

Ecole Polytechnique de Thies

Projet de fin d'études

La perméabilité des sols latéritiques

Auteur

Abdou Diouf

Génie civil.

— Mai 1985 —

A mes très chers parents et amis pour le soutien matériel et moral qu'ils n'ont cessé de m'apporter tout au long de mes études.

## Remerciements

J'exprime ma profonde gratitude à monsieur Ismaïla Guéye professeur à l'E.P.T qui a bien voulu accepter la direction de cette étude et à monsieur Michel Bonnat technicien du laboratoire de mécanique des sols pour son soutien sans réserve.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit de messieurs Victor Ciobotariu et André Paris tous professeurs à l'E.P.T pour les documents fournis.

Je remercie enfin toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'acheminement de ce travail.

## Sommaire

Dans le cadre de la création d'une banque de données relatives aux sols tropicaux, il est réalisé ici une étude de la perméabilité des sols latéritiques en fonction de la granulométrie et du degré de compactage.

L'étude comporte les parties suivantes:

- Une partie théorique regroupant un aperçu sur les sols latéritiques et les différentes approches de la perméabilité des sols.

- Une partie expérimentale comportant un étalonnage du dispositif expérimental utilisé qui est ici un perméamètre à charge constante et une série de mesures de perméabilité sur différents échantillons de latérites (au total 5 échantillons)

Le résultat fondamental tiré en faisant la corrélation des mesures est une formule empirique qui exprime le coefficient de perméabilité en fonction des caractéristiques granulométriques ( $C_u, d_{10}$ ) et de la densité sèche ( $\rho_d$ )

$$\text{soit } k = \frac{0.027 C_u d_{10} - 0.020}{\rho_d^2}$$

Dans le but de vérifier la conformité de la relation et de changer au besoin les différents coefficients il a été recommandé de poursuivre les travaux effectués sur un dispositif expérimental plus performant.

— Table des matières —

	Pages
Dédicace	i
Remerciements	ii
Sommaire	iii
table des matières	iv
<u>Introduction</u>	1
<u>Chapitre I Les sols latéritiques</u>	
1.1 Généralités et définitions	4
1.2 La latérite au Sénégal	8
<u>Chapitre II La perméabilité des sols</u>	
2.1 Physique de l'écoulement en milieu poreux	11
2.1.1 La loi de Darcy	12
2.1.2 La conductivité hydraulique ( $k$ )	15
2.1.3 L'équation de Hagen-Poiseuille	"
2.2 Méthodes de détermination de $k$	18
2.2.1 Méthodes de laboratoire	4
2.2.2 Méthodes indirectes	22
2.2.3 Méthodes de chantier	23
2.2.4 Détermination de $k$ par calcul	24
<u>Chapitre III Mesures de perméabilité sur les latérites</u>	
3.1 Le dispositif expérimental	27
3.2 Principe de fonctionnement	30
3.3 Etalonnage et évaluation des pertes de charges	31

3.4	Mesures proprement dites	34
3.4.1	- Choix des filtres	4
3.4.2	Renseignements sur le sol utilisé	36
3.5	Interprétations des résultats	37
3.5.1	Influences du compactage	39
3.5.2	Influences de la granulométrie	45
3.5.3	Effets combinés de la granulométrie et du compactage	"
Chapitre IV	<u>Conclusion</u>	49
Annexe 1.	<u>Caractéristiques morphologiques des latérites</u>	53
Annexe 2	<u>Tableau résumé des méthodes de chantier</u>	54
Annexe 3	<u>Mesures et tableaux d'exploitation des résultats</u>	
A.3.1	Corrections de viscosités et propriétés de l'eau à la pression atmosphérique	55
A.3.2	Résultats d'étalonnage	56
A.3.3	Tableaux résumés des mesures	57
A.3.4	Tableaux de corrélation des résultats	59
A.3.5	Résultats des mesures et calculs	61
	<u>Bibliographie</u>	108

# Introduction

La perméabilité d'un sol caractérise le mouvement de l'eau dans ce sol. Le problème du mouvement de l'eau dans les sols est une préoccupation commune à plusieurs activités de l'ingénieur. Ainsi l'ingénieur civil est appelé à connaître ce phénomène, car dans l'exécution des fondations et des travaux de terrassements, les conditions d'humidité constituent l'un des principaux facteurs déterminant les caractéristiques du comportement des sols; en effet elles déterminent les propriétés les plus importantes des sols: la compressibilité, la résistance au cisaillement, la capacité de compactage, le comportement pendant les sollicitations statiques prolongées ou les sollicitations dynamiques... L'ingénieur routier, soucieux d'assurer la stabilité des routes est amené à s'interroger sur les mécanismes des échanges d'humidité entre le sol, la nappe phréatique et l'atmosphère et de mettre en œuvre les moyens de pouvoir contrôler la teneur en eau des sols.

L'hydrologue qui s'inquiète du sort de l'eau s'infiltrant dans les terrains afin de pouvoir établir le bilan hydraulique d'un bassin versant ou d'une région; est obligé de se pencher sur les déplacements d'humidité dans le sol en fonction des conditions climatiques du lieu et du régime hydrogéologique général. Enfin et pour ne s'en limiter qu'à ceux-là; l'agronome confronté au problème de besoin en eau de ses plantes; chiffre

les disponibilités en eau des terres et la facilité qu'a cette eau d'arriver jusqu'aux racines à différentes époques ainsi que les quantités d'eau irriguée dont il faudra disposer.

On constate donc que les domaines d'application du mouvement de l'eau dans les sols sont nombreux et variés et chacun d'eux a une importance capitale dans les activités quotidiennes; c'est ce qui a fait dire (à juste titre d'ailleurs) au professeur WINTERKORN à l'occasion du symposium de Washington en 1958 sur le thème 'L'eau et son transfert dans les sols' l'affirmation suivante: "le mouvement de l'eau dans les systèmes poreux est, peut-être le phénomène ayant les plus grandes conséquences sur la vie et les activités de la race humaine".

L'importance du mouvement de l'eau dans les sols est donc notoire, c'est pourquoi ce phénomène mérite d'être suivi et étudié. Au Sénégal on ne pourrait penser à étudier ce phénomène sans faire l'application à la latérite qui <sup>est</sup> le sol le plus abondant d'une part et le plus utilisé dans les divers domaines de génie d'autre part; c'est dans ce cadre là qu'il faut situer le sujet que nous abordons.

