

ECOLE POLYTECHNIQUE THIES
DEPARTEMENT GENIE
CIVIL

PROJET DE FIN
D'ETUDES GC.0605

TITRE: "ARGILES GONFLANTES" DE RUFISQUE ?
(Phase 1)

AUTEUR: IBRAHIMA SYLLA

DIRECTEUR DE PROJET: F. J. MORIN

MAI 1984

A mes parents.

A mon épouse: Fatoumata DRAME

A mon enfant: Elhadj Lemokho SYLLA

A mon très cher père adoptif: Papa Abdoul Aziz
GUEYE

REMERCIEMENTS.

Le présent travail a été réalisé sous la direction du Professeur : Mr F. J. MORIN professeur de mécanique des sols et de géologie à l'École Polytechnique de Thies à qui je tiens à présenter mes sincères remerciements pour ses encouragements, ses précieux conseils et critiques dont j'ai bénéficiés durant toute cette recherche.

Qu'il me soit également permis de remercier :

- Mr Escherel FRANKLIN technicien au laboratoire de mécanique des sols pour l'aide qu'il m'a apportée lors des manipulations et campagnes d'échantillonnage.
- Mr R Lupien professeur de structure à l'École Polytechnique de Thies pour ses conseils.

SOMMAIRE

Les objectifs de départ de ce projet consistentent d'une part à identifier les formations géologiques contenant les argiles gonflantes à Rufisque et à faire la cartographie de ces zones (échantillonnage ayant lieu surtout dans des quartiers où les désordres ont été constatés) et d'autre part à tenter une solution de stabilisation de ces sols.

Mais à la suite des analyses de laboratoire, les résultats ont révélé que les sols étudiés ne sont pas des argiles mais plutôt des silt argileux. Par ailleurs, nous avons trouvé que ces sols, plutôt d'être gonflants, sont des sols très compressibles et par conséquent sujets à de grandes déformations de tassement. Cette étude porte sur huit quartiers (voir cartographie). Cependant, ces sols présentent un caractère gonflant en présence d'eau quand ils sont non chargés. Nous avons finalement essayé de trouver une explication à la cause des désordres : dans ce cadre, nous avons étudié le comportement d'un échantillon de sol du CAP DES BICHES surtout en présence d'eau. Les résultats obtenus accusent un mauvais comportement de ce sol en présence d'eau et militent en faveur d'une hypothèse de tassement. Les essais géotechniques à la base de l'ensemble de l'étude sont :

— essais d'identification * analyse granulométrique ; * limites de consistance d'Atterberg ; * poids spécifique des constituants solides ; * densité du sol en place ; * essai d'absorption.

— essais mécaniques : * essais de gonflement ; * essai CBR ; * essai Proctor.

L'étude aboutit à une conclusion et à un certain nombre de recommandations pratiques et souligne plusieurs précautions à prendre dans leur application.

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
Chapitre I: <u>Description des sols</u>	3
1-1 Poids spécifique des constituants solide	4
1-2 limites de consistance d'Atterberg	6
1-3 classification des sols	8
Chapitre II: <u>Essais de Gonflement</u>	10
2-1 Essai de gonflement libre ou amplitude de gonflement	10
2-2 Evaluation de la force de gonflement	11
2-2-1 Exemple de calcul de la force de gonflement	11
Chapitre III: <u>Analyse des RESULTATS</u>	13
3-1 Interpretation des courbes granulométriques	13
3-2 Interpretation des limites d'Atterberg	13
3-3 Sol gonflant ou non gonflant ?	14
3-4 Remarques	17
Chapitre IV: <u>Tentative d'explication des désordres constatés</u>	18
4-1 Taux d'absorption	18
4-2 Densité du sol en place	19
4-3 Essai Proctor Modifié	20
4-4 Essai CBR	20
4-5 Analyse des résultats	22

4-6 Conclusion	24
Chapitre V: <u>Cartographie</u>	20
<u>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</u>	29
ANNEXE A: Résultats de laboratoire et exemples de calcul	33
ANNEXE B: Photographie prise sur les désordres au CAP DES BICHES	68
Références	70

INTRODUCTION

Le développement démographique et économique d'une ville a pour conséquence la rareté des espaces vitaux. Dans ces conditions, les hommes ont tendance à construire sur n'importe quel espace rencontré. Or fonder sur un sol dont on ignore les caractéristiques, c'est fonder sur le dos du diable.

L'urbanisation de la ville de Rufisque, se heurterait au problème de sol gonflant. En effet des désordres ont été constatés dans les constructions. Ces désordres auraient pour cause le gonflement des sols. On peut citer entre autres exemples l'abandon de plusieurs villas de la SENELEC au CAP DES BICHES qui seraient endommagées par les argiles gonflantes.

C'est à cette demande implicite de la population de Rufisque que nous nous sommes proposés d'identifier les formations géologiques causant ces "sols gonflants", de faire une cartographie de ces zones et finalement de tenter une solution de stabilisation de ces sols.

Mais à la suite de nos analyses de laboratoire, nous avons trouvé que le sol de Rufisque est du silt argileux. Sinon pour les huit (8) quartiers sur lesquels nos études ont porté. C'est ainsi que le projet a pris une orientation différente des objectifs initiaux. En effet au lieu de

- tenter de stabiliser le sol dans le cas affirmatif de sol gonflant (ce qui n'a pas été le cas), nous avons tenter de chercher une explication de la cause des désordres constatés.

Compte tenu de l'étendue de la zone à étudier, nous avons limité nos études sur huit (8) échantillons de sol prélevés dans huit (8) quartiers différents de Rufisque. (ref cartographie).

Quant à l'orientation du présent rapport, nous l'avons divisé en six (6) parties:

- description des sols
- essai de gonflement
- analyse des résultats
- tentative d'explication des désordres
- cartographie
- conclusion et recommandations

Ce présent rapport qui se veut simple, reste une étude préliminaire qui pourrait contribuer aux efforts déjà déployés par d'autres chercheurs.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DES SOLS.

Tout projet de construction, qu'il s'agisse d'une route, d'un pont ou d'un bâtiment doit être étudié avec des données complètes, ce qui suppose une bonne connaissance du sol de fondation. La reconnaissance du terrain en place est donc un des préliminaires indispensables; l'un des moyens les plus sûrs est de prélever des échantillons autant que possible intacts. Quels sont alors les renseignements qu'il est nécessaire de recueillir et les essais qu'il convient de faire pour assurer une bonne description de ces échantillons? C'est là le problème d'identification des sols.

Si l'on applique intégralement et sans modification les processus d'analyse proposés pour les zones tempérées aux sols tropicaux, on peut se trouver en difficulté.

Il va s'en dire que parmi les différents systèmes de classification des sols pour les besoins de l'ingénieur, il s'impose un choix judicieux. De toutes les classifications existantes, la classification unifiée s'adapte très bien aux sols tropicaux. Cette classification qui est un raffinement de la classification de Casagrande se base sur la classification granulométrique et sur

la limite de liquidité et l'indice de plasticité I_p . Nous classerons nos sols en utilisant ce système de classification.

1-1 Poids spécifiques des constituants solides G_s .

•• Utilité: le poids spécifique peut servir à déterminer de façon générale la nature des constituants solides. Mais surtout, cette donnée sert dans beaucoup de calculs en génie civil (détermination de certains paramètres pour tracer la courbe granulométrique: voir annexe.)

$$G_s = \frac{P_s \times G_t}{P_s - P_1 + P_2}$$

G_s : poids spécifique des constituants solides

P_s : poids sec des solides

G_t : poids spécifique de l'eau distillée à la température t (26°C)

P_1 : poids du pycnomètre du sol et de l'eau.

P_2 : poids du pycnomètre et de l'eau à partir de la courbe de calibration.

Le tableau 1-1 résume les résultats.

Quartier.	Gt	P ₀ (g)	P ₁ (g)	P ₂ (g)	Gs g/cm ³
Cap Des Biches	0.9968	58.35	392.49	356.26	2.63
Fass ①	"	57.17	391.96	"	2.65
Fass ②	"	57.77	392.40	"	2.66
N'Darboundaw	"	57.99	392.09	"	2.61
Cité Bata	"	58.60	392.34	"	2.59
Champ de Course	"	59.02	393.06	"	2.65
Sautra ba	"	59.09	392.96	"	2.63
Nimzat	"	58.67	392.87	"	2.65

tableau 1-1

N.B: les valeurs de Gs dans le tableau 1-1 nous ont permis la détermination des paramètres [k et a] utilisés respectivement dans le calcul du diamètre des grains et le pourcentage passant :

$$(1) P \% = \frac{(R - SR) a}{W_s} \times 100$$

$$(2) D_{mm} = K \sqrt{L/T}$$

P % : pourcentage passant

D_{mm} : diamètre des grains (mm)

L : profondeur effective (cm)

T : temps en minute

W_s : poids utilisé dans l'analyse sédimentométrique.
(g)

R : lecture à l'hydromètre.

SR : correction sur la lecture R .

Les relations (1) et (2) ont permis de tracer les courbes granulométriques. (voir résultats de laboratoire.)

1-2 Limites de Consistance d'Atterberg

un sol est caractérisé par trois états :

- état liquide : pas de tensions capillaires, mouvement relatif des grains aisé
- état plastique : les tensions capillaires augmentent ; les films d'eau adsorbée lubrifient les contacts entre les grains
- état solide : l'effet de capillarité est très grand ; contact entre les grains, destruction des films d'eau adsorbée à leur surface, frottements internes très élevés.

Les limites d'Atterberg, sont les limites entre ces différents états. Elles caractérisent la plasticité d'un sol, son aptitude à changer considérablement de forme sous charge constante et sans changer de volume ; ainsi que sa cohésion : sa résistance aux contraintes tangentielles lorsque la contrainte normale qui le sollicite est nulle.

Limite de plasticité (W_p) : teneur en eau (%) correspondant au passage de l'état solide à l'état plastique.

Limite de liquidité : teneur en eau (%) au-dessus de laquelle le sol s'écoule comme un liquide sous l'influence de son propre poids. (W_L)

Indice de plasticité ($I_p = W_L - W_p$) mesure l'étendue de la zone pour laquelle le matériau est plastique et est susceptible de grandes déformations.

La composition chimique ou minérale, les dimensions et la forme des particules de sol, influencent l'adhésion et l'importance du film d'eau adsorbée.

Certaines propriétés telles que la compressibilité, la perméabilité et la résistance sont influencées par le film d'eau, les limites donnent des indications précises. Elles donnent en outre un excellent moyen de classification et d'identification des sols à grains fins là où la courbe granulométrique donne des indications trop générales.

La plasticité étant une propriété qui dépend non seulement de la grandeur des grains mais aussi de leur forme et de leur composition chimique et minéralogique, l'indice de plasticité est en relation avec la quantité d'argile et de colloïde que renferme le sol.

Le tableau 1-2 présente les valeurs de I_p et de W_L . Ce tableau (1-2) tiré des résultats de laboratoire comporte les valeurs d'entrée dans l'abaque de plasticité de la classification unifiée.

Tableau 1-2.

Quartier	I_p %	W_L %
Cap Des Biches	22.10	42.10
Fass ①	24.00	33.66
Fass ②	23.78	38.00
N'Darboudaw	20.10	32.80
Cite Bata	13.24	30.30
Champ de Course	-	-
Santiaba	15.30	31.88
Nimzat	17.05	33.55

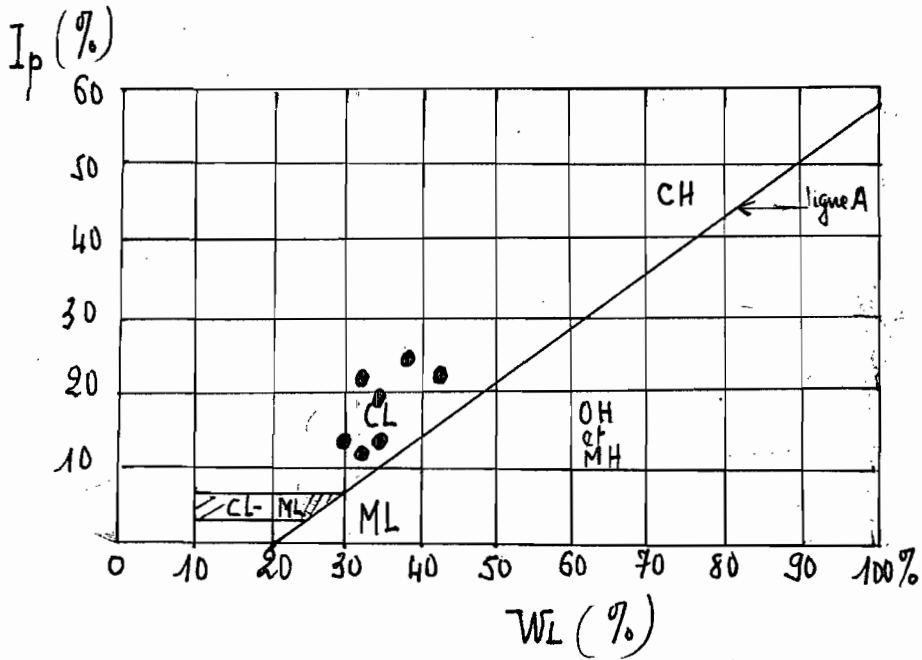
1-3 Classification des sols.

Des courbes granulométriques (voir résultats de laboratoire) on note que pour tous les échantillons, plus de la moitié des grains passe le tamis 200.

Du tableau 1-2, nous notons également que quelque soit l'échantillon $W_L < 50\%$.

Les fig 1-1 et fig 1-2 permettent de déduire que nos échantillons sont des silts argileux.

fig 1-1 Abaque de plasticité de la classification unifiée.



Sols à grains fins. (plus de la moitié du matériel passe le tamis 200.)	silts et argiles $W_L < 50\%$	ML	silts inorganiques et sables très fins; sables silteux ou argileux; argiles silteuses avec une légère plasticité.
		CL	argiles inorganiques à plasticité moyenne; grès argileux; argiles sableuses; silts argileux; argiles propres.
		OL	silts organiques et argiles silteuses organiques avec une faible plasticité.

fig 1-2

CHAPITRE II

ESSAIS DE GONFLEMENT

Ces essais ont consisté d'abord à un essai de gonflement libre et ensuite à une évaluation de la force de gonflement de nos échantillons.

2-1 Essai de gonflement libre ou amplitude de gonflement.

On détermine : l'amplitude de gonflement, variation de volume maximal qui peut être atteinte en présence d'eau. L'utilité de cet essai est de savoir si le gonflement libre est considérable ou si il s'agit d'un simple froissement. Nous avons fait la comparaison avec du sable de dune. Le tableau 2-1 résume les résultats de laboratoire.

	Niveau initial (mm)	Niveau final (mm)	A.G* (mm)
Cap Des Biches	100	153	53
Fass ①	100	150	50
Fass ②	100	152	52
N° Daiboudaw	100	150	50
Cité Bata	100	145	45
Champ de Course	100	145	45
Sautaba	100	150	50
Nimzat	100	145	45
Sable de dune	100	140	40

A.G* = amplitude de gonflement.

Tableau 2-1

2-2 Evaluation de la force de gonflement.

On détermine la force de gonflement σ_g qui correspond à la pression développée dans l'échantillon lorsque celui-ci est immergé et l'on s'oppose à toute modification de son volume. Le tableau 2-2 résume les résultats de laboratoire.

Echantillon	Charge Appliquée (g)	Déformation en nombre de divisions	Force de gonflement (bar)
Cap Des Biches	7409.1	70	0.18
Fass ①	7509.1	71	0.18
Fass ②	7609.1	70	0.18
N'Darbondaw	4109.1	35	0.10
Cité Bata	3309.1	25	0.08
Champ de Course	3409.1	28	0.08
Sautaba	3359.1	27	0.08
Nimzat	4609.1	40	0.11

Tableau 2-2

2-2.1 Exemple de Calcul de la force de gonflement.

L'échantillon est placé dans un moule en 3 (trois) couches compactées de cinq (5) coups chacune. Le moule a un volume de 138 cm^3 et une section de 40.72 cm^2 . Les accessoires sur l'échantillon ont un poids constant de 359.1 g .

Après immersion de l'échantillon, la force de gonflement est transmise à un anneaux et elle est enregistrée sur

un comparateur [soul-test] en nombre de divisions.

À l'aide de la courbe de calibration [voir annexe] on détermine la charge en grammes qui correspond à la déformation (en nombre de divisions) de l'anneau.

Cas du Cap Des Biches :

70 divisions \longrightarrow 7050 g

charge totale (que l'échantillon à soulevé) =

7050 g + 359.1 g (poids des accessoires)

= 7409.1 g

$$\text{Force de gonflement} = \frac{7409.1 \text{ g}}{40.72} = 181.95 \text{ g/cm}^2$$

$$= \frac{181.95 \times 9.81}{10000} = 0.18 \text{ bar}$$

CHAPITRE III

ANALYSE DES RESULTATS.

3-1 INTERPRETATION DES COURBES GRANULOMETRIQUES

Le système de classification unifié a permis de déduire que les échantillons analysés sont des silt argileux. Nous remarquons que la courbe granulométrique des échantillons est une courbe discontinue. L'allure de ces courbes granulométriques est presque identiques pour tous les échantillons. Cette discontinuité des courbes granulométriques (voir résultats de laboratoire) suppose que ces échantillons contiennent plusieurs types de grains distincts qui peuvent être composés de deux matières chimiquement différents avec peut-être plusieurs types de formes. Cette discontinuité dans la granulométrie nuit à l'obtention d'une compacité optimum parce qu'elle forme des vides affligés entraînant une compacité inférieure à la moyenne. Cela laisse supposer a priori la grande compressibilité de ces sols (silt argileux) et leur susceptibilité au tassement.

3-2 INTERPRETATION DES LIMITES D'ATTERBERG.

Les limites d'Atterberg comme définies précédemment sont des teneurs en eau du sol qui caractérisent son "seuil de fluidité" et son "seuil de plasticité". L'indice de plasticité qui est la différence entre ces seuils,

déterminer l'importance de la fraction argileuse contenue dans le sol. Cet indice est non mesurable pour les sables et faible pour les silts. L'échantillon du quartier Champ de Course par exemple n'a aucune plasticité. Mais l'indice de plasticité croît avec l'importance de l'argile contenue dans le sol. C'est cette teneur en argile du silt (silt argileux) qui confère à nos 7 (sept) autres échantillons une plasticité moyenne et une certaine force de gonflement. (ref tableau 1-2 et tableau 2-2).

3-3 SOL GONFLANT OU NON GONFLANT ?

Il semble que la tendance actuelle qui consiste à parler d'argile gonflante de Rufisque n'est pas justifiée pour les raisons suivantes :

a) justification basée sur la plasticité des échantillons de sol

Nous savons que tous les sols très gonflants ont un très grand indice de plasticité I_p (mais le réciproque n'est pas vraie). Selon TERZAGHI, on peut évaluer le potentiel de gonflement de la manière suivante :

Gonflement Potentiel	I_p (%)
faible	0 - 15
moyen	10 - 25
élevé	25 - 55
très élevé	> 55

tableau 3-1

Si nous évaluons le potentiel de gonflement selon TERZAGHI, les tableaux 1-2 et 3-1 permettent de déduire que les échantillons analysés sont de faiblement à moyennement gonflants. Ce caractère gonflant de ces sols n'est d'ailleurs pas critique si nous nous référons à la faible force de gonflement de ces sols: tableau 2-2.

