
- Norme NF P 94-115 : sondage au pénétromètre dynamique type B.
- DTU 13-12 chapitre 3 : Fondations superficielles ; détermination de la contrainte de calcul q_u .

3°) MATÉRIEL ET SITE

- Un appareillage complet : pénétromètre dynamique léger.
- Un site de reconnaissance.

4°) TRAVAIL PRÉLIMINAIRE

- a) A quel type de sol s'applique l'essai de reconnaissance de sol au pénétromètre dynamique léger ?
- b) Quelle est la finalité de cet essai ?
- c) Quel est son principe de sondage ?
- d) Citez deux autres essais de reconnaissance des sols in situ. Indiquez leur principe.

5°) RECONNAISSANCE IN SITU

Réalisez la reconnaissance du sol au pénétromètre dynamique léger (profondeur maxi 3m). Vous utiliserez le tableau de valeurs fourni en page 3. Vous procéderez conformément à la norme NF P 94-115 et en vous aidant de la notice d'utilisation de l'appareil. Vous comptabiliserez le nombre de coups nécessaires pour un enfoncement constant $e = 0,20m$.

RECONNAISSANCE DE SOL AU PÉNÉTROMÈTRE DYNAMIQUE LÉGER

6°) EXPLOITATION DES RÉSULTATS

Résistance dynamique de pointe – Formule de battage des Hollandais.

$$q_d = \frac{1}{S} \times \frac{M^2 \times H}{(P + M)} \times \frac{N}{e}$$

q_d : résistance dynamique de pointe [Kpa]
(valable uniquement pour les pointes débordantes)

S : Section de la pointe [m²]

e : Enfoncement de la pointe [m]

N : Nombre de coups pour un enfoncement de e

M : Poids du mouton [KN]

P : Poids mort battu [KN]

H : hauteur de chute du mouton [m]

- Pourquoi utilise-t-on des pointes débordantes ?
- Quand arrête-t-on l'essai ? (quand atteint-on le refus ?)
- Calculez les q_d successifs. Utilisez le tableau de valeurs page 3.
- Tracez la courbe des variations de q_d en fonction de l'enfoncement.
Utilisez la feuille semi-logarithmique page 4.
- Calculez la contrainte admissible du sol q_u , à une profondeur fixée par le jury, pour une semelle soumise à une charge verticale centrée reposant sur un sol pulvérulent en utilisant le DTU 13-12.
- Qu'est ce que la mise hors gel des fondations ? La profondeur d'assise des fondations proposée par le jury satisfait-elle ce critère dans votre région ?

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 – Laboratoire

Thème L 13

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.

Cisaillement d'un sable

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) L'évaluation de la poussée du sol étudié sur un écran par application de la théorie de Rankine aux 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.
- Feuille de rappels.

Travail demandé :

Première partie :

1) Réaliser 2 essais de cisaillement sur l'échantillon sous contrainte normale indiqué dans le tableau, page 4/6 en portant sur un graphique l'évolution de la contrainte de cisaillement τ en fonction du déplacement dl .

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

2) Tracer la courbe intrinsèque du sol, 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)

* Que l'essai pratiqué est nécessairement consolidé et drainé.

Deuxième partie :

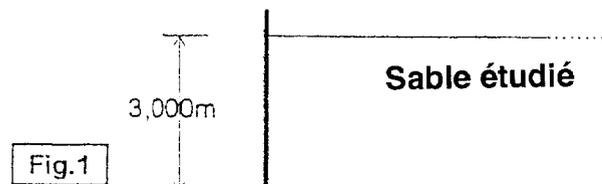
On rappelle l'expression du coefficient de poussée d'un massif pulvérulent sur un écran vertical déduite des hypothèses de Rankine :

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \text{ avec } \phi \text{ en radians}$$

En déduire le diagramme de poussée subi par le soutènement (figure 1), ainsi que l'intensité et le point d'application de la résultante de cette poussée.