Cette application est d'un intérêt particulier, car les propriétés géotechniques des sols tropicaux en général et des sols latéritiques en particulier ne sont pas très



connues, on les classe généralement dans la catégorie des "sols à problèmes"; ces sols ayant un comportement imprévisible vis à vis des essais standards.

La connaissance des propriétés géotechniques de ces sols s'impose donc à nous; c'est pour cela; nous tentons de faire ici un premier pas en étudiant la perméabilité des sols latéritiques, ceci nous permettra d'avoir des banques de données afin de prévoir le comportement pendant les nombreuses applications que subissent ces sols.

Le sujet proprement dit consiste en une étude expérimentale de la perméabilité des sols latéritiques en fonction de la granulométrie et du degré de compactage et une exploitation des résultats expérimentaux, mais avant de l'aborder il nous semble judicieux de faire un aperçu sur la latérite et la perméabilité des sols telle qu'elle a été étudiée par les grands savants de l'époque tels que DARCY, TERZAGHI CASAGRANDE etc ...

1.1 Généralités et définitions

Une étude faite en 1952 par FLORENTIN et L'HERITEAU pour le compte du B.C.E.O.M (Bureau central des études Outre-mer) a recensé plus de trente (30) définitions des latérites. Le but de cette étude n'étant pas de recenser toutes les définitions possibles nous nous limiterons à celles qui s'orientent mieux dans le cadre de notre projet. Ethymologiquement le terme latérite vient du latin later qui signifie brique. Selon DREYFUS il avait été employé pour la première fois par le géologue Buchanan qui désigna ainsi un matériau ferrugineux utilisé dans l'Inde pour confectionner des briques de terres destinées à la construction. Pour le dictionnaire (Petit Robert 1978) la définition est la suivante: du latin later "brique" roche jaspée d'un bon ton rouge de brique, provenant de la décomposition en surface de roches très diverses. Enfin une définition tout à fait touristique; pour un voyageur ayant fait la campagne sénégalaise; la latérite est ce matériau rouge avec lequel on fait les routes, glissant en saison des pluies, faisant la tôle ondulée en saison sèche, poussiéreuse au point de réduire la visibilité sur la route. On le voit donc toutes les définitions pièce-

dentes constituent donc une mystification de l'appellation 'latérite'; c'est ainsi que par exemple la définition donnée par Buchanan n'a plus qu'une valeur historique car tout matériau susceptible de faire des briques n'est pas de la latérite.

La définition qui est la plus scientifique et la plus à jour est celle de l'ingénieur civil qui est appelé à construire sur, dans et avec ce sol; en effet pour ce dernier la latérite regroupe tous les sols résiduels rougeâtres et tous les sols<sup>non</sup> résiduels ayant subi le processus d'altération tropicale. Ces sols se situent dans une chaîne de matériaux allant de la roche décomposée aux argiles et aux cuirasses (ou croûtes indurées) riches en sesquioxydes.

Le phénomène de latérisation est un processus spécifique aux régions tropicales chaudes et humides.

Les agents d'altération sont

- . Le climat (température, pluviométrie, bilan hydrique)
- . La topographie (érosion et drainage)
- . La végétation (matières organiques, bactéries, acides humiques)
- . La roche mère
- . Le temps.

Sous des conditions favorables le processus peut être tellement intense que les minéraux argileux (essentiellement des silicates d'aluminium hydratés) sont attaqués

6

et décomposés, la silice est enlevée<sup>2<sup>me</sup></sup> laissant sur place que des oxydes d'alumine ( gibbsite ) ou des oxydes ferriques ( limonite , goethite ).

Le processus de latérisation consiste en une altération de la roche mère dont la caractéristique essentielle réside dans une mise en solution puis un départ de la silice, phénomène de lessivage, accompagnés d'un enrichissement en fer et en alumine sous forme de sesquioxydes  $Fe_2O_3$  et  $Al_2O_3$ .

L'intensité du processus de latérisation est mesurée en tenant compte du rapport de  $SiO_2$  qu'il y a dans le sol résiduel et les sesquioxydes accumulés ( $Fe_2O_3$  et  $Al_2O_3$ ); ce rapport est appelé 'rapport des sesquioxydes' Il s'exprime de la façon suivante :

$$R = \frac{SiO_2}{Fe_2O_3 + Al_2O_3}$$

R permet de caractériser les latérites de la façon suivante qui est une règle généralement admise :

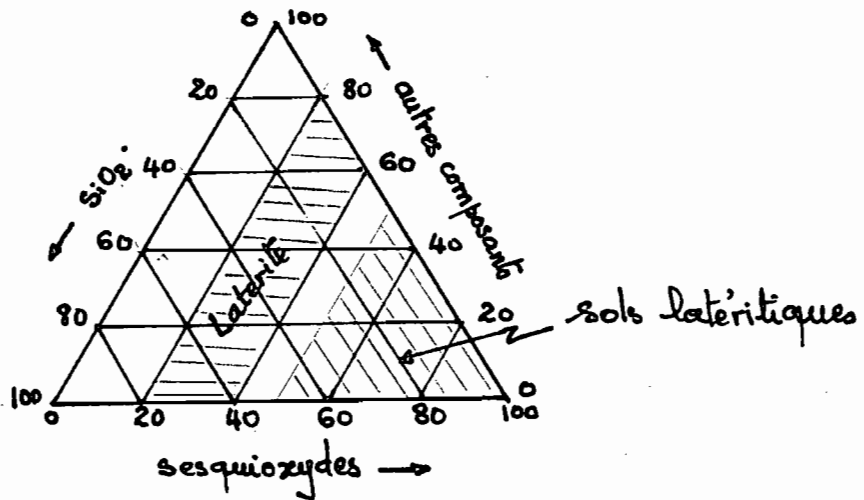
- . si  $R < 1.33$  on a une vraie latérite
- . si  $1.33 < R < 2.0$  on a un sol latéritique
- . si  $R > 2.0$  on a un sol non latéritique

Il existe plusieurs autres façons de caractériser les latérites suivant les classifications des sols; la plus intéressante est le tableau donnant les caractéristiques morphologiques des latérites en fonction du degré de latérisation et de plusieurs autres facteurs

( voir annexe 1.