On en conclut que les limites d'Atterberg peuvent servir par conséquent de critères éliminatoires pour estimer le caractère gonflant d'un sol. Cependant les limites d'Atterberg ne peuvent servir de critères nécessaires et suffisants pour dire qu'un sol est gonflant.

b) Justification basée sur la nature du sol: SILT ARGILEUX.

Le silt à l'état humide montre une certaine plasticité et une certaine cohésion. Il peut être pulvérulent à l'état sec. Mais le silt n'a aucun caractère gonflant qui puisse nuire à une fondation. Comment donc expliquer la force de gonflement que nos échantillons ont accusée?

En fait nous savons que tous nos échantillons sont des silt argileux avec bien sûr quelque différence dans leur teneur en argile. (ref: résultats de laboratoire). C'est donc la quantité d'argile que ces silt, contiennent qui leur confère cette force de gonflement. Il est tentant de conclure en la présence de montmorillonite pour expliquer les caractéristiques gonflantes; mais la détermination de la nature de ces argiles, reste à faire.

d) Justification basée SUR LES RESULTATS D'ESSAIS DE GONFLEMENT.

∴ Amplitude de gonflement.

L'amplitude de gonflement de nos échantillons est presque assimilable à un frissonnement. En effet, en comparant l'amplitude de gonflement de ces échantillons (tableau 2-1) avec le frissonnement du sable de dune, on se rend compte que la différence est négligeable.

∴ Force de gonflement

Nous avons enregistré de très faibles forces de gonflement. En effet, même pour les constructions légères, la charge minimale que l'ouvrage transmet au sol de fondation est de 1 bar = 1 kgf/cm². Sur tableau 2-2, nous constatons que la valeur maximale trouvée est de 0.18 bar pour les quartiers Fass (1) et Cap des biches. Aussi n'avons nous pas trouvé nécessaire de déterminer la pression de gonflement.

e) Justification basée SUR DES CONSTATS IN SITU.

Au séchage, tout sol gonflant saturé se rétrécira beaucoup. Cette perte de volume se traduira par des fentes de dessiccation très abondantes et très grandes.

Lors de notre campagne d'échantillonnage à travers les 8 (huit) quartiers, nous constatons que les terrains ne présentent pas de fentes de dessiccation: ce phénomène étant une des caractéristiques de sols gonflants en saison sèche.

3-4 REMARQUES

À la lumière des justifications du paragraphe précédent, il semble bien que les désordres attribués au sol de fondation dans certaines constructions à Rufisque militent en faveur d'autres hypothèses plutôt qu'une hypothèse de gonflement. Cependant la cause première de ce type de désordre (constat au Cap des Biches) est le vice du sol et par conséquent une mauvaise évaluation de sa capacité portante. La mauvaise qualité du terrain de fondation est à trouver dans grande hétérogénéité mécanique. Cette remarque a été faite lors de l'interprétation des courbes granulométriques discontinues laissant ainsi prévoir la susceptibilité de ces sols au tassement.

Dans le chapitre V, nous tentons une explication des désordres constatés.

CHAPITRE IV

TENTATIVE D'EXPLICATION DES DESORDRES CONSTATES

∴ Dans cette tentative, nos études ont porté sur un seul échantillon: Cap des Biches. En effet c'est dans ce quartier que les désordres ont été les plus marquants. C'est également l'échantillon qui a été prélevé à la plus grande profondeur (1 mètre). Nous ^{avons} surtout étudié le comportement du sol en présence d'eau dans les pires conditions.

Les essais suivants sont à la base de cette tentative d'explication:

- essai d'absorption
- densité du sol en place
- essai Proctor modifié
- essai CBR.

4-1 TAUX D'ABSORPTION.

Le taux d'absorption donne une mesure de la faculté d'absorption de l'eau par le sol. Nous avons évalué ce taux d'absorption de l'échantillon pour des durées de 5; 10; 15 minutes. L'échantillon a été préalablement séché au soleil pendant 3 jours jusqu'à une teneur en eau de 2%. Le tableau 4-1 résume les résultats de laboratoire.

P_s (g)	P_h (g)	Temps (mn)	T. abs %
1120.18	1249	5	11.5
1115.94	1287	10	15.3
599.8	710	15	18.4

Tableau 4-1

P_s : poids du sol sec (g)

P_h : poids du sol, imbibé (g)

T. abs : taux d'absorption = $\frac{P_h - P_s}{P_s}$ (%)

4-2 DENSITÉ DU SOL EN PLACE.

Cette densité correspond à la densité du sol en place avec son air et sa teneur en eau naturelle. Elle caractérise la qualité du sol : bon ou mauvais sol de fondation. (une faible densité est caractéristique d'un mauvais sol de fondation) Nous avons évalué cette densité à l'aide du sable d'Ottawa. Nous obtenons les résultats suivants :

.. 1^{er} essai $P = 143.01$ g

$V = 87.5$ cm³

$d = 143.01 / 87.5 = 1.634$ g/cm³

.. 2^o essai $P = 121.81$ g

$V = 75$ cm³

$$d = 121.81 / 75 = 1.624 \text{ g/cm}^3.$$

On retient une densité moyenne de $d = 1.63 \text{ g/cm}^3$.

P: poids de l'échantillon (g)

V: volume occupé par l'échantillon dans le sable de Ottawa, (cm^3).

4-3. ESSAI PROCTOR MODIFIÉ.

Le compactage est l'ensemble des opérations mécaniques qui conduisent à accroître la densité d'un sol en place. Cette action augmente la compacité d'un sol donc resserre la texture du matériau, réduit les possibilités de déformation du terrain et améliore la capacité portante. L'essai Proctor modifié nous a permis d'obtenir la densité sèche optimum et la teneur en eau optimum correspondant de notre échantillon.

$$\left. \begin{aligned} \gamma_{d \text{ opt}} &= 2.002 \text{ g/cm}^3 \\ W_{\text{opt}} &= 11\% \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{résultats} \\ \text{de laboratoire.} \end{array}$$

Les résultats d'analyse du Proctor modifié nous ont permis d'effectuer les essais CBR sur l'échantillon à la teneur en eau optimum.

4-4 ESSAIS CBR.

∴ Caractéristiques de l'essai.

L'essai CBR est une mesure de la force portante d'une fondation de route.

Cet essai CBR donne une mesure de la portance relative des sols par rapport à un sol type constitué par des pierres concassées et compactées, extraites d'une carrière de Californie.

L'essai CBR est empirique et son intérêt résulte notamment de son utilisation généralisée, de l'expérience que les spécialistes en ont et des réalisations auxquelles il a donné lieu.

Malgré l'utilisation du CBR, surtout dans le domaine des routes, nous avons utilisé cet indice pour étudier le comportement de la portance relative de notre échantillon dans un état imbibé et dans un état non imbibé.

L'essai CBR est effectué sur l'échantillon compacté à la teneur en eau optimum 11% obtenue par l'essai Proctor modifié.

Les résultats sont les suivants :

Indice CBR non imbibé = 10 %

Indice CBR imbibé = 3.21 %

4-5 ANALYSE DES RESULTATS

∴ Nous constatons une variation très sensible du taux d'absorption de l'échantillon de sol en fonction du temps. Cette augmentation du taux d'absorption montre que le sol n'a pas encore atteint sa teneur en eau d'équilibre et qu'il peut s'imbibber davantage. En 15 minutes, ce sol augmente son poids de 18.4% après imbibition. Cette caractéristique prouve l'importance des vides et par conséquent, celle d'une faible compacité.

∴ Le résultat des essais de densité en place et de Proctor nous permet d'évaluer la porosité et par suite l'indice des vides du sol à l'aide des formules suivantes :

$$\gamma = (1-n)(1+w)\gamma_s \quad (1)$$

$$\gamma_d = (1-n)\gamma_s \quad (2)$$

γ : densité du sol en place : 1.63 g/cm³ (chapitre IV)

γ_d : densité sèche : $\gamma_{d\text{opt proctor}} = 2.002 \text{ g/cm}^3$ (chapitre IV)

γ_s : poids spécifique des constituants solides = 2.63 g/cm³ (tableau 1-1)

w : teneur en eau naturelle du sol : 8% (résultats laboratoire)

n : porosité.

a) Porosité et indice des vides du sol à l'état naturel.

$$(1) \rightarrow 1.63 = (1-n)(1+8\%) \times 2.63 \rightarrow n = 43\%$$

$$n = \frac{e}{1+e} \rightarrow 0.43 = \frac{e}{1+e} \rightarrow e = 0.75.$$

e : indice des vides

b) Porosité et indice des vides du sol après compactage à l'optimum Proctor

$$(2) \rightarrow 2.002 = (1-n) \times 2.63 \rightarrow n = 24\%$$

$$n = \frac{e}{1+e} \rightarrow 0.24 = \frac{e}{1+e} \rightarrow e = 0.32.$$

L'analyse des résultats en a) et b) nous confirme que ce sol est très compressible. L'indice des vides qui est le rapport du volume des vides au volume des grains solides est important quand le sol est à l'état naturel ($e = 0.75$). Une partie de cet indice des vides est probablement fixée par les colloïdes. Le taux d'absorption élevé du sol est en rapport avec cet indice des vides. Nous constatons que même après un compactage du sol à l'optimum Proctor, il reste toujours un indice des vides: $e = 0.32$.

Par ailleurs, étant donné que la compressibilité des sols est en rapport direct avec l'indice des vides, le taux d'absorption peut servir lui-même, comme qualificatif de la déformabilité des sols sous charge. Par conséquent, les remarques citées ci-haut prouvent que le sol étudié est susceptible sinon sujet à de grandes déformations de tassement.

Il faut également remarquer la grande sensibilité du sol par rapport à sa teneur en eau. En effet l'indice CBR de l'échantillon de sol compacté à la teneur en eau optimum subit une chute de 67.9% c'est à dire de 10 à 3.21. Le même phénomène se produira

évidemment pour d'autres densités du sol par exemple pour celle à l'état naturel; ce qui amènera des grands dommages aux constructions non protégées contre la pénétration de l'eau pendant l'hiver. Ceci veut dire qu'à la détermination des paramètres de cisaillement nécessaires aux calculs de stabilité et/ou de capacité portante, la teneur en eau joue un rôle considérable. [Notons au passage que, selon le rapport d'expertise établi sur les désordres au CAP DES BICHES, les campagnes de sol ont été faites en saison sèche.] Il nous semble opportun que ces paramètres soient déterminés dans des conditions non-consolidées, non-drainées. Les calculs se feront donc en contraintes totales et l'effet de la pression intersticielle y sera automatiquement inclus.

D'autre part, l'énorme diminution de la portance relative CSR indique que le poinçonnement est un facteur à considérer pour la stabilité des ouvrages sur un tel sol.

4-6 CONCLUSION.

Dans le cas de quelques analyses que nous venons de faire, plusieurs éléments semblent militer en faveur d'une hypothèse de tassement pour expliquer les désordres. D'autre part, les caractéristiques mécaniques du sol sont très sensibles à la variation de la teneur en eau. En fait

ce sol est perméable et a un taux d'absorption élevé.

CHAPITRE V

CARTOGRAPHIE

À la suite de l'identification des sols et certaines de leur caractéristiques mécaniques, il convient de faire la cartographie des zones d'échantillonnage.

L'objectif premier de cette cartographie consistait à indiquer les zones d'argiles gonflantes. Mais pour des raisons évoquées dans les chapitres précédents, il n'est plus justifié de parler d'argiles gonflantes mais plutôt de silt argileux compressibles. Aussi la présente cartographie servira surtout pour la poursuite du projet et indiquera en même temps :

- la profondeur d'échantillonnage des sols
- la nature de ces sols et leur teneur en argile + colloïdes
- l'amplitude de gonflement de ces sols
- la force de gonflement de ces sols

Les symboles suivants sont utilisés pour la légende

- * CL = silt argileux
- * A.G = amplitude de gonflement (mm)
- * F.G = force de gonflement (bar)
- * P = profondeur d'échantillonnage (m)

Chaque quartier porte un numéro d'identification inscrit dans un petit cercle [O]. Les résultats sont résumés

dans le tableau 5-1 de la carte.

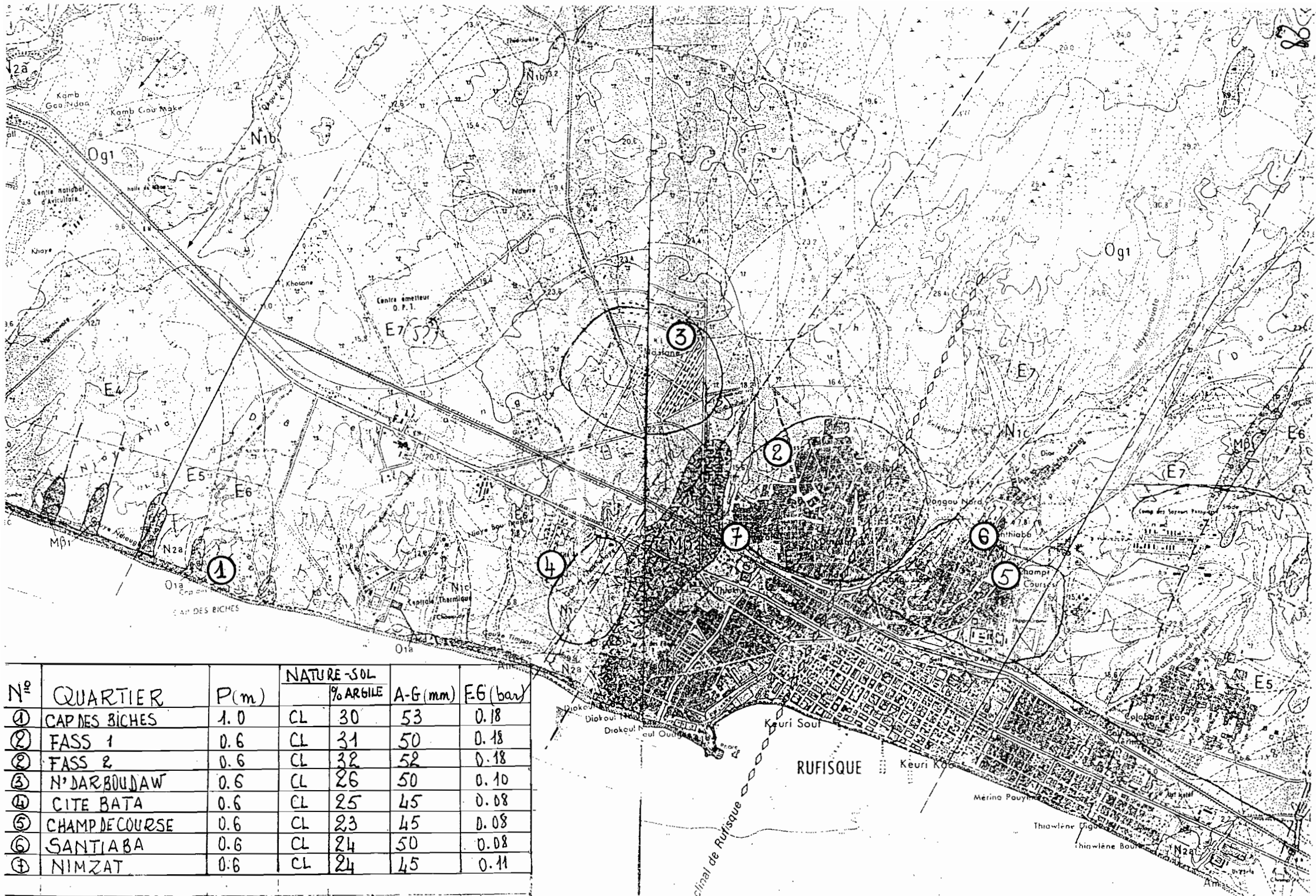


Tableau 5-1

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude nous a amené à conclure que les sols étudiés sont des silts argileux. Par ailleurs, nous concluons également que ces sols, bien que présentant un caractère gonflant en présence d'eau quand ils ne sont pas chargés, sont très compressibles et par conséquent sujets à de grandes déformations de tassement. Nous pouvons expliquer ce gonflement libre (lequel d'ailleurs n'est pas critique en comparaison avec le tassement du sable de dune : tableau 2-1) par la présence d'éléments fins : colloïdes fort abondants dans ces sols. En effet ces éléments fins, même dans le cas où ils n'augmentent pas la plasticité relative, nuisent à l'obtention d'une compacte optimum par qu'ils forment des vides affligés soit d'une capacité de gonflement assez grande soit d'une compacte inférieure à la moyenne.

Dans le chapitre IV (tentative d'explication de la cause des désordres constatés au Cap des Siches) l'échantillon de sol étudié présente des caractéristiques mécaniques très sensibles à la variation de la teneur en eau : sol perméable avec un taux d'absorption élevé. L'indice des vides qui fait double emploi avec la porosité, est très important quand le sol est à l'état naturel ($e = 0.75$). Cet indice des vides qui est en rapport direct avec la compressibilité

du sol, nous indique que ce sol est sujet à des déformations de tassement importantes. Il nous semble que le tassement est la cause des désordres car en rapport avec la nature du sol. Cependant, pour ne pas tirer de conclusion hâtive quant à l'explication de la cause des désordres supposément dus au tassement, il est nécessaire dans la poursuite du présent projet de faire les essais mécaniques suivants :

- essais de consolidation pour estimer l'évolution des tassements dans le temps de ces sols.
- essais triaxial pour déterminer les paramètres de cisaillement nécessaires aux calculs de stabilité et/ou de la capacité portante de ces sols. Nous recommandons ces derniers essais dans des conditions non-consolidées et non-drainées pour des raisons évoquées au paragraphe 4-5 du chapitre V.

Une autre étude intéressante dans le cadre de la poursuite de ce projet serait la détermination de la profondeur de la couche de silt et de l'évolution du niveau de la nappe phréatique à Rufisque. En fait d'un abaissement du niveau de la nappe phréatique, résulte une consolidation (pour sol compressible) entraînant des tassements importants. Cependant il convient de signaler que tassement d'une superstructure ne veut pas dire nécessairement désordres. En effet,

lorsque les tassements sont uniformes, ils ne sont pas en général préjudiciables, si l'ouvrage considéré possède une certaine rigidité.