Remarques :

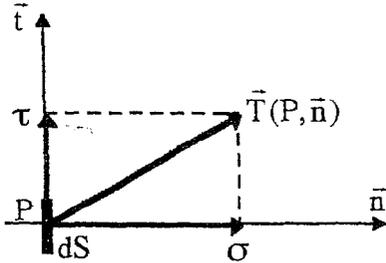
- Les calculs seront effectués pour une tranche verticale de largeur 1m.
- Le poids volumique du sol étudié sera pris égal à 18 kN/m^3 .



RAPPELS

Contrainte normale et contrainte tangentielle

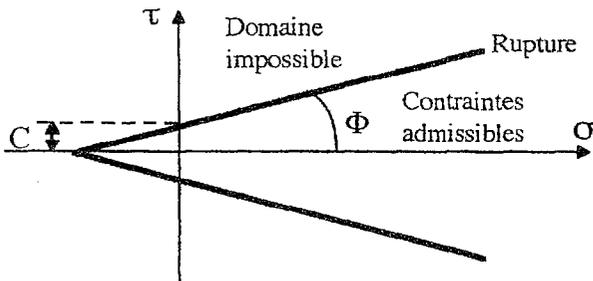
Au sein d'un massif de sol, la contrainte s'appliquant en un point P sur une facette dS de normale \vec{n} peut être modélisée par un vecteur $\vec{T}(P, \vec{n})$. En projetant, le vecteur $\vec{T}(P, \vec{n})$ dans le repère (\vec{n}, \vec{t}) lié à la facette dS (où le vecteur \vec{t} est un vecteur tangentielle à la facette), on définit la contrainte normale σ et la contrainte tangentielle τ (ou contrainte de cisaillement) tels que :



$$\vec{T}(P, \vec{n}) = \sigma \vec{n} + \tau \vec{t}$$

Courbe intrinsèque d'un sol

L'ensemble des contraintes admissibles sur une facette est limité par la courbe intrinsèque du sol (la courbe intrinsèque est définie par les vecteurs contraintes correspondant à la rupture du sol). Dans le cas d'un sol, la courbe intrinsèque (selon le critère de Coulomb) prend la forme de 2 demi-droites symétriques (appelées droites intrinsèques du sol ou droites de Coulomb) d'équations :

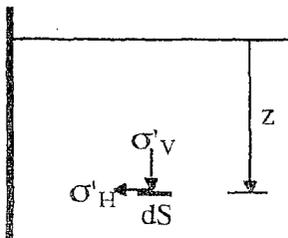


$$\tau = \pm (C + \sigma \times \tan \Phi)$$

où C est appelée cohésion,
 Φ est l'angle de frottement interne.

Etat de poussée (selon la théorie de Rankine)

A une profondeur donnée, la contrainte effective horizontale σ'_H exercée par un sol pulvérulent sur un écran vertical est liée à la contrainte effective verticale σ'_V par le coefficient de poussée K_a :