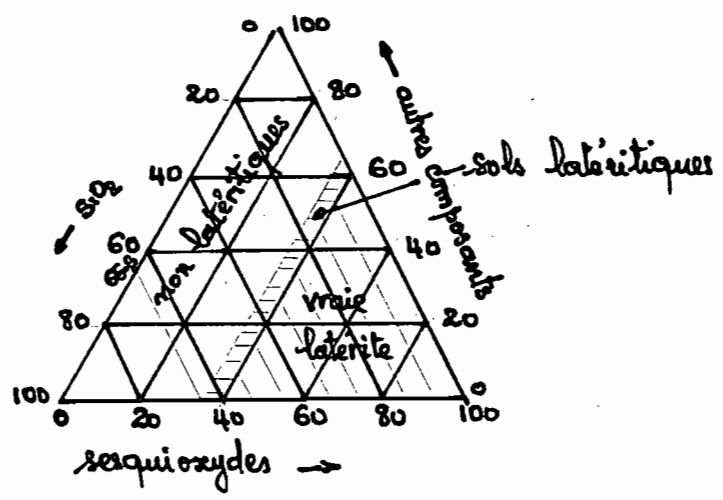
Il existe aussi des classifications faites sous forme de diagramme triangulaire

Définition de 1975 et extension sur un diagramme triangulaire



Définition de Hoore représentée sur un diagramme triangulaire

( 1964)



## 1.2 La latérite au Sénégal

Les matériaux dits latéritiques sont pratiquement présents sur toute l'étendue du territoire sénégalais (environ  $\frac{2}{3}$  de la superficie totale du pays) et ceci peut se justifier déjà par le climat tropical à deux saisons.

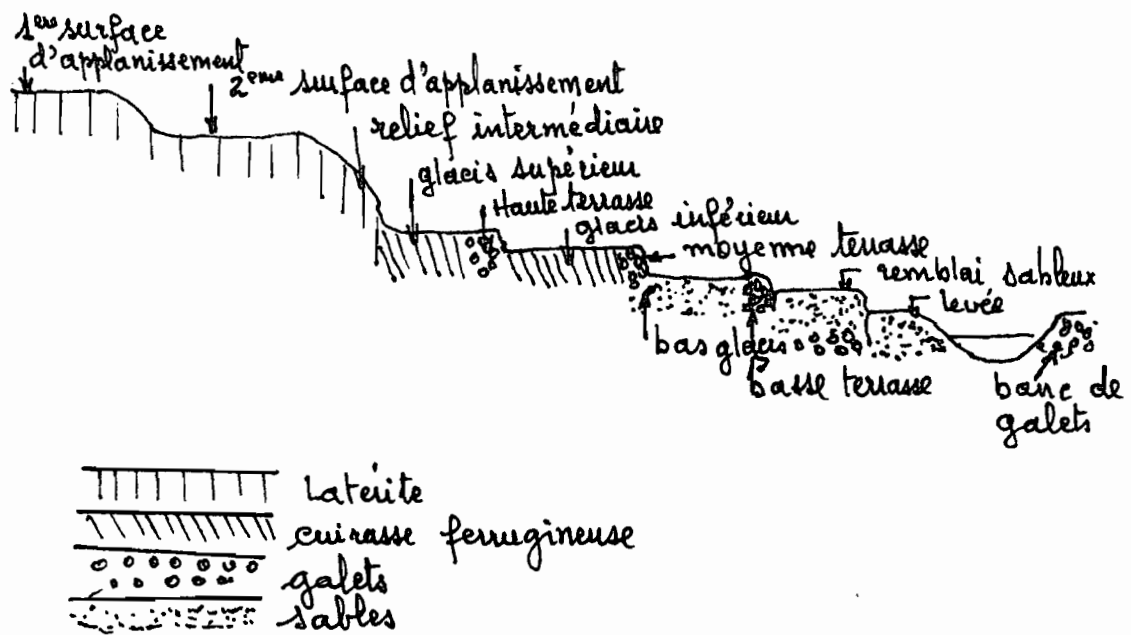
Les géologues et spécialistes du génie minier parlent de ces matériaux sous l'appellation 'cuirasses ferrugineuses' ce qui peut se comprendre aisément dans la mesure où, c'est l'altération ferrugineuse qui a lieu dans les zones à longue saison sèche; à cause des températures élevées la forte évaporation de cette saison accentue le processus de dessiccation et favorise ainsi la cimentation par les sesquioxides des particules de sols en éléments plus grossiers. Les formations latéritiques soumises à une telle transformation tendent à devenir de plus en plus compactes: c'est le phénomène de cuirassement.

Au Sénégal nous distinguons trois zones d'affleurement de cuirasses latéritiques

a) Le Sénégal oriental et la haute et moyenne vallée.

Les affleurements consistent en surfaces d'aplanissement présentes de part et d'autre à des altitudes entre 150 et 500m. Ces surfaces cuirassées et dépôts en terrasse ont fait l'objet d'une étude retraçant l'évolution géomorphologique des hauts bassins du Sénégal et de

la Gambie dont le schéma est le suivant.



b) Les cuirasses ferrugineuses du continental terminal  
 Leur formation marque la fin du tertiaire on les  
 retrouve sur une bande d'orientation Nord-Sud  
 passant par le centre du pays et joignant la  
 steppe du Fulo au Nord de la forêt Casamangaise.  
 La puissance des cuirasses ferrugineuses est, en  
 général, supérieure à 2 mètres. Les différents niveaux  
 peuvent se présenter sous des faciès assez variés  
 aussi bien d'un niveau à l'autre que dans le  
 même niveau. La structure peut être cavernuse,  
 alvéolaire ou modulaire, scoriacée, gravillonnaire,  
 conglomératique, compacte ou meuble, gréseuse  
 La présence de certaines cavités dans la cuirasse  
 s'explique par le fait qu'elle peut contenir des  
 inclusions de grès argileux tendres dans lesquels

elle s'est formée, ces inclusions s'enlèvent souvent, laissant sur place des cavités.

c) Le plateau de Thiès et le massif de Ndias  
 Là les cuirasses affleurent et leur puissance est importante plus que partout ailleurs (5 à 6 mètres d'épaisseur).

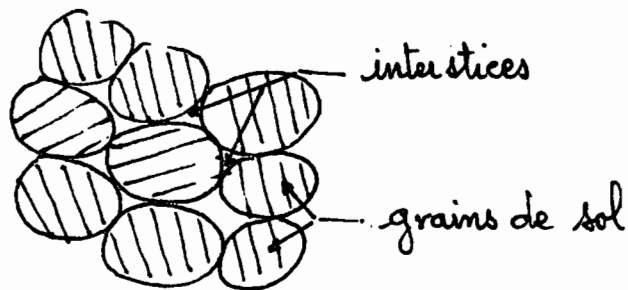
La structure de cette cuirasse peut être spongieuse conglomératique ou bréchique à éléments de quartz plus anguleux pouvant former un grès ferrugineux. En surface cette cuirasse peut être gravillonnaire avec une matrice sablo-argileuse ou compacte.