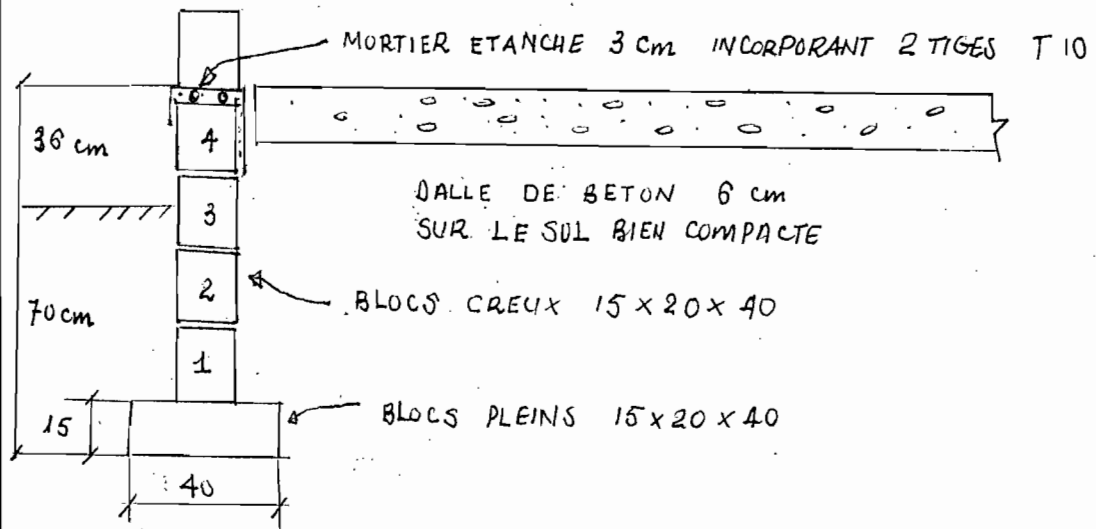
Ce qui peut être beaucoup plus gênant, ce sont les dénivellations entre les différents points d'une fondation que l'on appelle tassements différentiels. Si leur amplitude est importante, des désordres graves peuvent survenir: dislocation de maçonnerie, fissures dans le béton armé (voir photo cap des biches); etc... Ces tassements différentiels peuvent être absorbés par la superstructure en prenant certaines précautions.

Etant donné que nous nous adressons à une population à revenu généralement modeste, il est important de proposer une fondation sur ce type de sol (silt argileux) qui soit résistante et économique. A cette fin, nous recommandons le type de fondation suivant:

•• Fondations

- elles doivent atteindre un sol résistant et stable.
- on creusera une tranchée d'environ 80 cm de largeur et d'au moins 70 cm de profondeur
- le fond de la tranchée sera compacté en y ajoutant un peu d'eau; la surface devra être plane et horizontale.
- des blocs pleins $15 \times 20 \times 40$ (dosage 25 blocs par sac de ciment), serviront d'assise; les blocs seront accolés les uns aux autres, leur face 20×40 en contact avec le sol, sans joint de mortier entre eux (voir croquis.)

- pour les bâtiments de grande longueur, prévoir des joints à intervalle régulier ce qui suppose une superstructure souple et susceptible d'adaptation importante
- protéger les fondations contre la pénétration d'eau.



CROQUIS

ANNEXE A : RESULTATS DE LABORATOIRE
ET EXEMPLES DE CALCUL

ECOLE POLYTECHNIQUE LG 9
LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE
ANALYSE GRANULOMETRIQUE B.F

IDENTIFICATION ST. ARGILEUX N. CAP DES RICHES

Echantillon prélevé à 1 (cm) mètre de profondeur (tranchée) Manipulateur SYLLA

Hydrometre 151 H 152 H n° _____ Calculé _____ Date 10-3-1984

T A M I S A G E	POIDS INITIAL W _T + T _____ T _____ W _T , W _S _____ ASTM D 421 422 1160 2217 E 11	FRACTION UTILISÉE, gr.	TAMIS	POIDS	%	%	D	%	%
			n°	retenu gr.	retenu	retenu	m.m.	Passant	Passant
			2	0			50.8		
			1.5	0			38.1		
			1	0			25.4		
			3/4	0			19.1		
			3/8	0			9.52		
			4	0			4.76		
			10	0			2.00		
			20	0			0.84		
			40	0			0.42	100%	

S E D I M E N T O M E T R I E	Poids utilisé (50 à 100gr) sec <u>70</u>		60	140	200	0.250	100%					
	humide _____					0.105	100%					
						0.074	100%					
	PC	T min	R	DR	R-8R	L	L/T	√L/T	K	D	%	%
	26	1	31	0	31	11.2	11.200	3.3466	0.0128	0.04	44	
	"	2	29	0	29	11.5	5.750	2.3979	0.0128	0.03	42	
	"	5	27	0	27	11.9	2.380	1.527	0.0128	0.02	39	
	"	15	25	0	25	12.2	0.813	0.9017	0.0128	0.01	36	
	"	30	24	0	24	12.4	0.413	0.6427	0.0128	0.008	34	
	"	60	23	0	23	12.5	0.208	0.4561	0.0128	0.006	33	
	"	250	21	0	21	12.9	0.052	0.2280	0.0128	0.003	30	
	"	1440	20	0	20	13.0	0.009	0.0919	0.0128	0.001	29	
	"	2880	20	0	20	13.0	0.0045	0.0811	0.0128	0.0004	29	

TENEUR EN EAU			p% = $\frac{(R-8R) \cdot c}{W_s} \times 100$	
Capsule n°			D _R = K √L/T L est fonction de (R-ménisque)	
W _T + T			D _R =	
W _S + T			c = 1.004	
W _W			Defloculant sodium-metaphosphate Concentration <u>40</u> gr/l	
T			G _s = 2.63 g/cm ³	
W _S				
w%				

11520 19 0 19 13.2 0.001 0.032 0.0128 0.0004 27



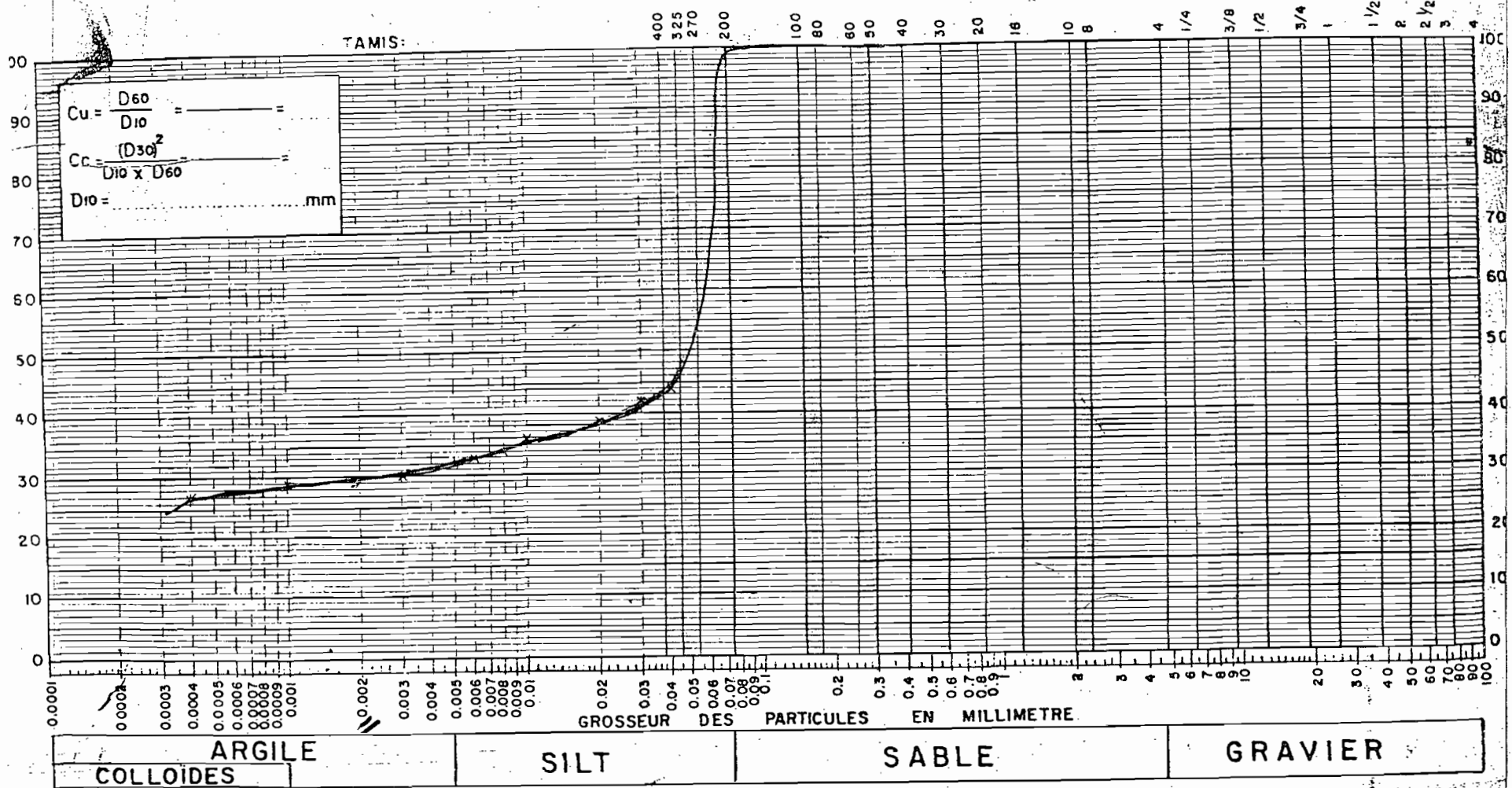
école polytechnique de thiès

Boîte Postale 10, Thiès, République du Sénégal

ECHANTILLON NO CAP BICHE

DATE _____

COURBE GRANULOMETRIQUE



ECOLE POLYTECHNIQUE LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE ANALYSE GRANULOMETRIQUE										LG 9				
B.F														
IDENTIFICATION: <u>SOL ARGILEUX QUARTIER FASS (1)</u>														
Echantillon prélevé à <u>0.6 mètre de profondeur</u>										Manipulateur <u>Sylla</u>				
Hydrometre 151 H <input type="checkbox"/> 152 H <input type="checkbox"/> n° _____										Calculé _____		Date _____ 19__		
T A M I S A G E	POIDS INITIAL		FRACTION UTILISÉE, gr.		W _T + T _____	TAMIS n°	POIDS retenu gr.	% retenu	% retenu	D mm.	% Passant	% Passant		
					T _____	2	0				50.8			
					W _T , W _S _____	1.5	0				38.1			
						1	0				25.4			
						3/4	0				19.1			
						3/8	0				9.52			
						4	0				4.76			
						10	0				2.00			
						20	0				0.84			
						40	0				0.42	100		
S E D I M E N T O M E T R I E	Poids utilisé (50 a 100gr) sec <u>70</u>					60				0.250	≈ 100			
	humide _____					140				0.105	≈ 100			
						200				0.074	≈ 100			
	PC	T min	R	δR	R - δR	L	L/T	√L/T	K	D	%	%		
	20	1	37	3	34	10.7	10.700	3.271	0.0128	0.04	49			
		2	38	3	35	10.9	5.450	2.335	0.0128	0.03	47			
		5	35	3	32	11.1	2.220	1.490	0.0128	0.02	45			
		15	32	2	30	11.4	0.7000	0.872	0.0128	0.01	43			
		30	30	2	28	11.7	0.3900	0.624	0.0128	0.008	40*			
		60	30	2	28	11.7	0.1950	0.412	0.0128	0.005	40*			
	250	27	2	25	12.2	0.0128	0.221	0.0128	0.003	36				
	1440	25	2	23	12.5	0.00808	0.093	0.0128	0.001	33				
	2880	24	2	22	12.7	0.00441	0.066	0.0128	0.0008	31				
TENEUR EN EAU					$P\% = \frac{(R - \delta R) \cdot \rho}{W_s} \times 100$ $D_{mm} = K \sqrt{L/T} \quad L \text{ est fonction de (R-ménisque)}$ $D_R = \rho = 1.00$ Defloculant Sodium-metaphosphate Concentration <u>40</u> gr/l $G_s = 2.65 \text{ g/cm}^3$									
Capsule n°														
W _T + T														
W _S + T														
W _W														
T														
W _S														
w %														
					10800	16	2	14	14	0.0018	0.037	0.0128	0.0005	20



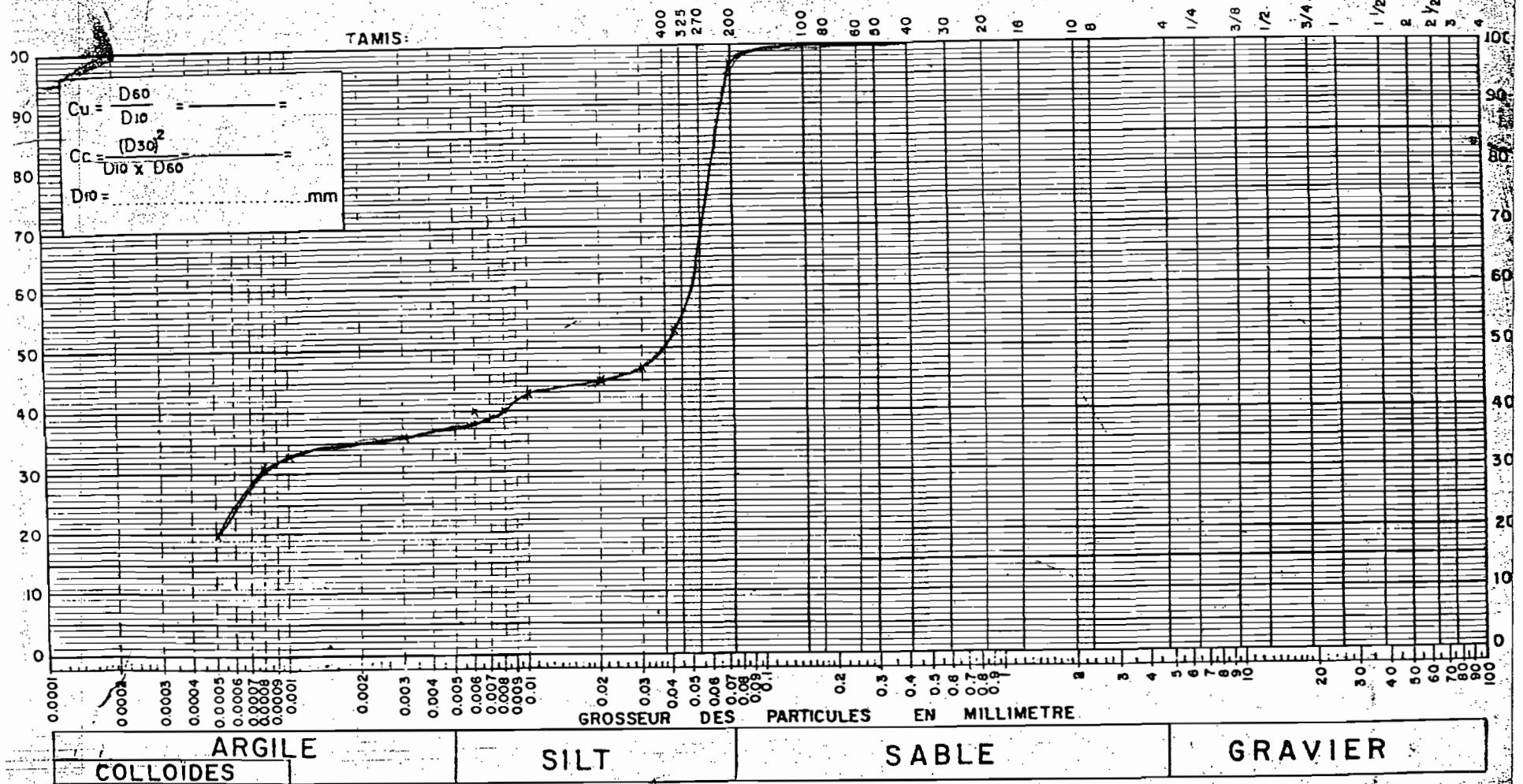
école polytechnique de thiès

Boite Postale 10, Thiès, République du Sénégal

ECHANTILLON NO FASS ①

DATE _____

COURBE GRANULOMETRIQUE



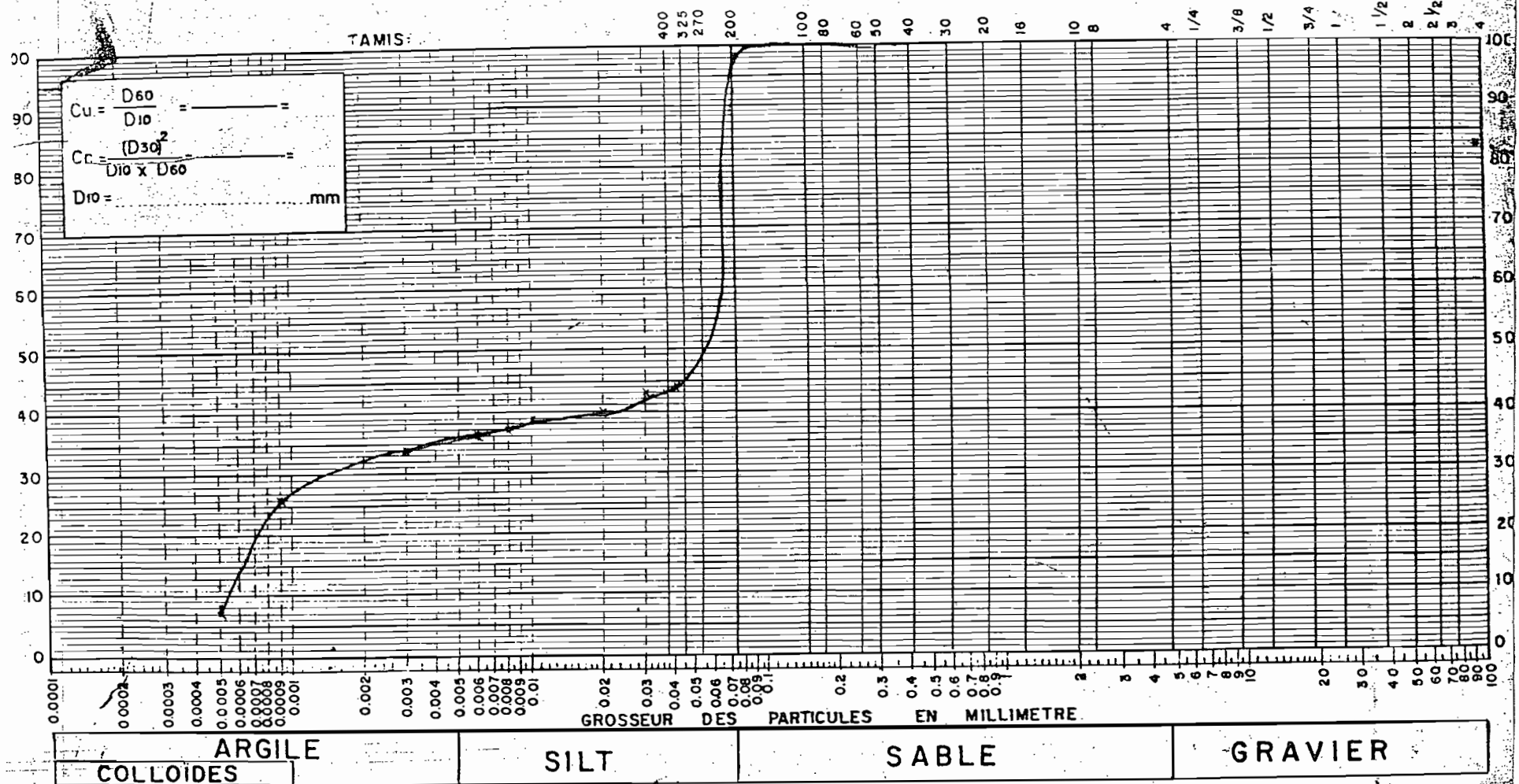
ECOLE POLYTECHNIQUE LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE ANALYSE GRANULOMETRIQUE										LG 9 B.F		
IDENTIFICATION: <u>SILT ARGILEUX QUARTIER FASS (2)</u>												
Echantillon prélevé à <u>0.6 mètre de profondeur</u>							Manipulateur <u>SYLA</u>					
Hydrometre 151 H <input type="checkbox"/> 152 H <input type="checkbox"/> n° _____			Calculé _____			Date _____ 19__						
T A M I S A G E	POIDS INITIAL		FRACTION UTILISÉE, gr.		TAMIS n°	POIDS retenu gr.	% retenu	% retenu	Ø mm.	% Passant	% Passant	
	W _T + T _____											
	T _____				2	0			50.8			
	W _T , W _S _____				1.5	0			38.1			
					1	0			25.4			
					3/4	0			19.1			
					3/8	0			9.52			
					4	0			4.76			
					10	0			2.00			
					20	0			0.84			
				40	0			0.42	100%			
		ASTM D 421 422 1140 2217 E II										
S E D I M E N T O M E T R I E	Poids utilisé (50 à 100gr) sec <u>70</u>					60			0.250	= 100%		
	humide _____					140			0.105	= 100%		
						200			0.075	= 100%		
	PC	T min	R	δR	R-δR	L	L/T	√L/T	K	D	%	%
	26	1	34	3	31	11.2	11.200	3.347	0.0126	0.04	44	
		2	33	3	30	11.4	5.700	2.387	0.0126	0.03	43	
		5	31	3	28	11.7	2.340	1.530	0.0126	0.02	40	
		15	30	3	27	11.9	0.793	0.891	0.0126	0.01	39	
		30	29	3	26	12	0.400	0.632	0.0126	0.008	37	
		60	28	3	25	12.2	0.203	0.451	0.0126	0.005	36	
	250	27	3	24	12.4	0.050	0.223	0.0126	0.003	34		
	1440	26	3	23	12.5	0.0087	0.093	0.0126	0.001	33		
	2880	21	3	18	13.3	0.0048	0.0089	0.0126	0.0009	26		
TENEUR EN EAU					$P\% = \frac{(R - \delta R) \alpha}{W_s} \times 100$ $D_{mm} = K \sqrt{L/T} \quad L \text{ est fonction de } (R\text{-menisque})$ $D_R =$ $\alpha = 0.998$ Défloculant <u>Sodium Metaphosphate</u> Concentration <u>40</u> gr/l $G_s = 2.66 \text{ g/cm}^3$							
Capsule n°												
W _T + T												
W _S + T												
W _W												
T												
W _S												
w %												