$$\sigma'_H = K_a \times \sigma'_V$$

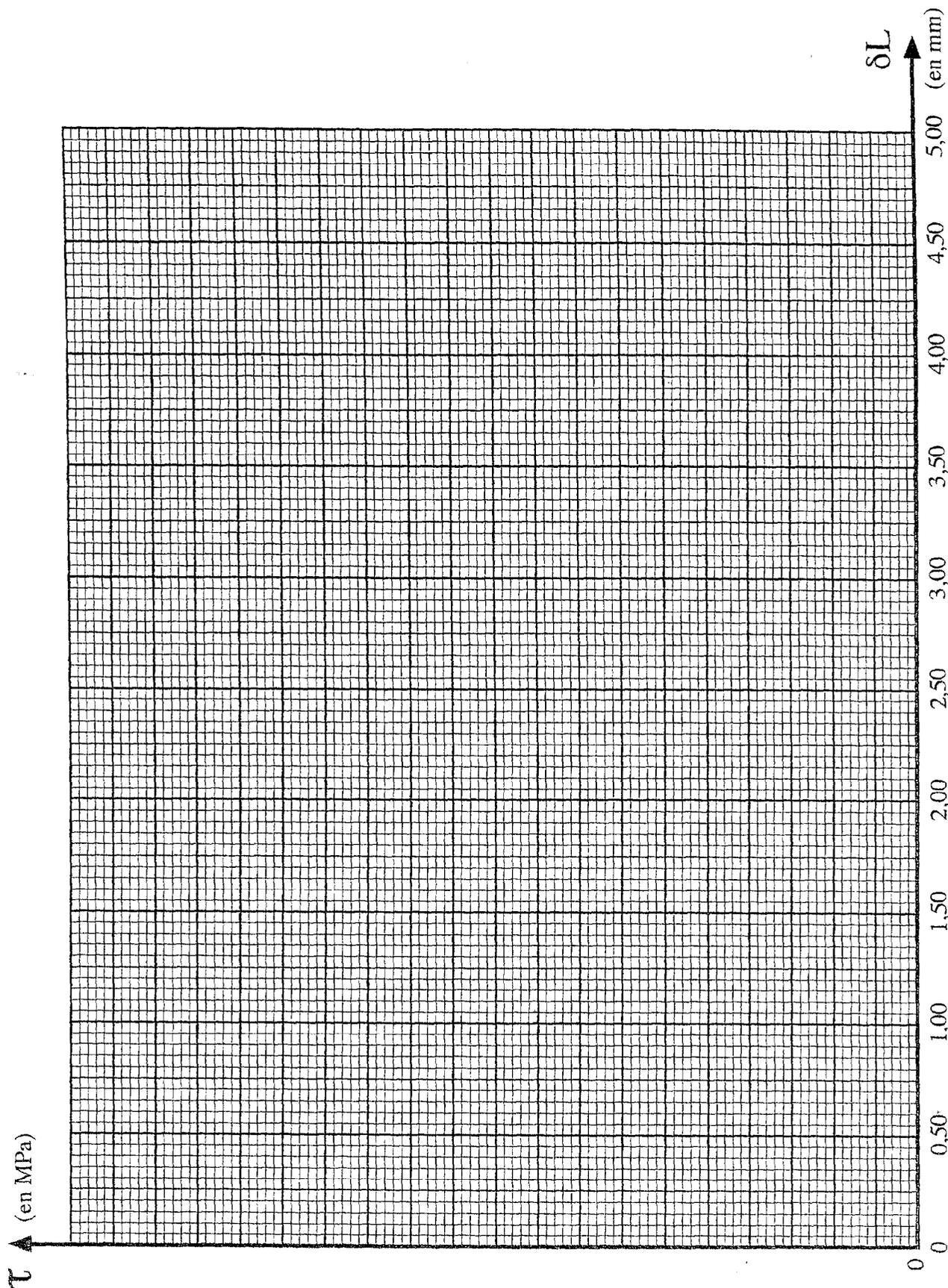
où $K_a = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\Phi}{2}\right)$ avec Φ en radians