Sur le plateau Thiès la cuirasse ferrugineuse recouvre un niveau indué antérieur appelé "latérite phosphate"; c'est une cuirasse ligaturée, de teintes plus claires que la cuirasse ferrugineuse; l'épaisseur de cette cuirasse est en moyenne 10 mètres et peut atteindre 20 mètres par endroits.



### 2.1 Physique de l'écoulement en milieu poreux

Un matériau ; qu'il soit de l'argile, du sable, de la moraine ou de la latérite n'est pas tout à fait compacte à cause de la géométrie irrégulière des particules, en d'autres termes la phase solide des sols ne permet qu'un assemblage poreux dans lequel les particules ne se touchent qu'en points ou petites surfaces isolées et laissent une communication libre entre les interstices.



#### structure schématique d'un sol

Considérons maintenant un écoulement d'eau qui rencontre un certain sol sur son passage. L'eau va filtrer dans la structure granulaire avec comme chemin préférenciel les interstices. Le phénomène qui se manifeste avec des intensités différentes suivant le type de sol considéré caractérise la perméabilité des sols.

Le problème consiste à trouver un modèle mathématique pour évaluer le mouvement d'une phase liquide dans le labyrinthe des interstices communicants,

pour y parvenir on doit alors prendre en considération la compressibilité des phases, les forces d'attraction et de répulsion entre les phases, la viscosité du liquide, les dimensions, formes et distribution des interstices etc... En mécanique des sols conventionnelle on s'en est tenue à considérer le sol comme une boîte noire "black box", en ce qui concerne la perméabilité, on peut mesurer ce qui entre et ce qui sort mais on ignore ce qui se passe à l'intérieur; ce qui fait que la méthode analytique envisagée est sujette jusqu'ici à des difficultés pratiquement insurmontables.

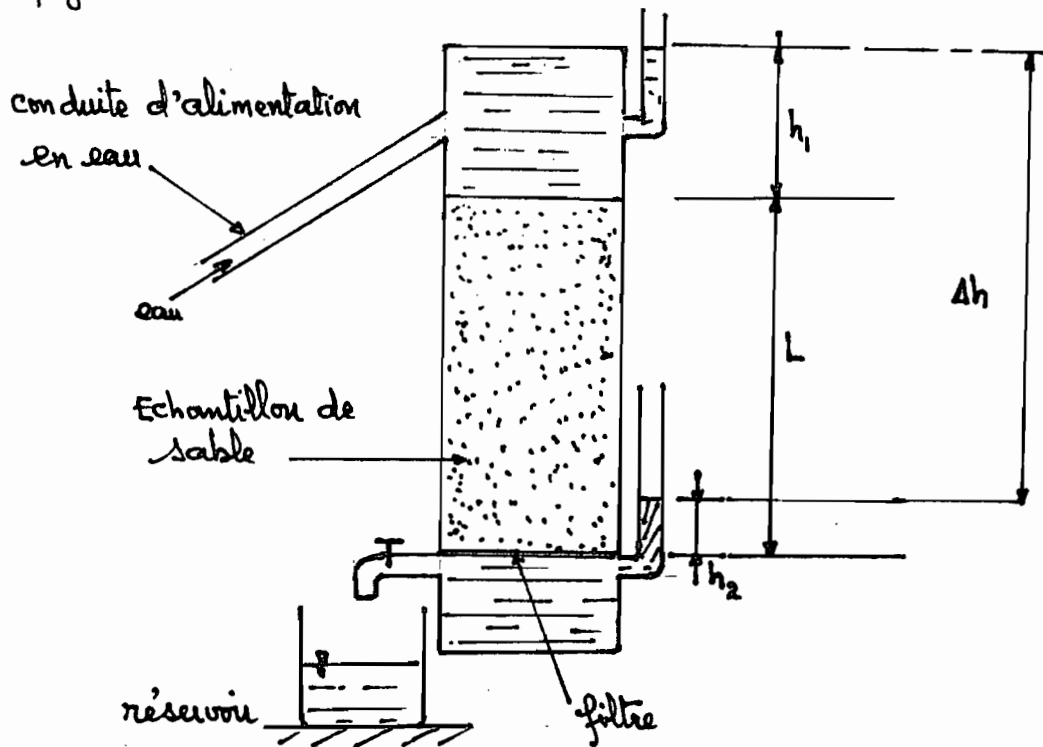
Pour connaître le mécanisme de l'écoulement de l'eau dans le sol il faut nécessairement connaître l'aspect physique du système; c'est dans ce cadre là que se situent les travaux du savant français Henry DARCY qui réalisa les premières expériences intéressantes en matière de filtration à partir de 1854 dans la cour de l'hôpital de Dijon. Son expérience portait sur l'écoulement vertical au travers d'un échantillon de sable saturé d'eau.

### 2.1.1 La loi de Darcy

Considérons l'expérience originale de DARCY. un échantillon de sable de saone placé dans un cylindre de 35cm de diamètre et de 2.5 m de hauteur et on fait passer à travers le système un écoulement d'eau sous pression.

schéma du dispositif expérimental de DARCY

figure 21



Le résultat publié par DARCY en 1856 est que le débit par unité d'aire est proportionnel à la perte de charge et inversement proportionnel à la hauteur de l'échantillon.

Donc d'après DARCY le volume  $V$  qui s'écoule à travers l'échantillon durant un temps  $t$  peut être exprimé par l'équation suivante :

$$V = k A (h_1 + L - h_2) t / L$$

$$V = \frac{k A \Delta h t}{L}$$

$k$  coefficient de proportionnalité

$A$  l'aire du cylindre  
 $\Delta h$  la différence de charges

14

$L$  hauteur de l'échantillon de sable.

soit  $Q$  le débit mesuré

$$Q = \frac{V}{t} = k \frac{A \Delta h t}{L t}$$

$$Q = k \frac{A \Delta h}{L}$$

Si on pose

$i = \frac{\Delta h}{L}$ ,  $i$  est appelé gradient hydraulique  
il représente le changement de charge hydraulique par unité de longueur

on a alors

$$Q = k i A \quad (1)$$

soit  $v$  la vitesse de décharge

$$v = \frac{Q}{A}$$

l'équation (1) devient alors

$$\underline{v = k i} \quad (2)$$

C'est cette dernière relation qui exprime maintenant la loi de DARCY ; elle est la base de tous les calculs d'hydraulique souterraine.