11520 6 1 5 15.5 0.0013 0.00367 0.0126 0.0006 7



DATE _____

COURBE GRANULOMETRIQUE



ECOLE POLYTECHNIQUE LG 9
LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE
ANALYSE GRANULOMETRIQUE B.F

IDENTIFICATION SITE ARGENTIN QUARTIER N'AR BOU DAW

Echantillon prélevé à 0.5 mètre de profondeur Manipulateur SYLLA

Hydrometre 151 H 152 H n° _____ Calculé 5/4/14 Date _____ 1984

T A M I S	POIDS INITIAL W _T +T _____ T _____ W _T , W _S _____	FRACTION UTILISÉE, gr.	TAMIS	POIDS	%	%	D	%	%
			n°	retenu gr.	retenu	retenu	m.m.	Passant	Passant
			2				50.8		
			1.5				38.1		
			1				25.4		
			3/4				19.1		
			3/8				9.52		
			4				4.76		
			10				2.00		
			20				0.84		
			40				0.42	100%	

S E D I M E N T O M E T R I E	Poids utilisé (50 à 100gr) sec <u>70</u>		humide _____		60				0.250	≈ 100	
	μC	T min	R	δR	R-δR	L	L/T	√L/T	K	D	%
	26gr	1	30	3	27	11.9	11.9	3.450	0.0128	0.04	39
	28	2	29	3	26	12	6	2.450	0.0128	0.03	38
	"	5	28	3	25	12.2	2.440	1.562	0.0128	0.02	36
	"	15	27	3	24	12.4	0.827	0.909	0.0128	0.01	35
	"	30	25	3	22	12.7	0.423	0.651	0.0128	0.008	32
	"	60	23	3	20	13	0.217	0.465	0.0128	0.006	29
	"	250	22	3	19	13.2	0.053	0.230	0.0128	0.003	27
	"	1440	21	3	18	13.3	0.009	0.096	0.0128	0.001	26
	"	2880	19	3	16	13.7	0.005	0.069	0.0128	0.0009	23

TENEUR EN EAU			$P\% = \frac{(R - \delta R) \alpha}{W_s} \times 100$ $D_{mm} = K \sqrt{L/T}$ L est fonction de (R-menisque)	
Capsule n°			$D_R =$	
W _T +T			$\alpha = 1.01$	
W _S +T			Defloculant <u>sodium-metaphosphate</u> Concentration <u>40</u> gr/l	
W _W			$G_s = 2.61 \text{ g/cm}^3$	
T				
W _S				
w %				

10080 | 17 | 2 | 15 | 13.8 | 0.00136 | 0.037 | 0.0129 | 0.0006 | 21

41



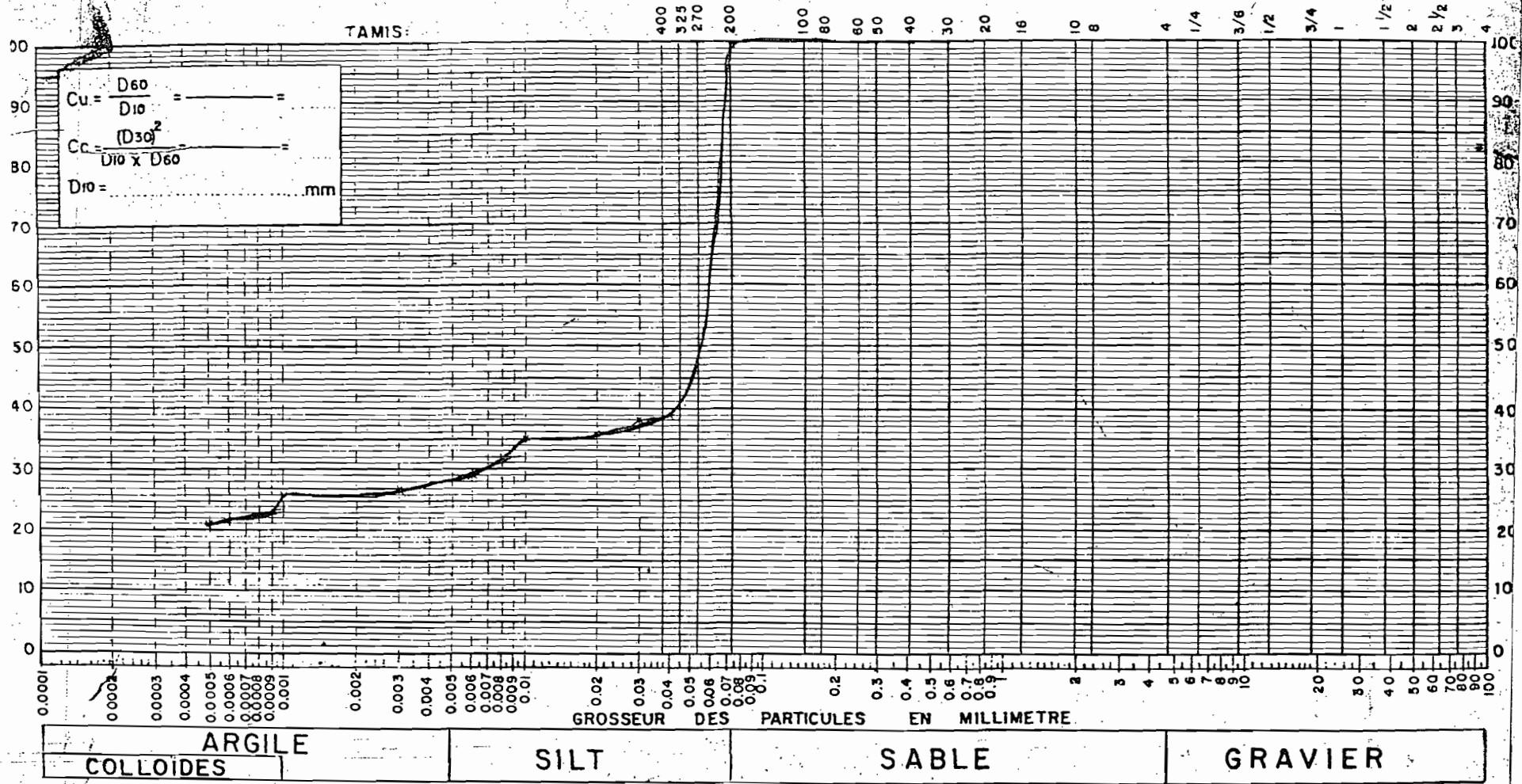
école polytechnique de thiès

Boîte Postale 10, Thiès, République du Sénégal

DATE _____

COURBE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON NO N°DARBOUDA W



ECOLE POLYTECHNIQUE LG 9
LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE
ANALYSE GRANULOMETRIQUE B.F

IDENTIFICATION SULTAN ARSILEUX QUARTIER CITE BATA

Echantillon prélevé à 0.6 mètre de profondeur Manipulateur SVILA

Hydrometre 151 H 152 H n° _____ Calculé _____ Date _____ 19__

T A M I S	POIDS INITIAL W _T + T _____ T _____ W _T , W _S _____	FRACTION UTILISÉE, gr.	TAMIS	POIDS	%	%	D	%	%
			n°	retenu gr.	retenu	retenu	m.m.	Passant	Passant
			2				50.8		
			1.5				38.1		
			1				25.4		
			3/4				19.1		
			3/8				9.52		
			4				4.76		
			10				2.00		
			20				0.84		
			40				0.42	100%	

S E D I M E N T O M E T R I E	Poide utilisée (50 à 100gr) sec <u>70</u>		humide _____		60	140	200	0.250	0.105	0.075	≈ 100	≈ 100	≈ 100
	PC	T min	R	δR	R - δR	L	L/T	√L/T	K	D	%	%	
	26	1	28	3	25	12.2	12.200	3.493	0.0128	0.04	36		
	"	2	27	3	24	12.4	6.200	2.490	0.0128	0.03	35		
	"	5	26	3	23	12.5	2.500	1.581	0.0128	0.02	33		
	"	15	25	3	22	12.7	0.846	0.920	0.0128	0.01	32		
	"	30	23	3	20	13.0	0.433	0.658	0.0128	0.008	29		
	"	60	22	3	19	13.2	0.220	0.469	0.0128	0.006	27		
	"	250	21	3	18	13.3	0.0532	0.231	0.0128	0.003	26		
	"	1440	21	3	18	13.3	0.0092	0.046	0.0128	0.001	26		
	"	2880	18	2	16	13.7	0.0048	0.069	0.0128	0.0009	23		

TENEUR EN EAU		
Capsule n°		
W _T + T		
W _S + T		
W _W		
T		
W _S		
w. %		

$$p\% = \frac{(R - \delta R) \cdot a}{W_s} \times 100$$

$$D_{mm} = K \sqrt{L/T} \quad L \text{ est fonction de } (R - \text{menisque})$$

$$D_R =$$

$$a = 1.042$$
 Déflocculant Sodium metaphosphate Concentration 110 gr/l

$$G_s = 2.59 \text{ g/cm}^3$$

26	10680	14	2	12	14.3	0.00142	0.0377	0.0128	0.0005	17
----	-------	----	---	----	------	---------	--------	--------	--------	----



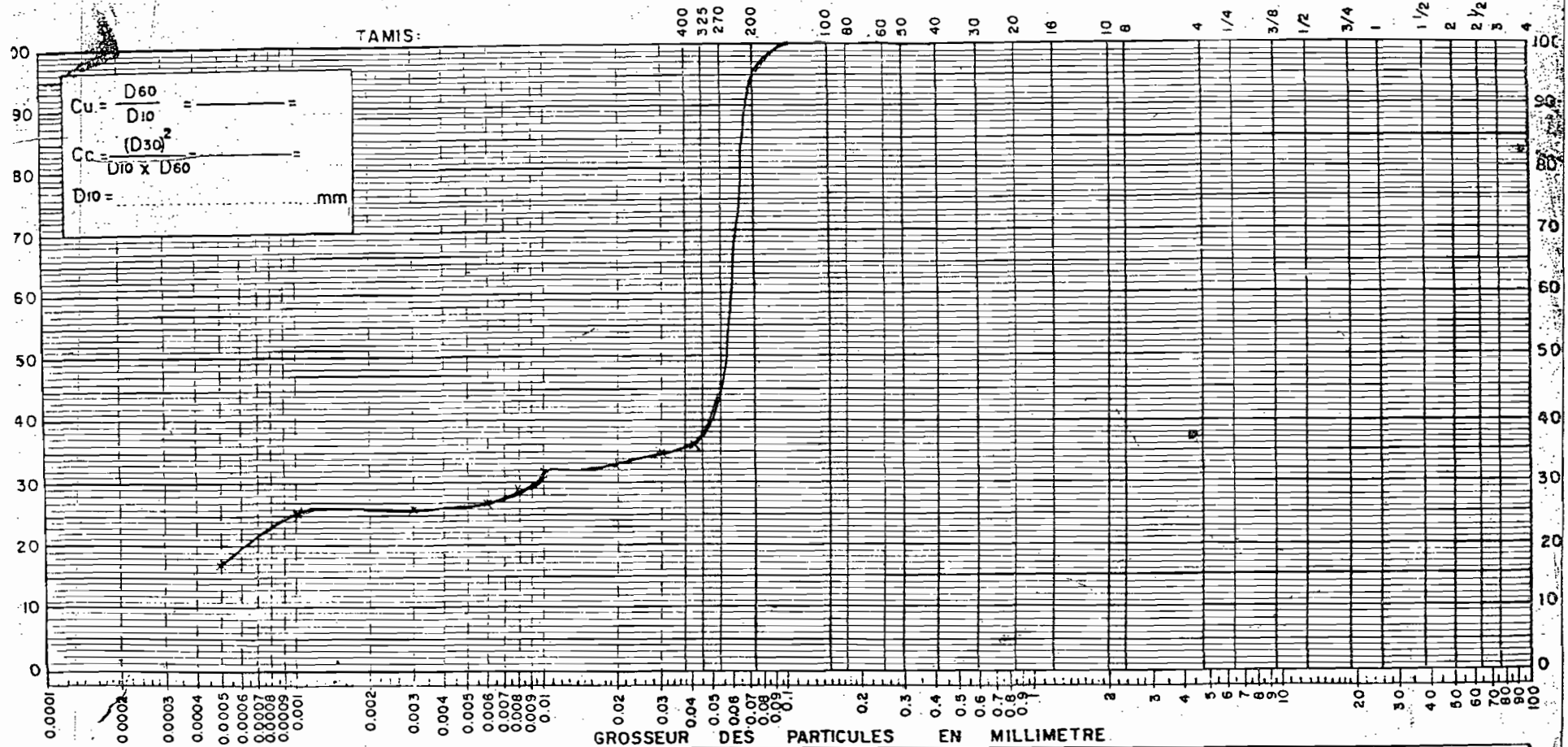
école polytechnique de thiès

Boîte Postale 10, Thiès, République du Sénégal

DATE _____

ECHANTILLON NO CITE BATA

COURBE GRANULOMETRIQUE



$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$
 $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$
 $D_{10} = \quad \text{mm}$

ARGILE COLLOIDES	SILT	SABLE	GRAVIER
------------------	------	-------	---------

144

ECOLE POLYTECHNIQUE LG 9
LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE
ANALYSE GRANULOMETRIQUE B.F

IDENTIFICATION: **SILTARGILEUX DU QUARTIER CHAMP DE COURSE**

Echantillon prélevé a _____ Manipulateur _____
 Hydrometre 151 H 152 H n° _____ Calculé _____ Date _____ 19 _____

T A M I S A G E	POIDS INITIAL W _T + T _____ T _____ W _T , W _S _____ ASTM D 421 422 1140 2217 E 11	FRACTION UTILISÉE, gr.	TAMIS	POIDS	%	%	D	%	%
			n°	retenu gr.	retenu	retenu	m.m.	Passant	Passant
			2				50.8		
			1.5				38.1		
			1				25.4		
			3/4				19.1		
			3/8				9.52		
			4				4.76		
			10				2.00		
			20				0.84		
			40				0.42	100%	

S E D I M E N T O M E T R I E	Poids utilisé (50 a 100gr) sec <u>70</u>					60				0.250	100%
	humide _____					140				0.105	≈ 100
					200				0.074	≈ 100	
pc	T min	R	δR	R - δR	L	L/T	√L/T	K	D	%	%
26	1	25	3	22	12.7	12.700	3.564	0.0126	0.04	31	
	2	24	3	21	12.9	6.450	2.540	0.0126	0.03	30	
	5	23	3	20	13.0	2.600	1.612	0.0126	0.02	29	
	15	21	3	18	13.3	0.887	0.942	0.0126	0.01	26	
	30	20	3	17	13.5	0.1500	0.371	0.0126	0.008	24	
	60	20	3	17	13.5	0.225	0.474	0.0126	0.006	24	
	250	19	3	16	13.7	0.0548	0.2341	0.0126	0.003	23	
	1440	18.5	3	15.5	13.8	0.00958	0.0979	0.0126	0.001	22	
	2880	18	3	15	13.8	0.00479	0.0692	0.0126	0.0009	21	

TENEUR EN EAU		p% = $\frac{(R - \delta R) \cdot a}{W_s} \times 100$	
Capsule n°		D _{mm} = K $\sqrt{L/T}$ L est fonction de (R-ménisque)	
W _T + T		D _R =	
W _S + T		a = 1.00	
W _W		Defloculant de la solution Concentration <u>40</u> gr/l	
T		G _s = 2.65 g/cm ³	
W _S			
w %			