TABLEAU DE RELEVÉ DES DÉFORMATIONS

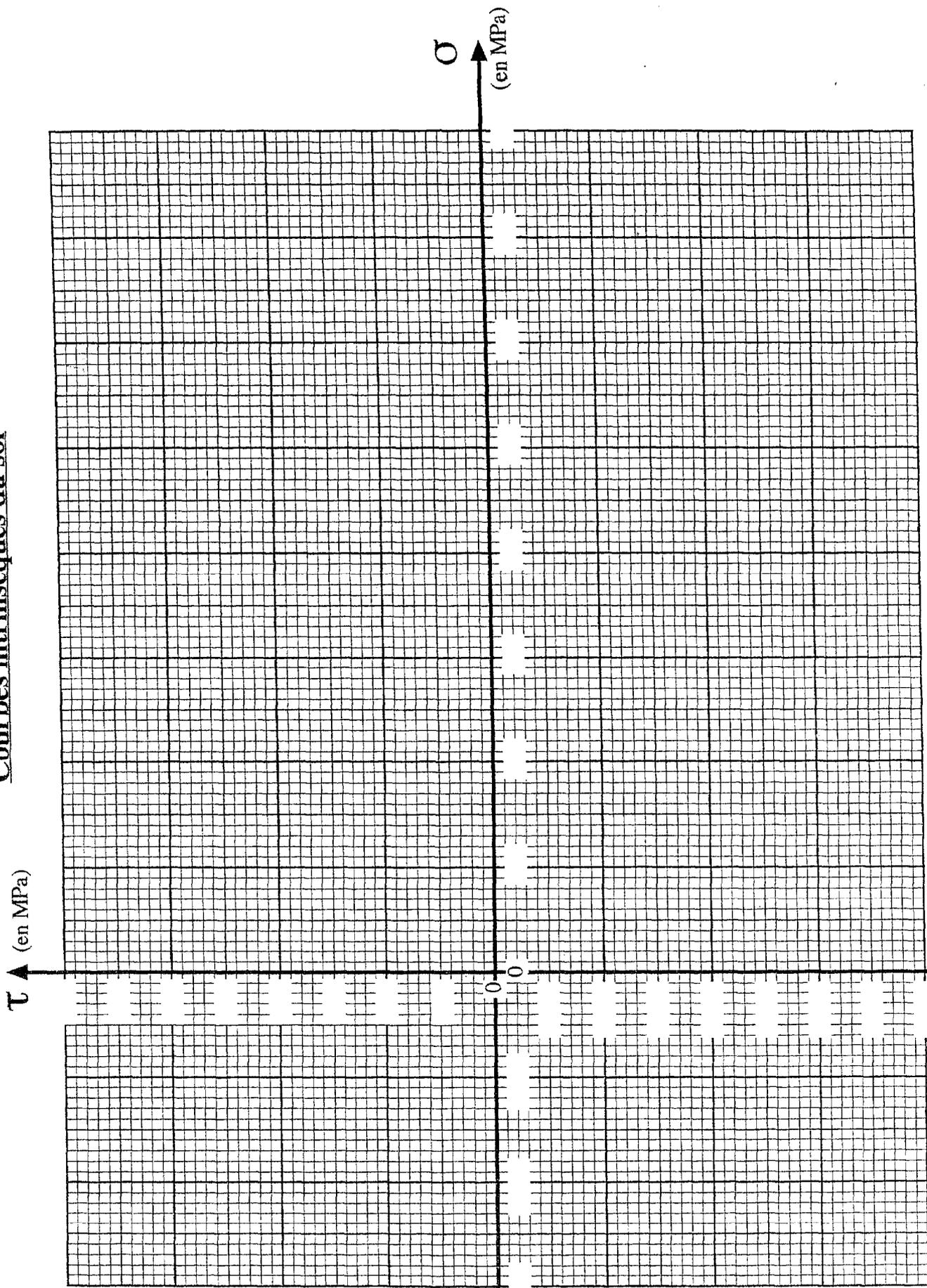
Nota : La norme NF P 94-071-1 (Essai de cisaillement rectiligne à la boîte) préconise (§ 6.4 : Mesurage) une lecture du déplacement horizontal δL tous les 0,2 mm jusqu'à 2 mm puis tous les 0,5 mm au-delà.

Temps (en seconde)	Déplacements δL (en mm)	Contrainte normale : $\sigma = 0.1 \text{ MPa}$			Contrainte normale : $\sigma = 0.2 \text{ MPa}$		
		Déformations (en 10^{-2} mm)	Efforts (en N)	Contraintes tangentes τ	Déformations (en 10^{-2} mm)	Efforts (en N)	Contraintes tangentes 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						

Evolution des contraintes de cisaillement τ en fonction du déplacement δL



Courbes intrinsèques du sol



BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème n°14

Sujet

Durée: 2h40 mn + 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.