La vitesse de décharge  $v$  est ce que DARCY appelle le débit par unité d'aire. Cette quantité a la dimension d'une vitesse ; mais en réalité c'est une vitesse fictive puisque l'eau ne remplit pas complètement la conduite par suite de la présence de l'échantillon.

Les trajectoires réelles dans le cylindre sont tortueuses ; mais du point de vue macroscopique

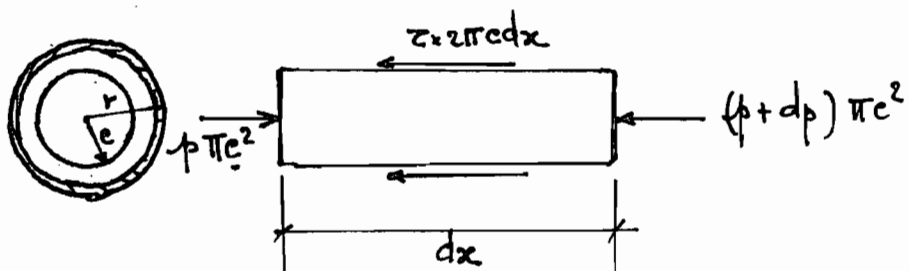
on peut supposer que les filets liquides sont rectilignes et parallèles à l'axe du cylindre.

### 2.1.2 La conductivité hydraulique ou coefficient de perméabilité

Le coefficient de proportionnalité utilisé dans les équations (1) et (2) est appelé communément conductivité hydraulique ou coefficient de perméabilité, il exprime l'interaction qui existe entre le fluide et son milieu. La meilleure façon d'obtenir une interprétation physique de ce coefficient est d'établir une comparaison avec un écoulement laminaire visqueux dans une conduite.

### 2.1.3 L'équation de HAGEN - POISEUILLE

Cette équation décrit l'écoulement laminaire à travers des capillaires.



Considérons l'équilibre de l'élément de longueur  $dx$  et de rayon  $e$ ; on a :

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 &= p \pi e^2 - (p + dp) \pi e^2 - 2 \tau \pi e dx \\ &- \pi e^2 dp - 2 \tau e dx = 0. \\ e dp &= 2 \tau dx \end{aligned}$$

$$\text{on a } \tau = \mu \frac{dv}{dc}$$

avec  $p$  = pression

$\tau$  = force de cisaillement

$\mu$  = viscosité dynamique

$\frac{dv}{dc}$  = gradient de vitesse

$$\text{donc } \tau dp = 2\mu \frac{dv}{dc} dx$$

En intégrant entre deux points distants de  $L$ , lesquels sont à des pressions  $p_1$  et  $p_2$  on obtient :

$$\int_{p_1}^{p_2} \tau dp = \int_0^L 2\mu \frac{dv}{dc} dx$$

$$\tau (p_2 - p_1) = 2\mu \frac{dv}{dc} L \quad (1)$$

Pour tout point situé à une distance  $c$  du centre de la conduite on peut connaître la vitesse  $v_c$

Soit  $v_0$  la vitesse au centre.

de l'équation (1) on a

$$\tau (p_1 - p_2) dc = -2\mu L dv$$

$$\int_0^c \tau (p_1 - p_2) dc = - \int_{v_0}^{v_c} 2\mu L dv$$

$$\frac{c^2}{2} (p_1 - p_2) = -2\mu L (v_c - v_0)$$

ou bien

$$\frac{c^2}{2} (p_1 - p_2) = 2\mu L (v_0 - v_c) \quad (2)$$

à la limite si  $c = r$   $v_c = 0$  (condition de non glissement à la paroi).

donc on a

$$\frac{r^2}{2} (p_1 - p_2) = 2\mu L (V_0 - 0)$$

$$\text{d'où } V_0 = \frac{r^2}{4\mu L} (p_1 - p_2) \quad (3)$$

En remplaçant  $V_0$  par sa valeur dans (2) on obtient :

$$V_c = \frac{(p_1 - p_2)(r^2 - c^2)}{4\mu L}$$

à l'équation (2) la vitesse varie en fonction du carré de la distance par rapport au centre de la conduite, la distribution de la vitesse est donc parabolique.

Dans ce type de distribution la vitesse moyenne est égale à  $V_0/2$

$$\text{d'où } V = \frac{r^2}{8\mu L} (p_1 - p_2) \quad (4) \quad V = \text{vitesse moyenne}$$

on sait que  $p = \rho g h$

$$\text{alors } V = \frac{r^2}{8\mu} \rho g \frac{(h_1 - h_2)}{L}$$

soit  $d$  le diamètre de la conduite

$$V = \frac{d^2}{32\mu} \rho g \frac{\Delta h}{L}$$

$$V = \frac{d^2}{32\mu} \rho g i \quad (5)$$

En faisant l'analogie avec l'équation de DARCY

$$\text{on a } v = k i = \frac{d^2}{32\mu} \rho g i$$

$$\text{d'où } k = \frac{\rho g d^2}{32\mu}$$

Cette dernière relation qui donne une interprétation physique du coefficient de perméabilité est connue sous le nom de l'équation de Hagen - Poiseuille.

## 2.2. Méthodes de détermination du coefficient $k$ .

### 2.2.1 Méthodes de laboratoire

#### a) Essai à charge constante.

Cet essai est celui utilisé dans les expériences menées sur la latérite ; les détails seront donnés au chapitre suivant.