10080 15 2 13 14.2 0.0014 0.0375 0.0126 0.0005 19

45



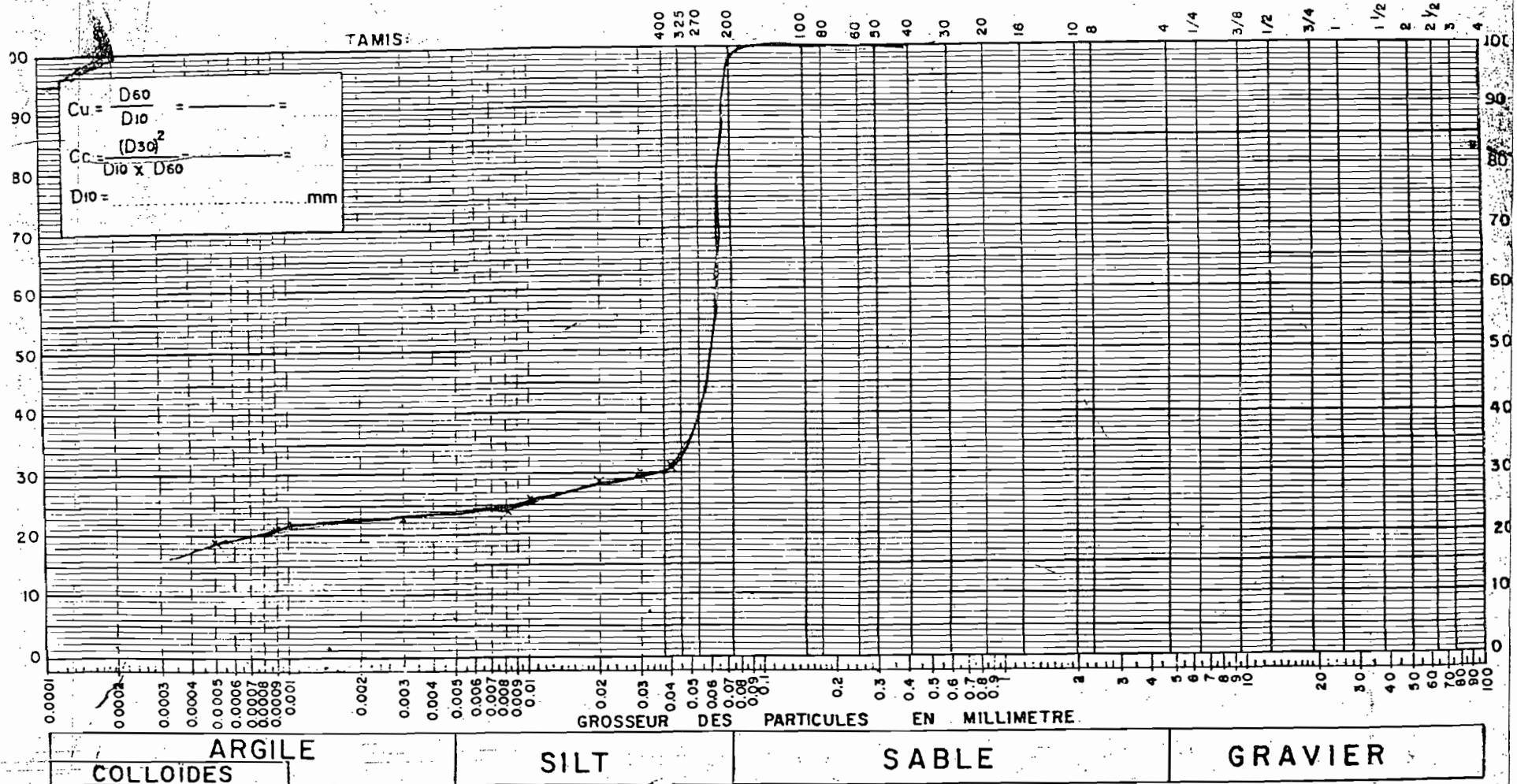
école polytechnique de thiès

Boîte Postale 10, Thiès, République du Sénégal

ECHANTILLON NO Ch. Couese

DATE _____

COURBE GRANULOMETRIQUE



ECOLE POLYTECHNIQUE LG 9
LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE
ANALYSE GRANULOMETRIQUE B.F

IDENTIFICATION SURARCHEUX DU QUARTIER SANTIABA
 Echantillon prélevé a 0.8 mètre de profondeur Manipulateur Sylla
 Hydrometre 151 H 152 H n° _____ Calculé Sylla Date _____ 1984

T A M I S	POIDS INITIAL W _T + T _____ T _____ W _T , W _S _____	FRACTION UTILISÉE, gr.	TAMIS	POIDS	%	%	D	%	%
			n°	retenu gr.	retenu	retenu	mm.	Passant	Passant
			2				50.8		
			1.5				38.1		
			1				25.4		
			3/4				19.1		
			3/8				9.52		
			4				4.76		
			10				2.00		
			20				0.84		
			40				0.42		100

S E D I M E N T O M E T R I E	Poids utilisé (50 a 100gr) sec <u>70</u> humide _____	60				0.250	≈ 100						
		140				0.105	≈ 100						
		200				0.075	≈ 100						
		PC	T min	R	δR	R - δR	L	L/T	√L/T	K	D	%	%
		26	1	27	3	24	12.4	12.4	3.521	0.0128	0.05	34	
			2	20	3	23	12.5	6.25	2.500	0.0128	0.03	33	
			5	25	3	22	12.7	2.540	1.594	0.0128	0.02	32	
			15	23.5	3	20.5	13	0.8667	0.9309	0.0128	0.01	29	
			30	23	3	20	13	0.4333	0.6583	0.0128	0.008	29	
			60	20	2	18	13.3	0.2216	0.4708	0.0128	0.006	26	
			250	19	2	17	13.5	0.0540	0.2324	0.0128	0.003	24	
			1440	18	2	16	13.7	0.00951	0.0975	0.0128	0.001	23	
			2880	18	2	16	13.7	0.00475	0.06847	0.0128	0.0009	23	

TENEUR EN EAU
 Capsule n° _____
 W_T + T _____
 W_S + T _____
 W_W _____
 T _____
 W_S _____
 w % _____

$p\% = \frac{(R - \delta R) \cdot a}{W_s} \times 100$
 $D_{mm} = K \sqrt{L/T}$ L est fonction de (R-ménisque)
 $D_R =$
 $a = 1.004$
 Defloculant Sedimentation Concentration 40 gr/l
 $G_s = 2.63 \text{ g/cm}^3$

2880	18	2	16	13.7	0.00475	0.06847	0.0128	0.0009	23
------	----	---	----	------	---------	---------	--------	--------	----



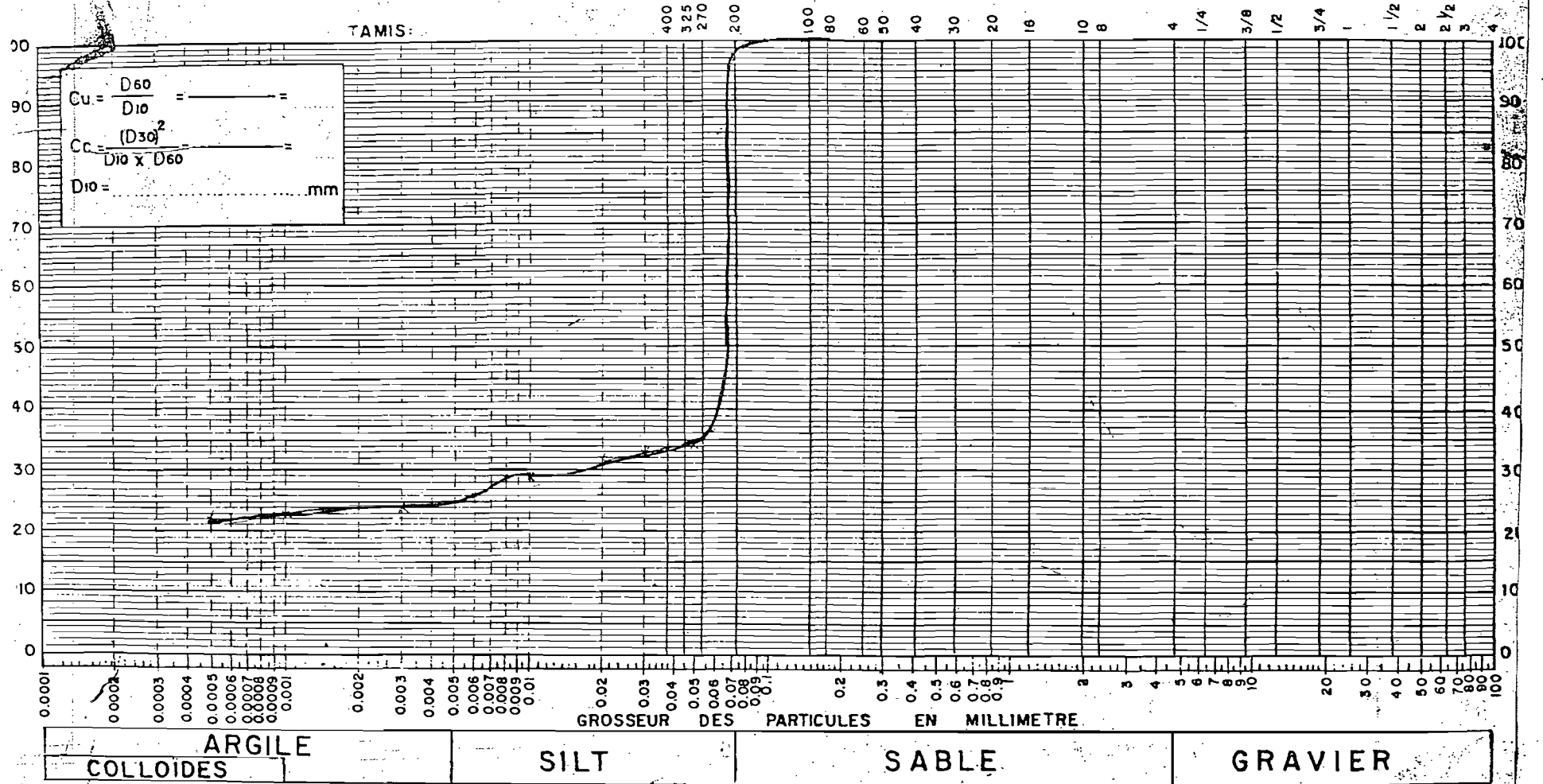
école polytechnique de thiès

Boîte Postale 10, Thiès, République du Sénégal

DATE _____

ECHANTILLON NO. SANTIABA

COURBE GRANULOMETRIQUE



ECOLE POLYTECHNIQUE LG 9
LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE
ANALYSE GRANULOMETRIQUE B.F

IDENTIFICATION SILT ARGILEUX DU QUARTIER NIMZAT
 Echantillon prélevé à 0.6 mètre de profondeur Manipulateur Sylla
 Hydrometre 151 H 152 H n° _____ Calculé Sylla Date _____ 1984

T A M I S	POIDS INITIAL W _T + T _____ T _____ W _T , W _S _____	FRACTION UTILISÉE, gr.	TAMIS	POIDS	%	%	D	%	%
			n°	retenu gr.	retenu	retenu	m.m.	Passant	Passant
			2				50.8		
			1.5				38.1		
			1				25.4		
			3/4				19.1		
			3/8				9.52		
			4				4.76		
			10				2.00		
			20				0.84		
			40				0.42	100%	

ASTM D 421
422
1140
2217
E 11

S E D I M E N T O M E T R I E	Poids utilisé (50 à 100gr) sec _____		60				0.250	= 100			
	humide _____		140				0.105	= 100			
			200				0.074	= 100			
	20	1	31	3	28	11.7	11.7	3.42033	0.0126	0.04	10
		2	30	3	27	11.9	5.950	2.43926	0.0126	0.03	39
		5	30	3	27	11.9	2.380	1.54272	0.0126	0.02	39
		15	27	3	24	12.4	0.8267	0.40923	0.0126	0.01	34
		30	24	3	21	12.9	0.1300	0.65571	0.0126	0.008	30
		60	22	3	19	13.2	0.2200	0.4690	0.0126	0.006	27
		250	21	2	19	13.2	0.0528	0.2298	0.0126	0.003	27
		1440	20.3	2	18.2	13.3	0.00923	0.09607	0.0126	0.001	26
		2880	18.2	2	16.8	13.7	0.00476	0.0687	0.0126	0.0009	24

TENEUR EN EAU		$p\% = \frac{(R - BR) \cdot a}{W_s} \times 100$ Dmm = K $\sqrt{L/T}$ L est fonction de (R-menisque) D _R = a = 1.00 Déflocculant: <u>100 mg</u> - <u>100 ml</u> - <u>100 ml</u> Concentration <u>10</u> gr/l G _s = <u>2.65</u> gr/cm ³
Capsule n°		
W _T + T		
W _S + T		
W _W		
T		
W _S		
w %		

10080	16	2	14	14	0.00139	0.0373	0.0126	0.0005	26
-------	----	---	----	----	---------	--------	--------	--------	----

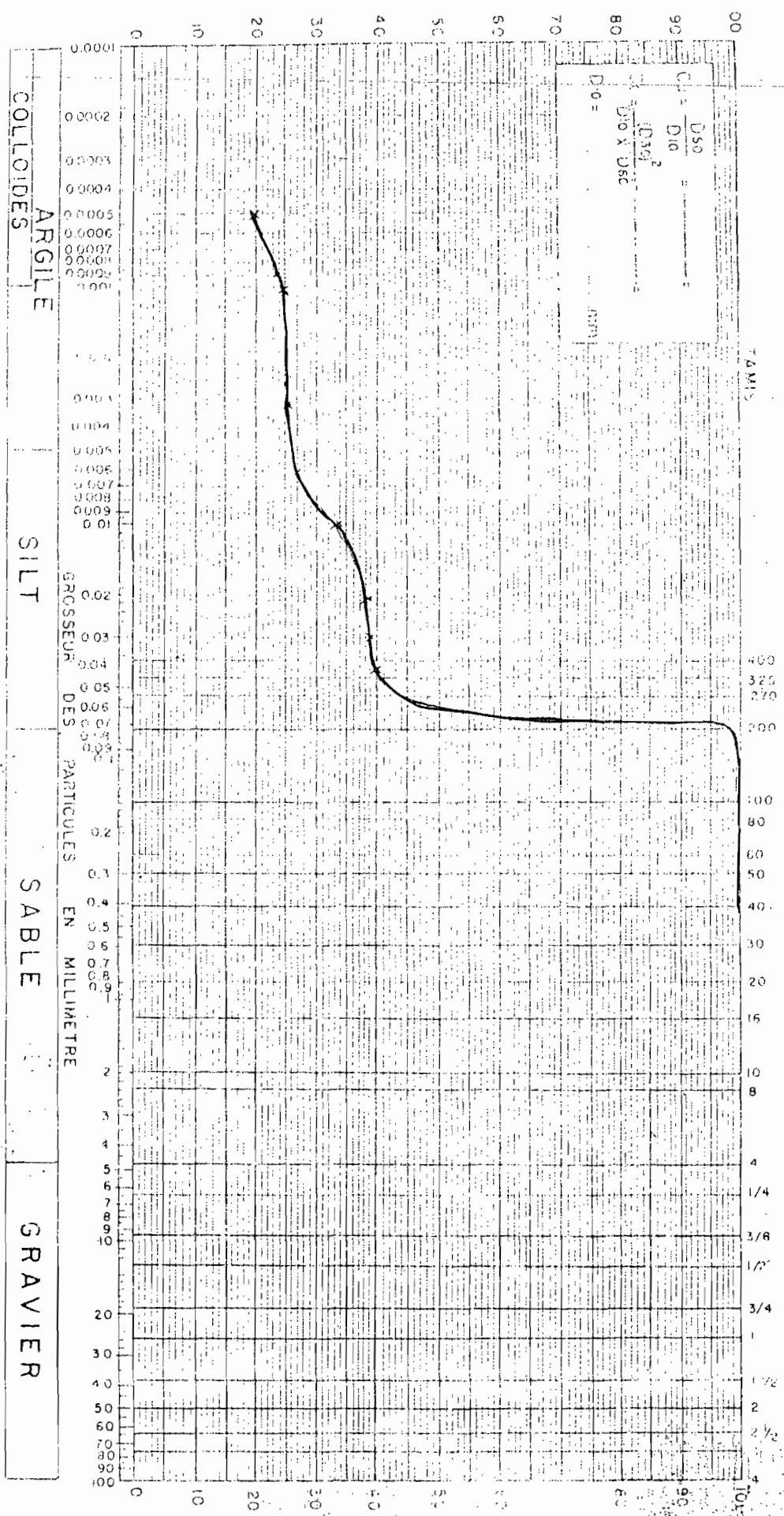


École Polytechnique de Thiès
Boite Postale 11, Thiès, République du Sénégal

COURSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON NO. NIMZAT

DATE



coefficient α vs G_s

Unit weight of soil solids (g/cu cm)	Correction factor α
2.85	0.96
2.80	0.97
2.75	0.98
2.70	0.99
2.65	1.00
2.60	1.01
2.55	1.02
2.50	1.04

$$P_{\%} = \alpha \frac{R - \Delta R}{W_s} 100\%$$

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}}$$

W_s en gr. T en min
 L en cm D en mm

coefficient K vs. θ et G_s

Temp. (°C)	Unit weight of soil solids (gm/cu cm)							
	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.0151	0.0148	0.0146	0.0144	0.0141	0.0139	0.0137	0.0136
17	0.0149	0.0146	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134
18	0.0148	0.0144	0.0142	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132
19	0.0145	0.0143	0.0140	0.0138	0.0136	0.0134	0.0132	0.0131
20	0.0143	0.0141	0.0139	0.0137	0.0134	0.0133	0.0131	0.0129
21	0.0141	0.0139	0.0137	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127
22	0.0140	0.0137	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0128	0.0126
23	0.0138	0.0135	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124
24	0.0137	0.0134	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0125	0.0123
25	0.0135	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0123	0.0122
26	0.0133	0.0131	0.0129	0.0127	0.0125	0.0124	0.0122	0.0120
27	0.0132	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0119
28	0.0130	0.0128	0.0126	0.0124	0.0123	0.0121	0.0119	0.0117
29	0.0129	0.0127	0.0125	0.0123	0.0121	0.0120	0.0118	0.0116
30	0.0128	0.0126	0.0124	0.0122	0.0120	0.0118	0.0117	0.0115

profondeur L vs. $R - \Delta R$

Original hydrometer reading (corrected for meniscus only)	Effective depth L (cm)	Original hydrometer reading (corrected for meniscus only)	Effective depth L (cm)
0	16.3	31	11.2
1	16.1	32	11.1
2	16.0	33	10.9
3	15.8	34	10.7
4	15.6	35	10.5
5	15.5	36	10.4
6	15.3	37	10.2
7	15.2	38	10.1
8	15.0	39	9.9
9	14.8	40	9.7
10	14.7	41	9.6
11	14.5	42	9.4
12	14.3	43	9.2
13	14.2	44	9.1
14	14.0	45	8.9
15	13.8	46	8.8
16	13.7	47	8.6
17	13.5	48	8.4
18	13.3	49	8.3
19	13.2	50	8.1
20	13.0	51	7.9
21	12.9	52	7.8
22	12.7	53	7.6
23	12.5	54	7.4
24	12.4	55	7.3
25	12.2	56	7.1
26	12.0	57	7.0
27	11.9	58	6.8
28	11.7	59	6.6
29	11.5	60	6.5
30	11.4		

50

ANALYSE GRANULOMETRIQUE: Sédimentométrie

• Exemple de Calcul: Echantillon Cap Des Biches.