BTS Bâtiment 2001

Béton 4

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 durci.

Documents fournis aux candidats par le centre d'examen

- NF P 18-305 –Bétons : " Bétons prêts à l'emploi préparés en usine "
- NF P 15-406 –Bétons : " Essai de compression "
- NF P 18-422 –Bétons : " Mise en place du béton à l'aiguille vibrante "
- NF P 18-422 –Bétons : « Mise en place par piquage »
- NF P 18-451 –Bétons : " Essai d'affaissement "
- Fiche technique du Sikacrete HD et du Sikament 10 ou équivalent

Matériaux et matériels à utiliser

- Ciment CEM I 52.5
- Sikacrete HD
- Superplastifiant (Sikament 10 ou celui du centre)
- 1 éprouvette de béton surfacée réalisée avec la composition donnée ayant un age de 28 jours.
- Sable et gravillon secs.
- Matériel courant de laboratoire.

Composition du béton demandé

- | | |
|-------------------------|--------------|
| - Ciment CPA-CEM I 52.5 | - 400 kg |
| - Eau | - 170 litres |
| - Gravillon 5/16 | - 1035 kg |
| - Sable 0/5 | - 796 kg |
| - Sikacrete HD | - 30 kg |
| - Superplastifiant | - 6 kg |

Travail demandé

1. Réalisez une gâchée du béton dont la formule vous est donnée.
2. Réalisez une éprouvette de béton.
3. Réalisez un essai de compression sur l'éprouvette donnée.
4. On vous donne les résultats d'essai de compression sur un lot d'éprouvette d'un béton BPE (fabrication certifiée). Vérifiez suivant la norme NF P 18-305 (article 7.34) la conformité du lot donné sachant que la résistance caractéristique $f_{ck} = 50\text{MPa}$.

Résistance à la compression en MPa									
Charge	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Eprouvette 1	46	54	52	53	51	55	56	57	56
Eprouvette 2	49	51	56	57	53	55	57	52	50
Eprouvette 3	49	51	57	61	58	58	52	50	50
Moyenne									

BTS BATIMENT

Session 2001

Epreuve U5.2 - Laboratoire

Thème n°16

Sujet

Durée: 2h40 mn + 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.

<p style="text-align: center;">BTS Bâtiment 2001 RdM 2</p>
--

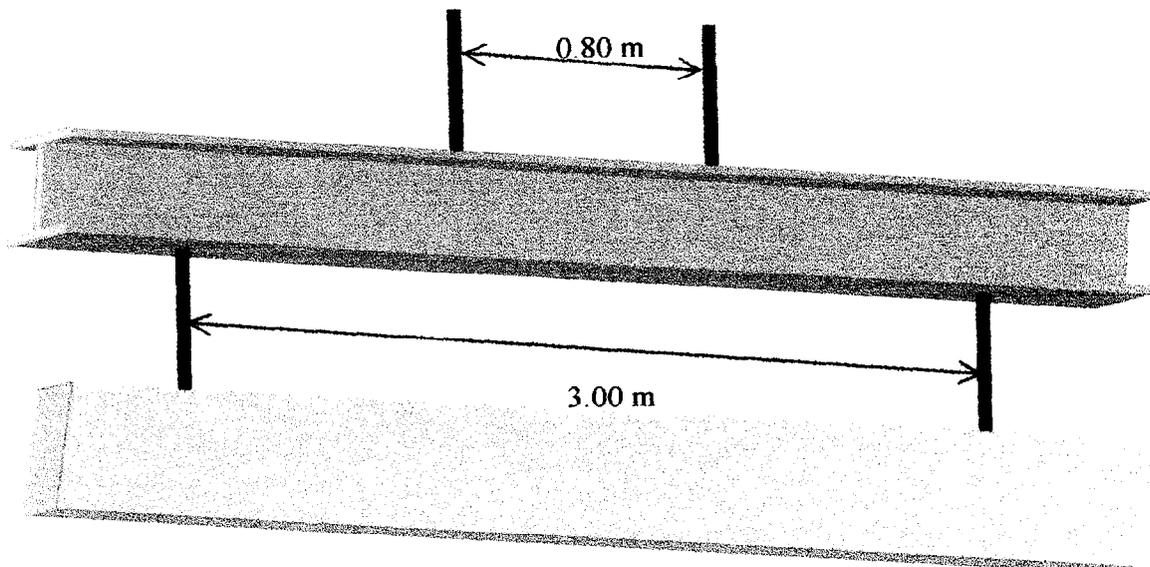
L'étude que vous allez mener comporte deux parties :