#### b) Essai à charge variable

L'essai est réalisé dans un moule fermé aux deux extrémités. L'extrémité inférieure est reliée à un tube gradué de un mètre de hauteur et de section variable suivant le sol à analyser et à un réservoir d'eau. L'extrémité supérieure comporte un ajutage qui sert à l'évacuation de l'eau qui traverse l'échantillon protégé de part et d'autre par une pierre poreuse. On commence par amener l'échantillon à la saturation ; il est à noter que la durée de cette opération dépend du type de sol à analyser. A la saturation le moule est plein d'eau et on le relie uniquement au tube gradué ( en fermant le robinet (2) ). On doit mesurer le temps  $T$  qui s'écoule pour que le niveau de l'eau descende



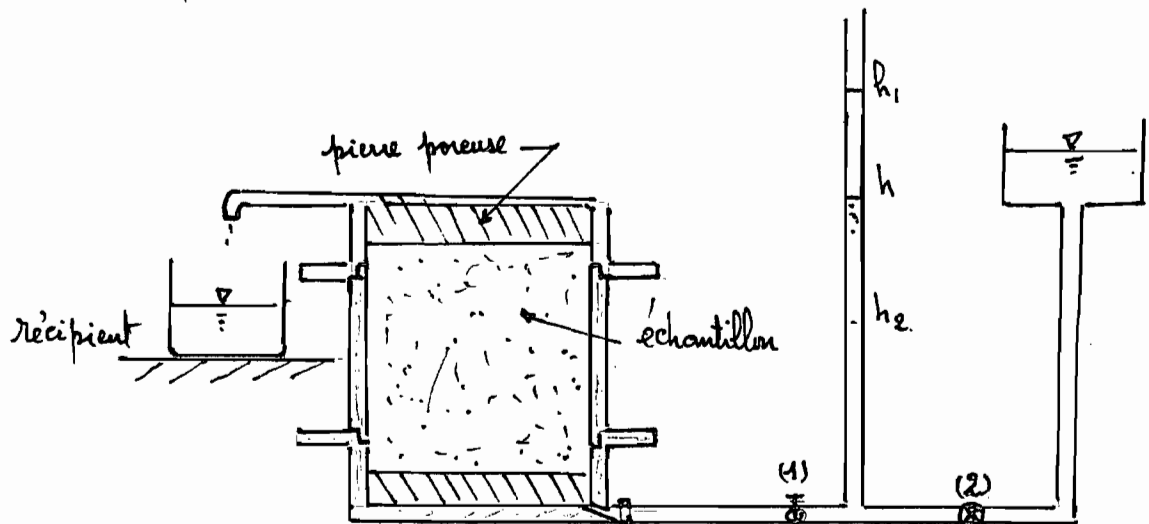


figure 2.2 schéma du montage

Les altitudes sont mesurées par rapport au niveau de l'eau dans l'ajutage. On est dans le cas d'un écoulement unidimensionnel, mais le régime n'est pas permanent. Pour appliquer la loi de DARCY, on considère que le régime est permanent à chaque intervalle de temps élémentaire  $[t, t+dt]$ .

Soit  $A$  la section de l'échantillon ; soient  $l$  sa longueur et  $a$  la section du tube gradué. L'eau dans le tube est au niveau  $h$  à l'instant  $t$ , la perte de charge à la traversée de l'échantillon est donc égale à  $h$ .

$$\text{d'où } i = h/l$$

soit  $q$  le débit mesuré

$$q = k i A = k \frac{h}{l} A$$

le volume qui sort de l'échantillon est égale à la diminution de volume du tube ; soit  $-adh$  on peut donc écrire que

$$q dt = k \frac{h}{l} A dt = -a dh$$

$$k dt = -a \frac{l}{A} \frac{dh}{h}$$

En intégrant entre  $h_1$  et  $h_2$  sur la durée  $T$

$$\text{on a } \int_0^T k dt = \int_{h_1}^{h_2} \left( -a \frac{l}{A} \frac{dh}{h} \right)$$

$$k T = -\frac{a l}{A} \text{Log} \frac{h_2}{h_1}$$

En passant au logarithme décimal on a :

$$k T = -2.3 \frac{a l}{A} \log \frac{h_2}{h_1}$$

$$\text{d'où } k = 2.3 \frac{a}{A} \frac{l}{T} \log \frac{h_1}{h_2}$$

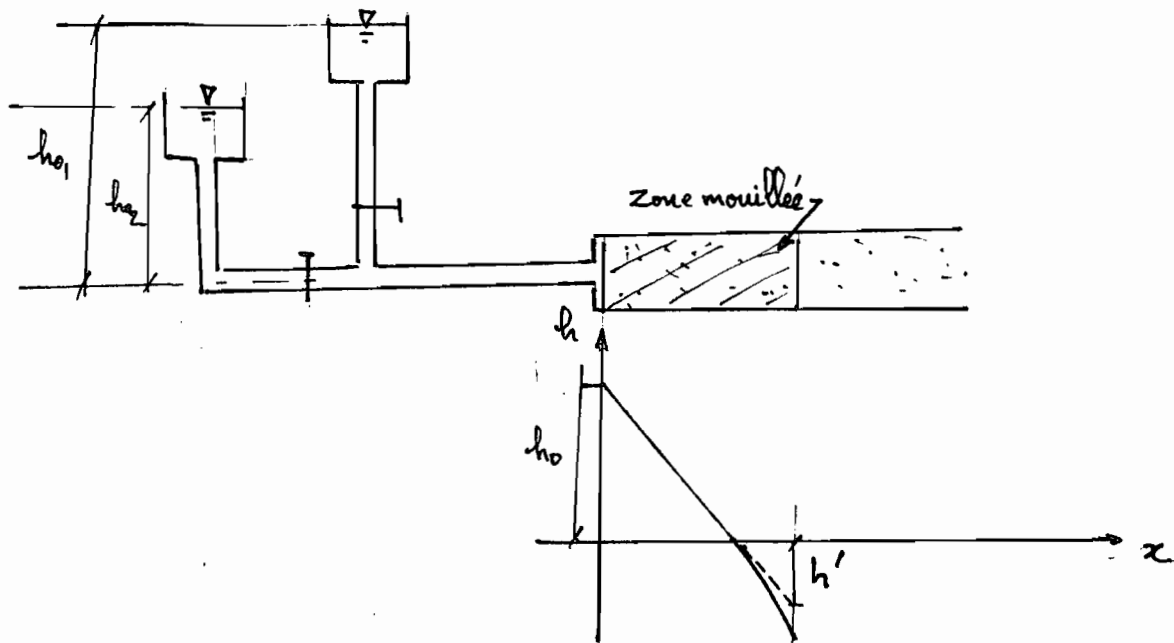
### c) Essai de capillarité

Cet essai est utilisé pour évaluer la variation du coefficient de perméabilité avec le degré de saturation. Pour un sol donné le coefficient de perméabilité est compris entre le coefficient de perméabilité au degré de saturation capillaire  $k_c$  et le coefficient de perméabilité à la saturation totale  $k_s$ .

$$k_c \leq k \leq k_s$$

L'essai de capillarité consiste à évaluer  $k$  à un degré de saturation donné  $s$ .