- * Poids spécifique du sol: $2.63 \text{ g/cm}^3 = G_s$
- * Lecture sur l'hydromètre (échantillon): $R = 31$ au temps T
- * Lecture à zéro sur l'hydromètre (sol-terreau): $SR = 0$
- * Température de l'échantillon: $\theta = 26^\circ\text{C}$
- * Temps écoulé entre la fin du mélange et une lecture de $R: T = 1 \text{ mn}$
- * Poids initial sec: $W_s = 70 \text{ g}$
- * Passant tamis 200 = 100%

• On en déduit:

- * $R - SR = 31 - 0 = 31$
- * Profondeur $L = 11.2 = \text{fonction}(R - SR)$
- * $L/T = 11.2 / 1 \text{ mn} = 11.200$
- * $K = f(\theta, G_s) = 0.0128$
- * $D = K \sqrt{L/T} = 0.0128 \sqrt{11.2/1} = \underline{0.04 \text{ mm}}$
- * a : facteur de correction pour le poids spécifique $G_s = 1.004$ (interpolation entre $G_s = 2.60$ et $G_s = 2.65$)
- * Calcul du passant diamètre $D = 0.04 \text{ mm}$:

$$P \% = \frac{(R - SR) a}{W_s} \times 100 = \frac{31 \times 1.004}{70} \times 100$$

$$= \underline{44.}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS
 LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DES SOLS
 LIMITES DE CONSISTANCE D'ATTERBERG

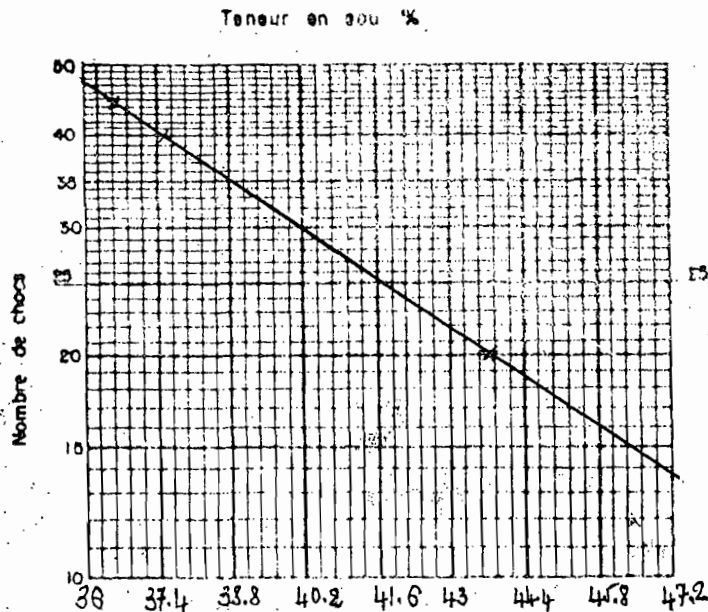
IDENTIFICATION SILT ARGILEUX DU CAP DES BICHES

Recupéré CAP DES BICHES Echantillon prélevé à 1 mètre de profondeur Manipulateur

Appareil n° _____ Calculé _____ Vérifié _____ Date 3-02-84

Limites de liquidité W_L					
Capsule n°	1	2	3	4	5
$W_T + \text{Tare}$	28.20	20.23	26.39	24.95	24.69
$W_B + \text{Tare}$	22.34	16.99	21.73	20.75	20.68
W_w	5.86	3.24	4.66	4.20	4.01
Tare	09.73	9.57	9.59	9.55	9.72
W_B	12.61	7.42	12.14	11.20	10.96
w %	46.47	43.66	38.38	37.5	36.58
Nb de chocs	12	20	30	40	45

Limites de plasticité	
6	7
11.19	11.14
10.97	10.89
0.22	0.25
9.64	0.68
1.13	1.21
19.46	20.66



Teneur en eau à la réception	
Capsule n°	
$W_T + \text{Tare}$	
$W_B + \text{Tare}$	
W_w	
Tare	
W_B	
w %	8

W_L	42.16
W_p	20.06
I_p	22.1
w	
L	

OBSERVATIONS

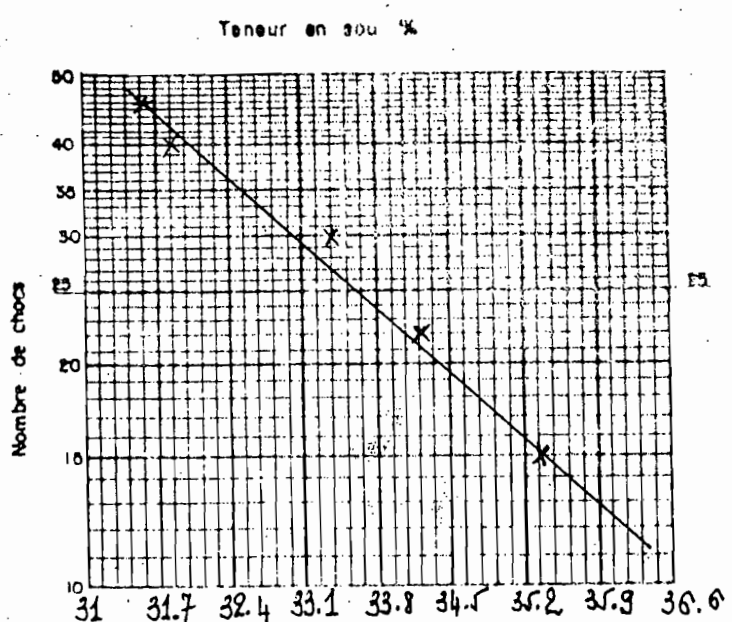
4
 ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS
 LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DES SOLS
 LIMITES DE CONSISTANCE D'ATTERBERG

IDENTIFICATION SILET ARGILEUX DU QUARTIER FASS ①

Recupéré à Rufisque Echantillon prélevé à 0.6 m Manipulateur Sylla
 Appareil n° Calculé SYLLA Vérifié Date

Limites de liquidité w_L					
Capsule n°	1	2	3	4	5
$W_T + \text{Tare}$	42.45	45.25	34.27	33.18	38.10
$W_S + \text{Tare}$	36.97	39.17	31.17	30.40	34.21
W_w	5.48	6.08	3.10	2.72	3.89
Tare	21.47	21.47	21.87	21.89	21.89
W_s	15.50	17.70	9.30	8.51	12.32
w %	35.35	34.35	33.33	31.73	31.57
Nb de chocs	15	22	30	40	46

Limites de plasticité	
6	7
24.06	24.01
23.72	23.59
0.24	0.42
21.61	21.37
1.11	1.92
21.62	21.87



Teneur en eau à la réception	
Capsule n°	1
$W_T + \text{Tare}$	51.34
$W_S + \text{Tare}$	46.0
W_w	5.34
Tare	21.62
W_s	24.38
w %	21.90

w_L	38.66
w_p	9.66
I_p	24.00
w	
L	

OBSERVATIONS

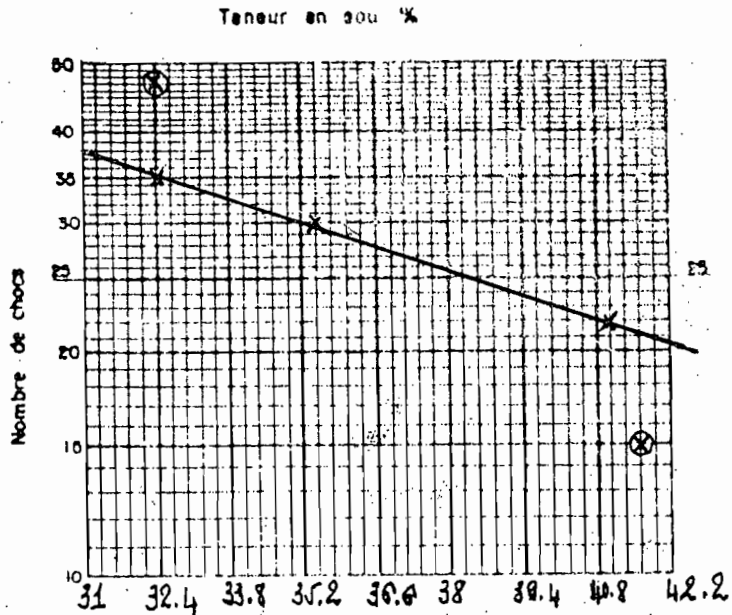
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS
LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DES SOLS
LIMITES DE CONSISTANCE D'ATTERBERG

IDENTIFICATION SILT ARGILEUX DU QUARTIER FASS (2)

Recupéré Dufisque Echantillon prélevé à 0.6 m Manipulateur Sylla
Appareil n° _____ Calculé _____ Vérifié _____ Date _____

Limites de liquidité W_L					
Capsule n°	1	2	3	4	5
$W_T + \text{Tare}$	25.04	21.53	21.58	23.11	26.83
$W_B + \text{Tare}$	20.54	18.05	18.41	19.58	22.63
W_w	4.50	3.48	3.17	3.55	4.20
Tare	9.73	9.57	9.59	9.55	9.72
W_0	10.81	8.48	8.82	10.02	12.91
w %	41.63	41.03	35.94	35.46	32.53
Nb de chocs	15	22	30	35	48

Limites de plasticité	
6	7
11.64	10.75
11.39	10.60
0.25	0.15
9.64	9.54
1.75	1.06
14.28	14.15



Teneur en eau à la réception	
Capsule n°	2
$W_T + \text{Tare}$	61.39
$W_B + \text{Tare}$	54.06
W_w	7.33
Tare	21.69
W_0	32.37
w %	22.64

W_L	38
W_P	14.22
I_P	23.78
w	
L	

OBSERVATIONS

4

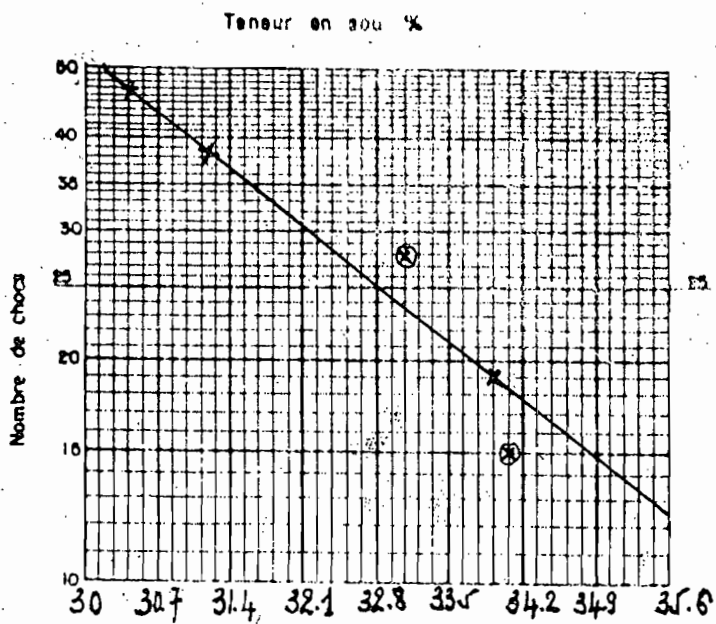
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS
LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DES SOLS
LIMITES DE CONSISTANCE D'ATTERBERG

IDENTIFICATION SILT ARGILEUX DU QUARTIER N'JARBODAW

Récupéré 0.6 m Echantillon prélevé à Rufisque Manipulateur Sylla
Appareil n° _____ Calculé _____ Vérifié _____ Date _____

Limites de liquidité w_L					
Capsule n°	1	2	3	4	5
$W_T + \text{Tare}$	21.60	21.22	23.30	17.82	19.82
$W_s + \text{Tare}$	18.58	18.27	19.93	15.87	17.46
W_w	3.02	2.95	3.43	1.95	2.36
Tare	9.73	9.57	9.55	9.59	9.72
W_0	8.85	8.70	10.38	6.28	7.14
w %	34.12	33.90	33.84	31.05	30.49
Nb de chocs	15	19	27	37	48

Limites de plasticité	
6	7
12.83	11.10
12.37	10.94
0.40	0.10
9.64	9.08
2.73	1.20
10.84	12.70
999	



Teneur en eau à la réception	
Capsule n°	3
$W_T + \text{Tare}$	81.67
$W_s + \text{Tare}$	77.51
W_w	4.16
Tare	21.89
W_0	55.62
w %	7.47

w_L	32.8
w_p	12.7
I_p	20.1
w	
L	

OBSERVATIONS

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS
LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DES SOLS
LIMITES DE CONSISTANCE D'ATTERBERG

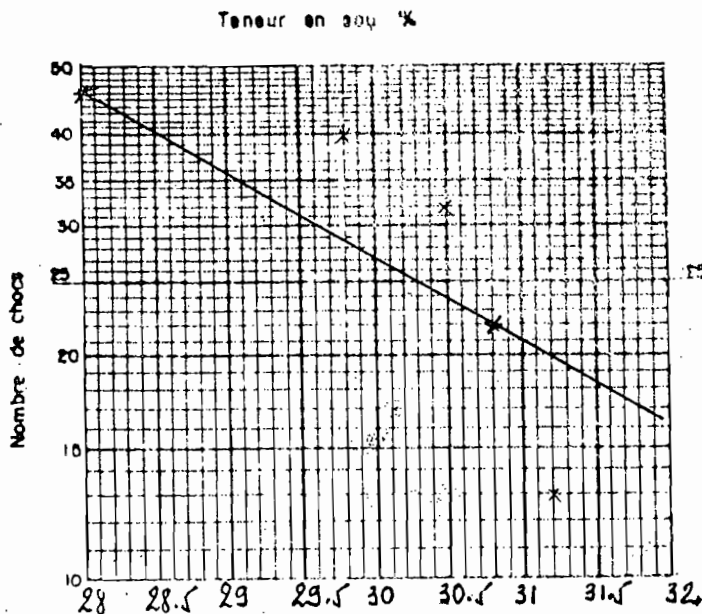
IDENTIFICATION SILT ARGILEUX LA CITE BATA

Recupéré Ru fissure Echantillon prélevé à 0,6 m Manipulateur W/c
Appareil n° _____ Calculé W/c Vérifié _____ Date 1980

Limites de liquidité W_L					
Capsule n°	1	2	3	4	5
$W_T + \text{Tare (g)}$	37.50	34.93	33.79	34.81	34.40
$W_0 + \text{Tare (g)}$	33.73	31.80	30.91	31.84	31.66
W_w (g)	3.83	3.07	2.88	2.97	2.74
Tare (g)	21.47	21.89	21.47	21.89	21.87
W_0	12.26	9.97	9.44	9.95	9.79
$w\%$	31.23	30.79	30.50	29.80	28.0
Nb de chocs	13	22	32	40	47

Limites de plasticité	
6	7
21.31	23.90
23.94	23.51
0.37	0.39
21.01	21.37
2.33	2.14
15.90	18.22

Teneur en eau à la réception	
Capsule n°	4
$W_T + \text{Tare}$	91.54
$W_0 + \text{Tare}$	89.72
W_w	4.82
Tare	21.66
W_0	68.06
$w\%$	7.08



W_L	30.3
W_P	17.06
I_P	13.24
w	
L	

OBSERVATIONS

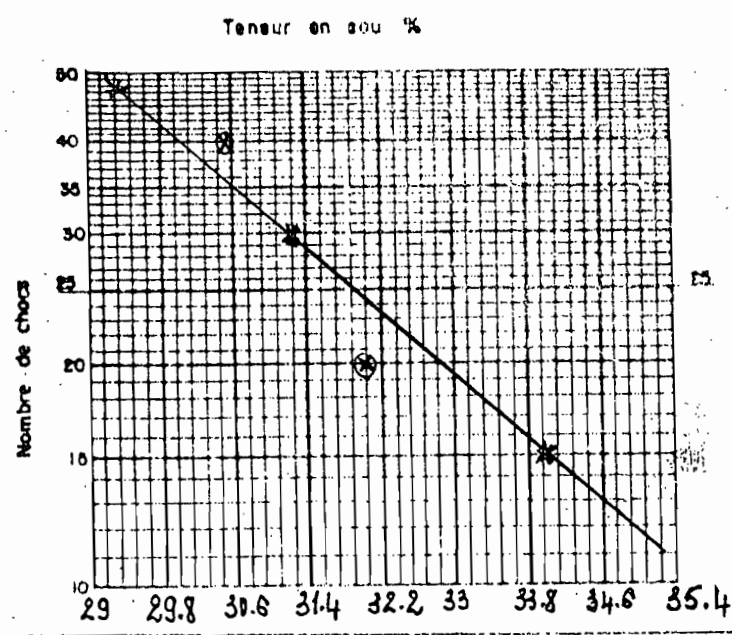
4

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS
LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DES SOLS
LIMITES DE CONSISTANCE D'ATTERBERG

IDENTIFICATION SILT ARGILEUX DU QUARTIER SANTIABA
Recupéré Lufisque Echantillon prélevé à 0.6 m Manipulateur Sylla
Appareil n° _____ Calculé Sylla Vérifié _____ Date 1984

Limites de liquidité W_L					
Capsule n°	1	2	3	4	5
$W_r + \text{Tare}$	43.82	37.39	27.19	36.76	32.57
$W_0 + \text{Tare}$	38.03	33.55	23.00	33.28	30.15
W_w	5.79	3.84	4.19	3.48	2.42
Tare	21.47	21.47	9.59	21.89	21.89
W_0	16.56	11.98	13.41	11.39	8.26
w %	34.96	32.05	31.24	30.55	29.30
Nb de chocs	15	20	30	40	48

Limites de plasticité	
6	7
13.08	13.45
13.17	12.94
0.52	0.62
9.64	9.68
3.53	3.26
14.44	18.71



Teneur en eau à la réception	
Capsule n°	5
$W_r + \text{Tare}$	112.24
$W_0 + \text{Tare}$	105.21
W_w	7.03
Tare	21.66
W_0	83.55
w %	8.41

W_L	31.88
W_p	16.58
I_p	15.3
w	
I_L	

OBSERVATIONS

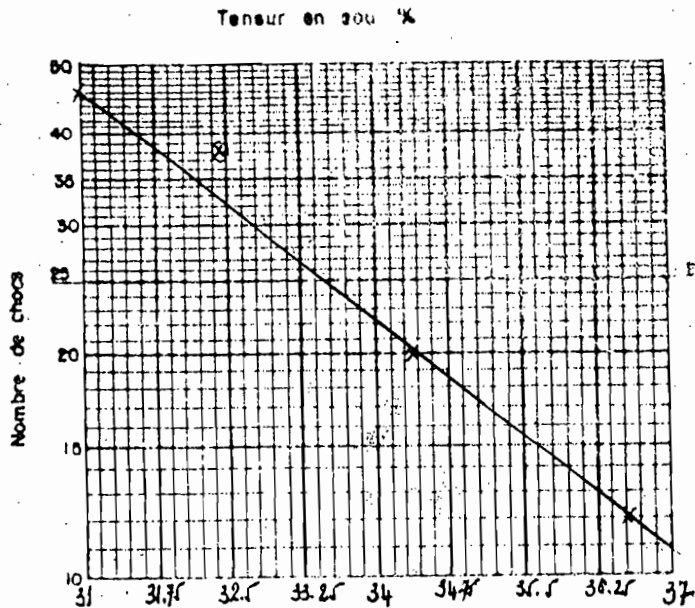
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS
LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DES SOLS
LIMITES DE CONSISTANCE D'ATTERBERG

IDENTIFICATION SILT ARGILEUX DE NIMZAT (Quartier de Rufisque)