- Etude des déformations et des déplacements dans une poutre métallique soumise à de la flexion pure.

- Une étude au choix suivant le centre d'examen :
 - Etude des caractéristiques mécaniques et essai destructif sur aciers pour béton armé
 - Etude des déformations longitudinales et transversales d'un barreau soumis à de la traction simple.

PREMIÈRE ÉTUDE

ÉTUDE D'UN PALONNIER MÉTALLIQUE EN FLEXION PURE



Objectif de l'étude :

On vous propose d'étudier expérimentalement un palonnier métallique qui doit servir à soulever des éléments préfabriqués.

Documents fournis aux candidats

- Fiche des caractéristiques géométriques du type de profil étudié.

Matériaux et matériels à utiliser

- Un profil métallique muni sur ses ailes et sur son âme de jauges de déformations.
- Une presse de flexion permettant une mise en charge en flexion pure dans la partie centrale de la poutre
- Le matériel de mesure d'extensométrie
- Un comparateur

Travail demandé

Etude 1 :

A partir des dimensions du profilé que l'on vous donne à étudier, déterminez sa dénomination commerciale ainsi que les caractéristiques géométriques et mécaniques nécessaires à la suite de l'étude.

Etude 2 :

Pour des valeurs de charges de 4, 8 et 12 kN, mesurez la flèche prise par ce profil à mi portée.

Etude 3 :

Pour des valeurs de charges de 4, 8 et 12 kN mesurez la déformation des fibres du profilé à l'aide des jauges de déformation.

Tracez les valeurs des déformations unitaires mesurées en fonction de y pour les trois valeurs d'effort. Qu'observez vous ? Quelle est l'hypothèse de la RdM qui est validée par cette observation.

Etude 4 :

1. Faire le schéma mécanique de la poutre étudiée, tracez la courbe de moment fléchissant le long de la poutre en fonction du poids de l'élément à soulever. Montrer que le palonnier dessiné ci dessus et la poutre que l'on vous donne subit les mêmes sollicitations.
2. Déterminez à l'aide du formulaire donné la valeur de la flèche au milieu de la poutre en fonction de la charge à soulever. Comparez aux valeurs que vous avez obtenues expérimentalement.
3. Déterminez la contrainte normale maximale dans la section la plus chargée.
4. Comparez les valeurs de déformations mesurées

NB : L'étude pourra être menée sur modèle réduit et (ou) avec d'autres charges en fonction du matériel disponible dans le centre d'examen. Les données seront alors données par l'examineur.

Extrait d'un formulaire de RdM :