Figure 2.3 schéma du montage



Soit A la section du tube contenant l'échantillon. Il existe une zone de succion capillaire à la fin de la partie avant de la zone mouillée. Le diagramme de distribution des pressions dans la zone mouillée s'établit comme indiqué ci-dessus.

$$\text{on a donc } i = (h_0 + h') / x$$

Le débit dans la partie mouillée est approximativement

$$q = k_e i A = k_e \frac{(h_0 + h')}{x} A \quad (1)$$

soit  $A'$  la surface totale de la section des vides  $A' = S n A$   $n$  étant la porosité du sol.

Le débit  $q$  peut être évalué de la manière suivante

$$q = v A' = \frac{dx}{dt} S n A. \quad (2)$$

En faisant l'égalité entre (1) et (2) on obtient la relation

$$x \frac{dx}{dt} = \frac{k_e}{S n} (h_0 + h')$$

22

en écrivant cela sous forme différentielle.

$$\text{on a } \frac{1}{2} \frac{d(x^2)}{dt} = \frac{k_c}{s n} (h_0 + h')$$

$$\text{ou } \boxed{\frac{\Delta(x^2)}{\Delta t} = \frac{2 k_c}{s n} (h_0 + h')}$$

Cette équation contient deux inconnues  $h'$  et  $k_c$ . La solution s'obtient en faisant l'essai sous une charge  $h_0$ , et ensuite sous une charge  $h_0'$  (voir schéma du montage)

### 2.2.2 Les méthodes indirectes

Par méthodes indirectes on entend les méthodes qui ne sont pas destinées à déterminer en tant que tel le coefficient de perméabilité; mais ont pour objet l'étude de la filtration de l'eau dans le sol basée sur la Darcy et dont les équations contiennent le coefficient de perméabilité. Parmi ces essais il y a les essais de pompage et principalement les essais de consolidation en œdométrie et en cellule triaxiale.

L'utilité de l'œdométrie dans ce domaine est qu'il permet d'étudier la corrélation entre le coefficient  $k_c$  et l'indice des vides  $e$ .

Le but de cette étude n'est pas de donner ici la théorie de la consolidation; toutefois pour évaluer le coefficient  $k_c$  il faut d'abord déterminer le coefficient de consolidation  $c_v$  et

l'indice de compression  $C_c$ . Dans ces conditions on a :

$$k = \frac{0.435 C_c C_v \gamma_e}{P(1+e)}$$

$P$  charge appliquée

$e$  indice des vides

$\gamma_e$  poids volumique de l'eau.

### 2.2.3 Les méthodes de chantier

Comme en laboratoire on a deux types d'essais l'essai à pression constante et l'essai à pression variable. La théorie est essentiellement la même mais ici il s'agit de modifier les formules en y introduisant un facteur qui tient compte de la géométrie du système.

#### a) Essai à pression constante

L'équation de base est la suivante

$$k = \frac{q}{Fh}$$

$h$ . charge hydraulique  
 $q$  débit constant  
 $F$  facteur de géométrie

#### b) Essai à pression variable.

L'équation de base est la suivante.

$$k = \frac{2.3 a}{F(t_1 - t_0)} \log \frac{h_0}{h_1}$$

$$a = \frac{\pi d^2}{4}$$

$d$  diamètre intérieur du tubage.

24

F facteur de forme

 $t_0$  temps initial $t_1$  temps final

Les formules modifiées correspondant aux sie (6) cas de mesures de perméabilité en chantier sont présentées en annexe. 2

#### 2.2.4 Détermination de la perméabilité par calcul

Plusieurs grands savants de la mécanique des sols ont étudié la perméabilité et ont mis sur pied des formules plus ou moins empiriques, ces formules donnent une signification physique de la perméabilité mais leur application doit se faire avec prudence car les résultats obtenus sont généralement dispersés et peu concordants.

##### a) Equation de KOZENY - CARMAN

$$k = \frac{\gamma F n^3}{(1-n)^2 \tau^2 s^2 \mu}$$

##### b) Equation de Lambe et Taylor

$$k = \frac{D_s^2 e^3 c \gamma}{\mu (1+e)}$$

##### c) Equation de Casagrande

$$k = \frac{\gamma a_i}{16 \mu \pi c_s^2} \cdot \frac{2 e^{2(1+\beta)}}{(1+e)}$$

##### d) Formule de Hazen

A la suite de l'étude de l'influence de la taille des grains sur la perméabilité en 1895 HAZEN

proposa la formule empirique suivante :

$$k = 100 d_{10}^2$$

e) Formule de Casagrande

En étudiant l'influence de la porosité  $e$  de denier  $a$  trouvé la formule suivante

$$k = 1.4 k_{0.85} e^2$$

f) Formule de TERZAGHI

$$k = \frac{c}{\eta} \frac{(n - 0.13)^2}{\sqrt{1-n}} \cdot d_{10}^2$$

Les différents paramètres utilisés dans les équations et formules précédentes ont pour signification :

$q$  : débit par une section droite.

$A$  : section droite du milieu.

$i$  : gradient hydraulique.

$a_i$  : projection perpendiculaire à la direction apparente d'écoulement de la section moyenne d'un canal tortueux représentatif.

$\gamma$  : poids unitaire du fluide

$\mu$  : viscosité dynamique du fluide.

$c_2 = c_1 e^\beta$  ;  $0 < \beta < 0.5$ , coefficient propre au milieu.

$c_1$  et  $\tau$  : indice de tortuosité = longueur réelle divisée par la longueur apparente, souvent prise comme  $\sqrt{2}$ .

$D_s$  : diamètre moyen des grains.

$n$  : porosité  $n = e / (1 + e)$

26

$F$  : facteur de forme  $0.33 < F < 0.56$

$S$  : surface mouillée par unité de volume.

$d_{10}$  : diamètre efficace en cm.

$k_{0.85}$  : coefficient de perméabilité lorsque  $e = 0.85$

$\eta$  : viscosité cinématique du fluide.

$c$  : coefficient qui dépend de l'uniformité de la granulométrie et la forme des grains.