Recupéré à Rufisque Echantillon prélevé à 0.6 m Manipulateur Sylla
Appareil n° _____ Calculé Sylla Vérifié _____ Date 1981

Limites de liquidité W_L					
Capsule n°	1	2	3	4	5
$W_T + \text{Tare}$	35.30	34.70	33.93	33.82	33.10
$W_0 + \text{Tare}$	31.60	31.42	30.94	33.07	33.04
W_w	3.70	3.28	2.99	3.75	3.46
Tare	21.47	21.89	21.87	21.47	21.89
W_s	10.13	9.53	9.07	11.60	11.15
w %	36.52	34.41	32.96	32.32	31.03
Nb de chocs	12	20	30	38	45

Limites de plasticité	
6	7
26.64	24.38
25.92	24.13
0.72	0.46
21.61	21.37
4.31	2.76
16.90	16.30



Teneur en eau à la réception	
Capsule n°	6
$W_T + \text{Tare}$	73.28
$W_0 + \text{Tare}$	69.10
W_w	4.18
Tare	21.37
W_s	47.73
w %	8.75

W_L	33.55
W_p	16.5
I_p	17.05
w	
L	

OBSERVATIONS

LABORATOIRE DE MECANIQUE DES SOLS

ESSAI DE PROCTOR

MODIFIE :

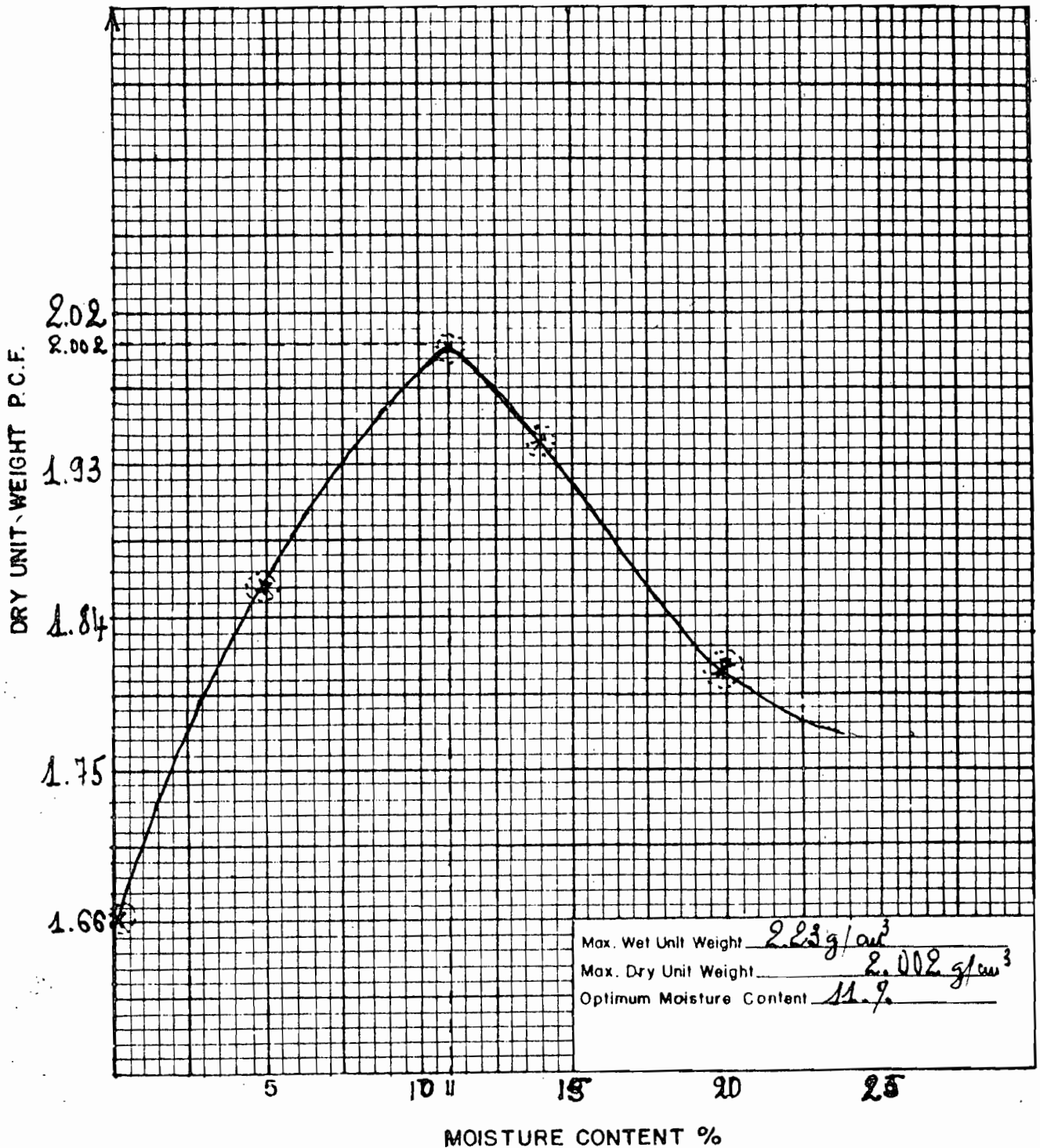
~~NORMAL~~ :

ESSAI NUMERO		1	2	3	4	5
1	Poids Moule g	4268	4268	4268	4268	4268
2	Poids Moule et sol humide g	6037	6266	6277	6217	6124
3	Poids sol humide g	1769	1998	2009	1949	1856
4	Volume Moule cm ³	900	900	900	900	900
5	Densité sol P.C.F. g/cm ³	1.97	2.22	2.23	2.17	2.06
6	Container N°	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
7	Poids container g	52.80	51.74	53.60	54.94	53.78
8	Poids container et sol humide g	200.00	162.99	227.89	168.79	200.78
9	Poids sol humide g	147.2	111.25	174.29	113.85	147
10	Poids container et sol sec g	192.91	152.05	206.36	149.65	172.59
11	Poids sol sec g	140.11	100.31	152.76	94.71	118.81
12	Poids de H ₂ O g	7.09	10.94	21.53	19.14	28.19
13	% d'H ₂ O	5.06	10.91	14.09	20.21	23.73

MATERIEL : Silt argileux
 PROVENANCE : Cab des biches (Rufisque)
 DATE DE L'ESSAI : 24.4.84
 REMARQUES : piéso à 1 (un) mètre de profondeur.

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

MODIFIED PROCTOR TEST



MATERIAL : silt argileux

ESSAI DE PROCTOR MODIFIE

Exemple de Calcul: Echantillon Cap des biches

— Pour chaque essai de compactage, on détermine une teneur en eau correspondant: $w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$

W_w = poids de l'eau (g)

W_s = poids du sol sec (g)

w = teneur en eau (%)

— Détermination de γ_d

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{bulk}}{1+w} \quad \text{avec } \gamma_{bulk} = \frac{W_{sol\ humide} - W_{eau}}{\text{Volume moule}}$$

— Tableau des Résultats

w (%)	γ_{bulk} (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)
5.08	1.97	1.86
10.91	2.22	2.00
14.09	2.23	1.95
20.21	2.17	1.81
23.73	2.06	1.66

On trace ainsi la courbe de $\gamma_d = f(w\%)$ qui est une courbe en cloche représentant un point haut $\gamma_{d\ opt}$ appelé optimum proctor et la teneur en eau correspondant: $w(\%)_{opt}$: teneur en eau optimale.

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

LABORATOIRE - Sols I

ESSAI CBR
(Calif. Bearing Test)

(Fiche pour poinçonnement).

IDENTIFICATION DU SOL : Silt argileux MOULE CBR. No. _____

DESCRIPTION DU SOL : _____

OPERATEUR : SYLLA CALCULS : SYLLA

VERIFICATEUR : _____ DATE : 24-4-1984

ESSAI CBR : IMBIBÉ NON-IMBIBÉ

Anneau de charge

Area du Poinçon : 19.35 cm²

2800 kgf.

INDICE CBR :

Conversion : 1kgf = 0,375 Div.
du comparateur

Enfoncement :

INDICE CBR

$$2.54 \text{ mm} = \frac{7.00 \times 100}{70.00 \text{ kgf/cm}^2} = 10$$

$$5.08 \text{ mm} = \frac{8.625 \times 100}{105.00 \text{ kgf/cm}^2} = 8.21$$

Poids de la surcharge : _____ kg.

Poids du moule CBR : _____ kg.
(sans la base ni la hausse)

Enfoncement en mm.	Lecture du comparateur (a)	Pression en kgf (a) ÷ 0.375 = (b)	Contrainte en kgf/cm ² (b) ÷ 19.35 cm ²
0.0	0	0	0
0.5	29.0	77.33	4.00
1.0	40.0	106.67	5.51
2.0	47.0	125.33	6.48
3.0	57.0	152.00	7.86
4.0	61.5	164.00	8.48
5.0	63	168.00	8.68
6.0	63.5	169.33	8.75
7.0	64.5	172.00	8.89
8.0	64.5	172.00	8.89
9.0	64.5	172.00	8.89
10.0	64.5	172.00	8.89
11.0	64.5	172.00	8.89

Teneur en eau : 11%

 Sol non-imbibé (2.5 cm sous la surface)

1

2

ESSAI CBR
(Calif. Bearing Test)

(Fiche pour poinçonnent)

IDENTIFICATION DU SOL : Silt argileux MOULE CBR. No: _____

DESCRIPTION DU SOL : _____

OPERATEUR : Sylla CALCULS : Sylla

VERIFICATEUR : _____ DATE : 24-4-84 / 1984

ESSAI CBR : IMBIBÉ NON-IMBIBÉ

Anneau de charge
2800 kgf.

Conversion : 1kgf = 0,375 Div.
du comparateur

Aire du Poinçon : 19.35 cm²

INDICE CBR :

Enfoncement : INDICE CBR
2.54 mm = $\frac{2.25 \times 100}{70.00 \text{ kgf/cm}^2} = 3.21$

5.08 mm = $\frac{3.25 \times 100}{105.00 \text{ kgf/cm}^2} = 3.10$

Poids de la surcharge : _____ kg.

Poids du moule CBR : _____ kg.
(sans la base ni la hausse)

Enfoncement en mm.	Lecture du comparateur (a)	Pression en kgf : (a) ÷ 0.375 = (b)	Contrainte en kgf/cm ² (b) ÷ 19.35 cm ²
0.0	0	0	0
0.5	4.5	12.00	0.62
1.0	7.5	20.00	1.03
2.0	13.0	34.67	1.79
3.0	18.0	48.00	2.48
4.0	21.5	57.33	2.96
5.0	24.0	64.00	3.31
6.0	26.0	69.33	3.58
7.0	27.5	73.33	3.78
8.0	28.5	76.00	3.93
9.0	29.0	77.40	4.00
10.0	29.0	77.40	4.00
11.0	29.0	77.40	4.00

Teneur en eau saturé

Sol non-imbibé (2.5 cm sous la surface)

1

2

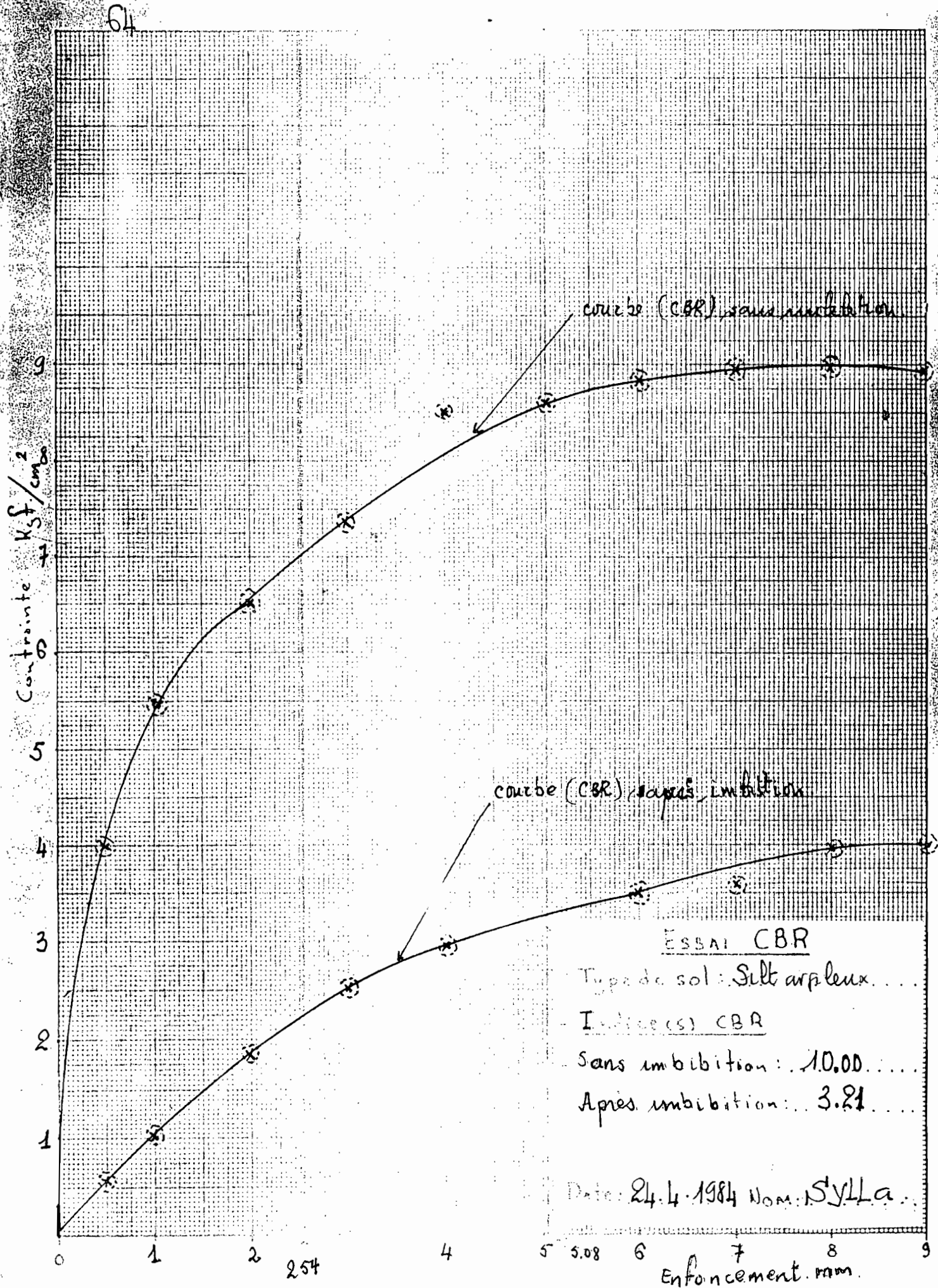


Figure : 15

Courbe de contrainte / enfoncement.

ESSAI CBR

Exemple de Calcul : Echantillon Cap des biches.

On trace la courbe des pressions en fonction des enfoncements. En abscisse, on porte les enfoncements et en ordonnée les pressions (ref. résultats de laboratoire). L'indice portant CBR se calcule en relevant sur la courbe les pressions correspondant aux enfoncements 2.54 mm et 5.08 mm. On forme les rapports :

$$\frac{P(2.54)}{70} \times 100 (\%) \quad \text{et} \quad \frac{P(5.08)}{105} \times 100 (\%)$$

70 et 105 étant (en kg/cm^2) les pressions correspondant à ces mêmes enfoncements pour le matériau standard de référence. L'indice portant CBR est égal à la première des deux valeurs sauf si la seconde est plus grande auquel cas on recommence l'essai.

Dans notre cas, nous obtenons les résultats suivant

a) Essai CBR non imbibé (échantillon tenu au eau optimum)

$$(1) \quad \frac{P(2.54)}{70} \times 100 = \frac{7 \times 100}{70} = 10$$

$$(2) \quad \frac{P(5.08)}{105} \times 100 = \frac{8.625 \times 100}{105} = 8.21$$