Nature des charges	V_A V_B	T	T_m	M	M_0	f_c	f	θ_A θ_B
<p>1 Charge isolée</p>	$V_A = P \frac{b}{l}$ $V_B = P \frac{a}{l}$	de A à C $\frac{Pb}{l}$ de C à B $\frac{Pa}{l}$	$\frac{Pb}{l}$ (si $a < b$) $\frac{Pa}{l}$ (si $a > b$)	de A à C $\frac{Pb}{l}x$ de C à B $\frac{Pa}{l}(l-x)$	$\frac{Pab}{l}$ (en C)	$-\frac{Pa^2b^2}{3EI}$	$-\frac{Pa}{3EI} \left(\frac{b(f+a)}{3} \right)^{3/2}$ (si $a < b$)	$\theta_A = -\frac{Pab(f+b)}{6EI}$ $\theta_B = +\frac{Pab(f+a)}{6EI}$
<p>2 Charge isolée au milieu de la portée</p>	$V_A = \frac{P}{2}$ $V_B = \frac{P}{2}$	de A à C $\frac{P}{2}$ de C à B $\frac{P}{2}$	$\frac{P}{2}$	de A à C $\frac{P}{2}x$ de C à B $\frac{P}{2}(l-x)$	$\frac{Pl}{4}$	$-\frac{Pl^3}{48EI}$	$-\frac{Pl^3}{48EI}$	$\theta_A = -\frac{Pl^2}{16EI}$ $\theta_B = +\frac{Pl^2}{16EI}$
<p>3 Deux charges isolées symétriquement placées</p>	$V_A = P$ $V_B = P$	de A à C P de C à D 0	P	de A à C Px de C à D Pa	Pa	$\frac{Pa^2}{6EI}(3l-4a)$	$-\frac{Pa}{24EI}(3l^2-4a^2)$	$\theta_A = -\frac{Pa(l-a)}{2EI}$ $\theta_B = +\frac{Pa(l-a)}{2EI}$
<p>4 Deux charges isolées équidistantes des appuis</p>	$V_A = P$ $V_B = P$	de A à C P de C à D 0	P	de A à C Px de C à D $P \frac{l}{3}$	$\frac{Pl}{3}$	$-\frac{5Pl^3}{162EI}$	$-\frac{23Pl^3}{648EI}$	$\theta_A = -\frac{Pl^2}{9EI}$ $\theta_B = +\frac{Pl^2}{9EI}$
V_A et V_B : Réaction d'appui en A et B T : Equation de l'effort tranchant	T_m : Valeur de l'effort tranchant maximum M : Equation du moment fléchissant	M_0 : Valeur du moment fléchissant f_c : Valeur de la fleche au point C	f : Valeur maximale de la fleche θ_A et θ_B : Rotation en A et B					

35.3 SOLlicitATIONS ET DEFORMATIONS DES POUTRES DROITES

Deuxième étude (cas 1) Essai de Traction destructif sur aciers pour béton armé

Objectif de l'étude :

On vous propose de mesurer et de comparer les caractéristiques mécanique de deux aciers pour béton armé.

Documents fournis aux candidats

- Norme NF A 35-15
- Norme NF A 35-16
- Norme NF A 35-17
- Norme EN 10002-1 ou ISO 6892

Matériaux et matériels à utiliser

- 2 échantillons d'acier, un acier lisse et un acier HA
- Machine d'essai de traction avec éventuellement un extensomètre

Travail demandé

Déterminez les caractéristiques mécaniques des aciers définies par la norme les concernant lors d'un essai de traction.

Comparez les valeurs obtenues entre elles et aux valeurs définies par la norme.

Deuxième étude (cas 2)

Etude des déformations longitudinales et transversales d'un barreau soumis à de la traction simple

Objectif de l'étude :

Le but de la présente étude est de mesurer les déformations longitudinales et transversales d'une barre métallique dans le domaine élastique.

Documents fournis aux candidats

- Documentation du matériel utilisé

Matériaux et matériels à utiliser

- Banc de traction
- Pont d'extensométrie
- Une barre métallique munie de deux jauges d'extensométrie, une mesurant les déformations longitudinales et l'autre les déformations transversales.

Travail demandé

Mesurer les déformations longitudinales ϵ_x et les déformations transversales ϵ_y du profilé en procédant à 5 paliers de chargement environ et en veillant à ne pas dépasser la charge maximale admissible.

Tracer les graphes de $\sigma = f(\epsilon_x)$ et de $\sigma = f(\epsilon_y)$

En déduire les valeurs du module d'élasticité et du coefficient de Poisson du matériau étudié.