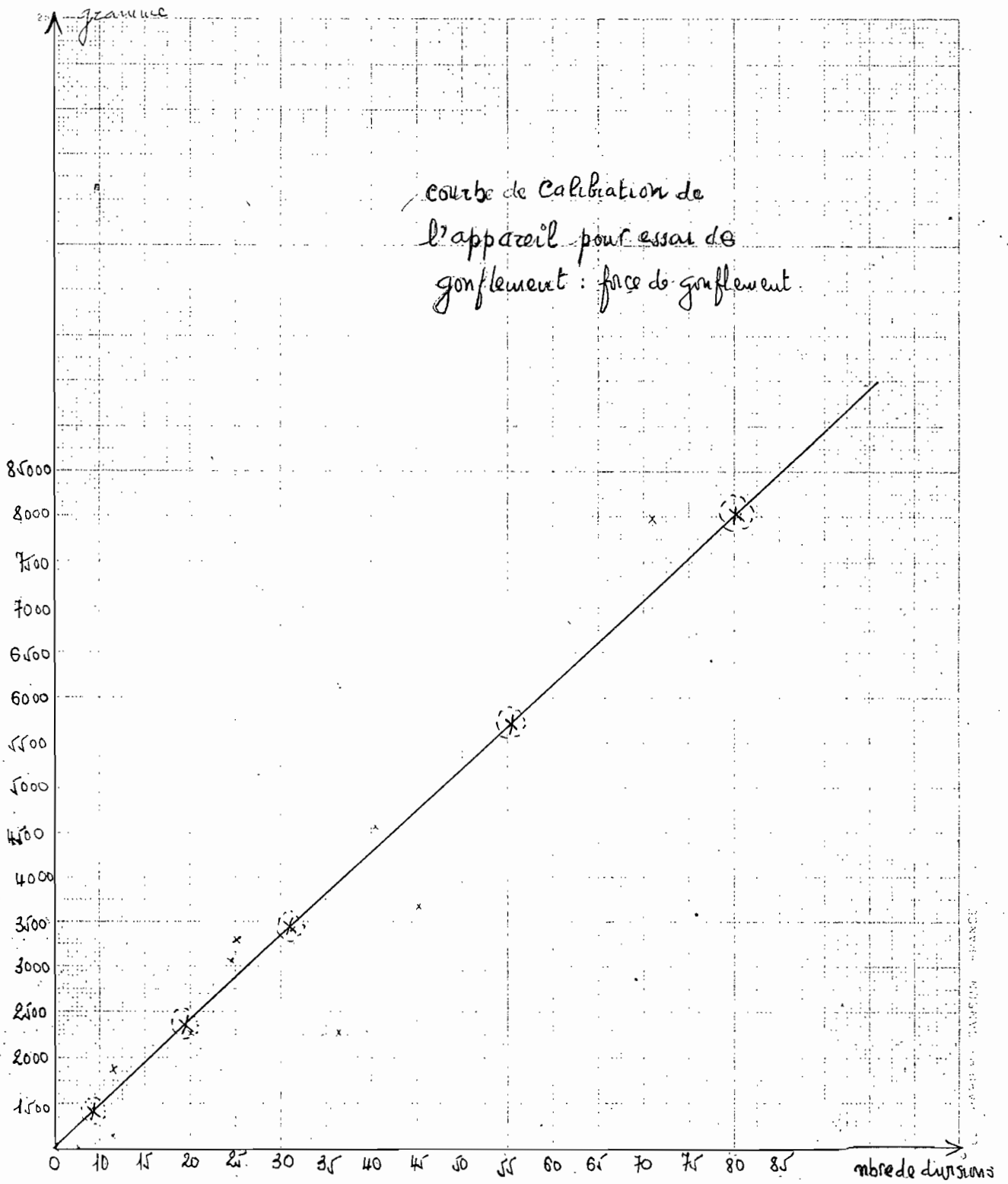
} $\Rightarrow \text{CBR} = 10$

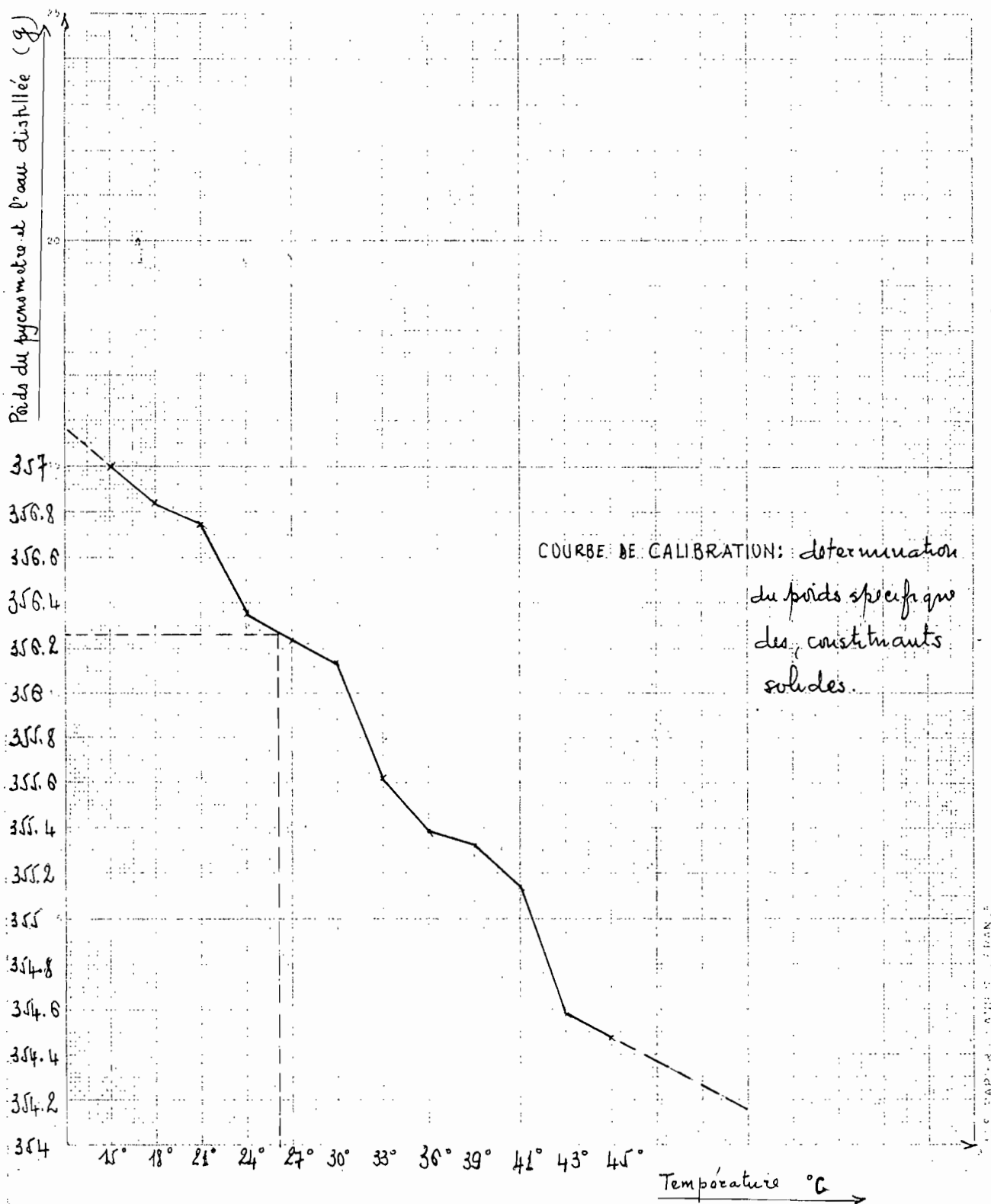
b) Essai CBR imbibé (échantillon saturé)

$$(1) \quad \frac{P(2.54)}{70} \times 100 = \frac{2.25 \times 100}{70} = 3.21$$

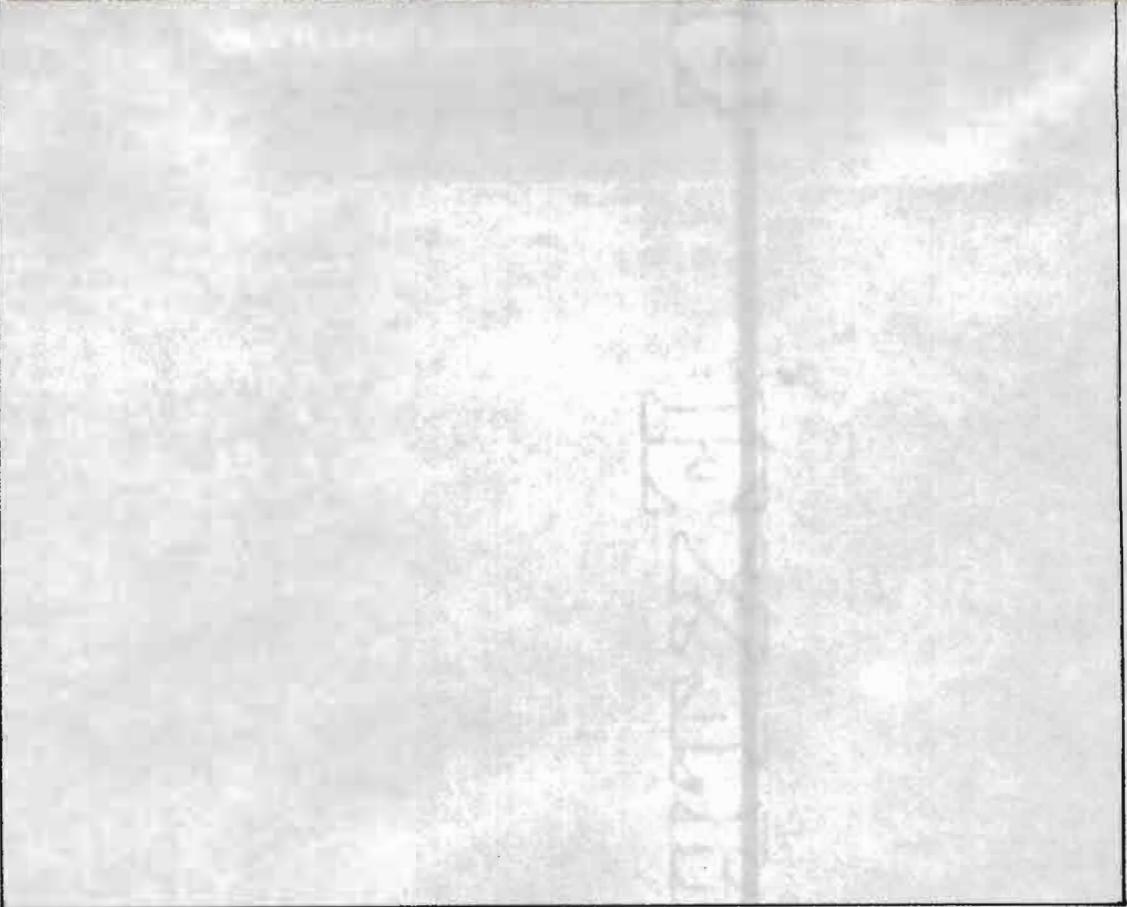
$$(2) \quad \frac{P(5.08)}{105} \times 100 = \frac{3.25 \times 100}{105} = 3.10$$

} $\Rightarrow \text{CBR} = 3.21$



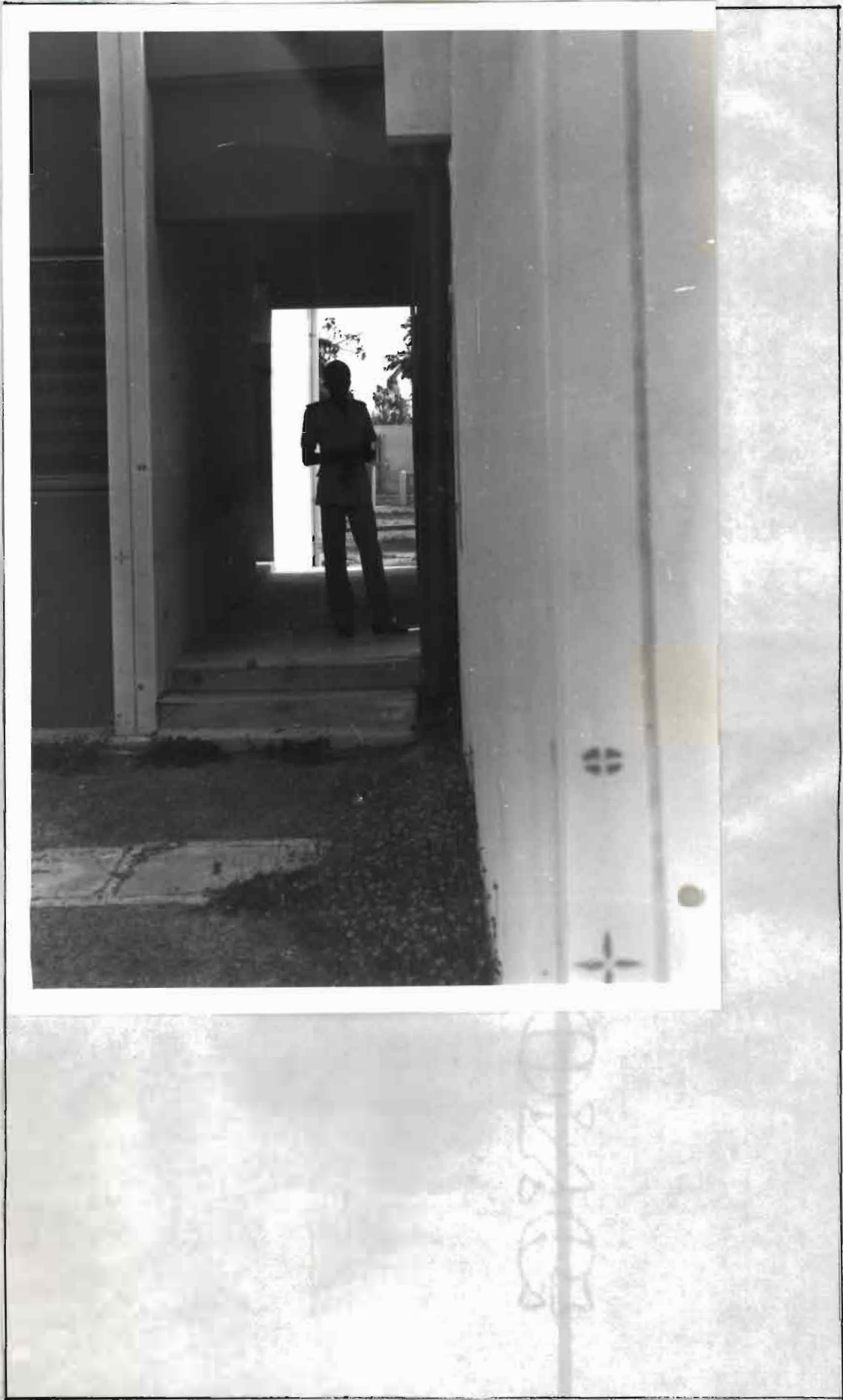


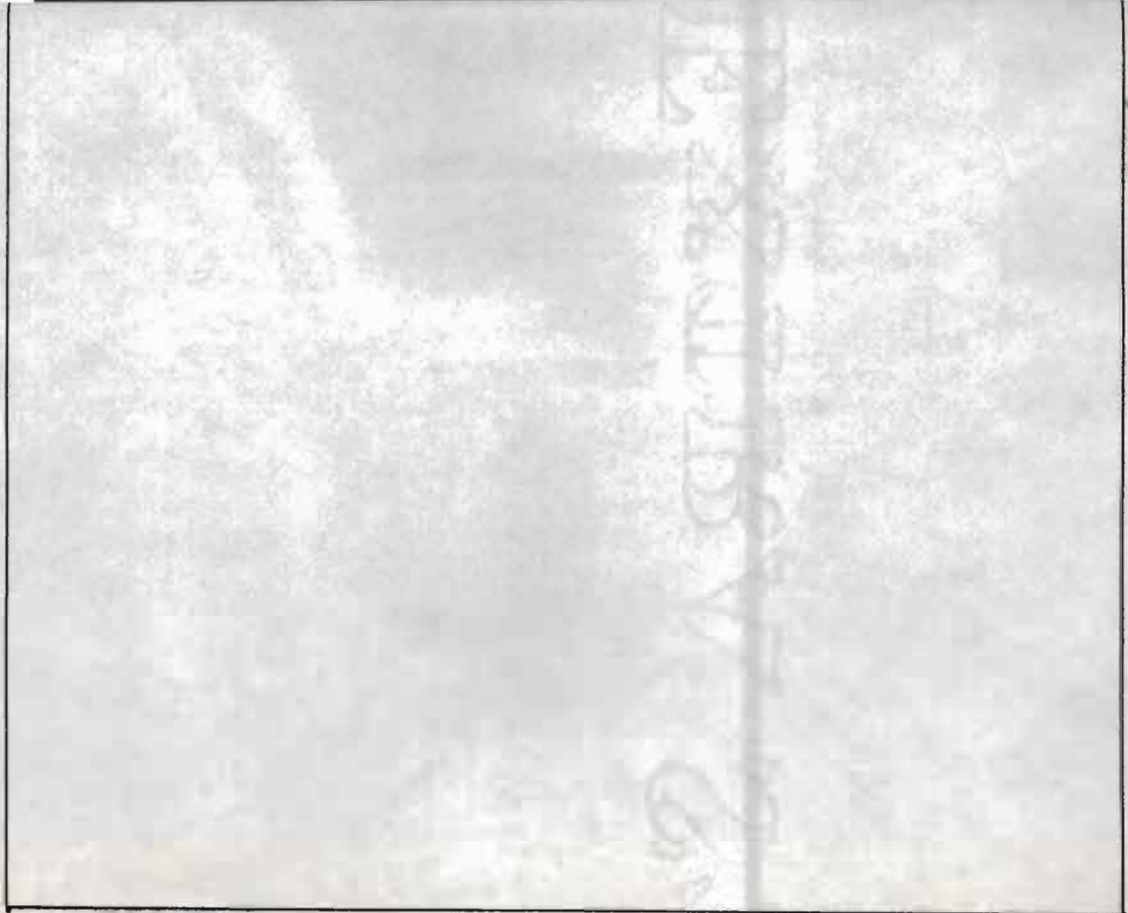
ANNEXE B: PHOTOGRAPHIES PRISES SUR
LES DESORDRES AU CAP DES BICHES.

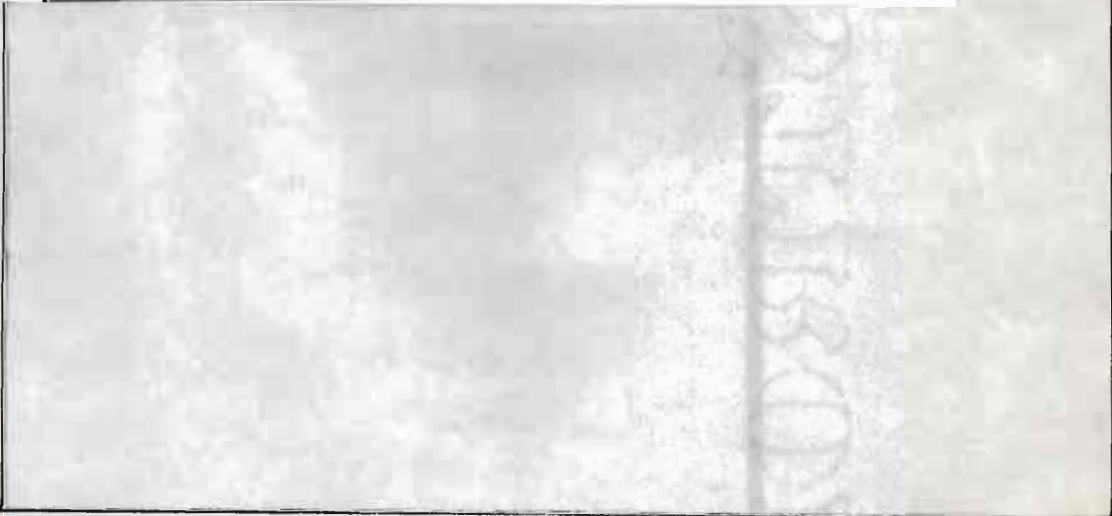




BRITISH
SCHOOL









4

TABLEAU 1

Poids spécifique de l'eau distillée *

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.9999	0.9999	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9999	0.9998
10	0.9997	0.9996	0.9995	0.9994	0.9993	0.9991	0.9990	0.9988	0.9986	0.9984
20	0.9982	0.9980	0.9978	0.9976	0.9973	0.9971	0.9968	0.9965	0.9963	0.9960
30	0.9957	0.9954	0.9951	0.9947	0.9944	0.9941	0.9937	0.9934	0.9930	0.9926
40	0.9922	0.9919	0.9915	0.9911	0.9907	0.9902	0.9898	0.9894	0.9890	0.9885
50	0.9881	0.9876	0.9872	0.9867	0.9862	0.9857	0.9852	0.9846	0.9842	0.9838
60	0.9832	0.9827	0.9822	0.9817	0.9811	0.9806	0.9800	0.9795	0.9789	0.9784
70	0.9778	0.9772	0.9767	0.9761	0.9755	0.9749	0.9743	0.9737	0.9731	0.9724
80	0.9718	0.9712	0.9706	0.9699	0.9693	0.9686	0.9680	0.9673	0.9667	0.9660
90	0.9653	0.9647	0.9640	0.9633	0.9626	0.9619	0.9612	0.9605	0.9598	0.9591

Source: International Critical Tables, Vol. III, McGraw-Hill Book Co., 1928.

* Ains sur la densité de l'unité de poids de l'eau, en grammes par ml.

6

BIBLIOGRAPHIE

- [1] MORIN Fernand, Notes de cours mécanique des sols
École Polytechnique de Thies, 1983.
- [2] J. Costet - G. SANGLERA, Cours Pratique de mécanique
des sols 1: Plasticité et Calcul des tassements
- [3] James K. Mitchell, Fundamentals of soil Behavior
University of California, Berkeley
- [4] P. ELDUARD - R. BRANCART - L. HEBRARD, carte
géologique de la presque île du Cap Vert, 1976.
- [5] Sinistre n° 20349 C.S.S / SENELEC, Rapport
d'Expertise Cap des biches.
- [6] MM: M Baye GUEYE et Aly LAKHOUNE, Mémoire de fin
d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur, 1979.
I.U.T