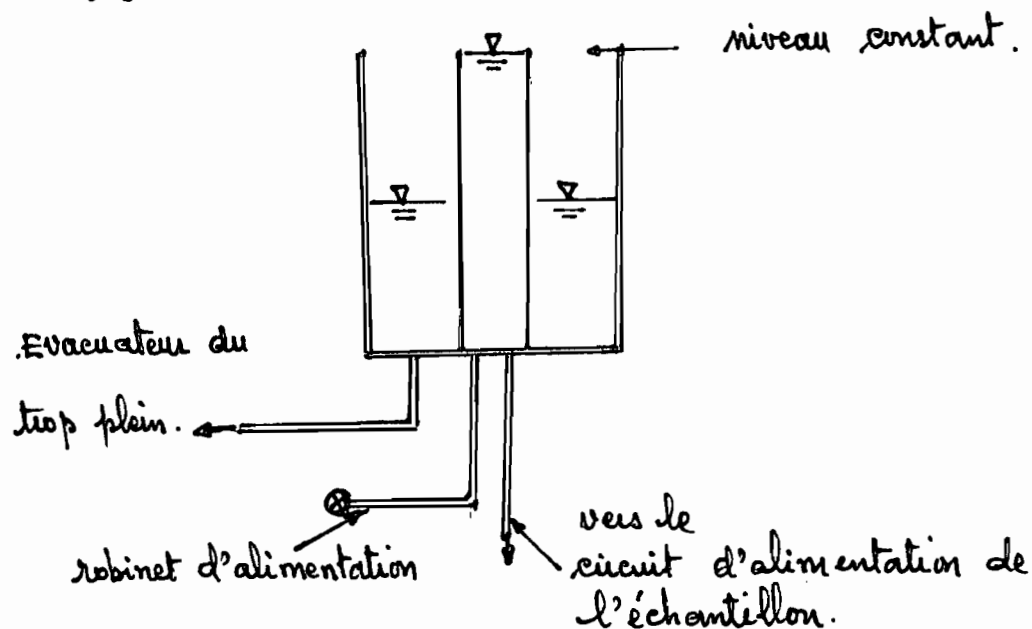
3-1 Le dispositif expérimental

Le montage est un perméamètre à charge constante destiné à mesurer la perméabilité de matériaux grossiers (voir schéma fig 3-4)

Le perméamètre de marque canadienne (ROCTEST) comprend trois grandes parties:

- La partie supérieure constituée de deux récipients cylindriques interconnectés, l'un servant à maintenir le niveau de l'eau constant et l'autre permettant de récupérer le trop plein et l'évacuer en dehors du circuit d'alimentation de l'échantillon

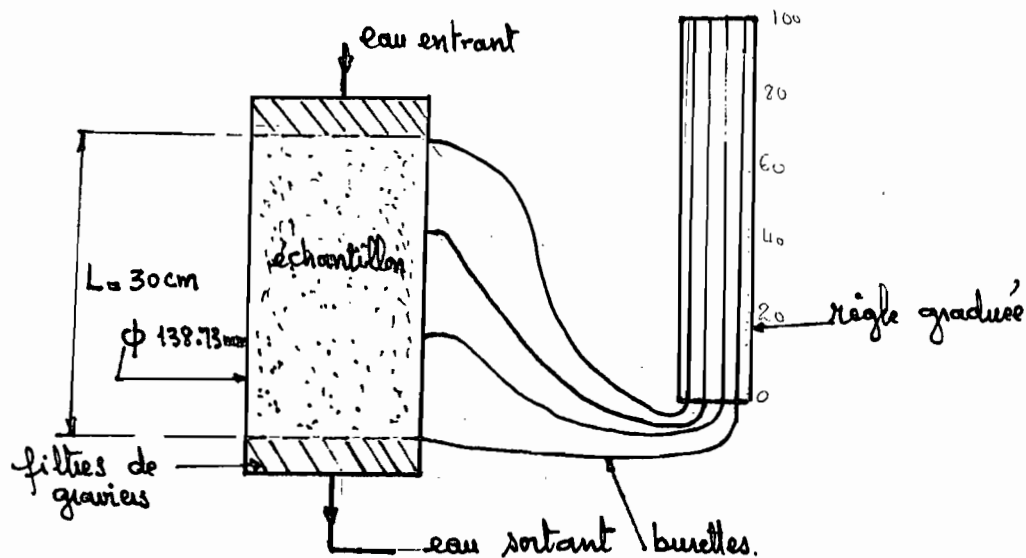
figure 3-1 schéma de la partie supérieure



- La partie centrale est composée de la cellule renfermant l'échantillon à laquelle sont connectées quatre burettes montées sur une règle graduée de un mètre

de longueur et qui permettent de mesurer les pressions à différents niveaux de l'échantillon.

figure 3.2 schéma de la partie centrale



La partie inférieure est comme la partie supérieure composée de deux récipients, l'un maintenant la charge constante au niveau zéro (0) de la règle graduée, l'autre permettant de collecter l'eau destinée à mesurer le débit traversant l'échantillon.

figure 3.3 schéma de la partie inférieure

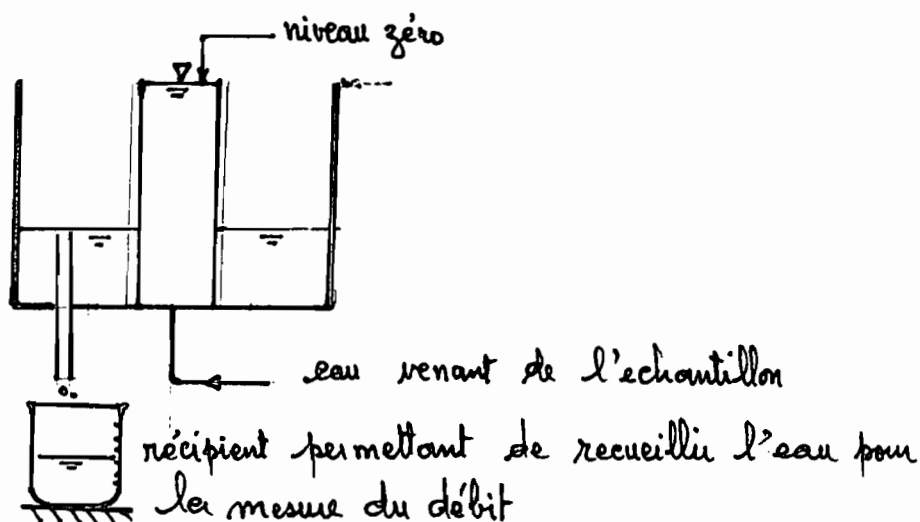
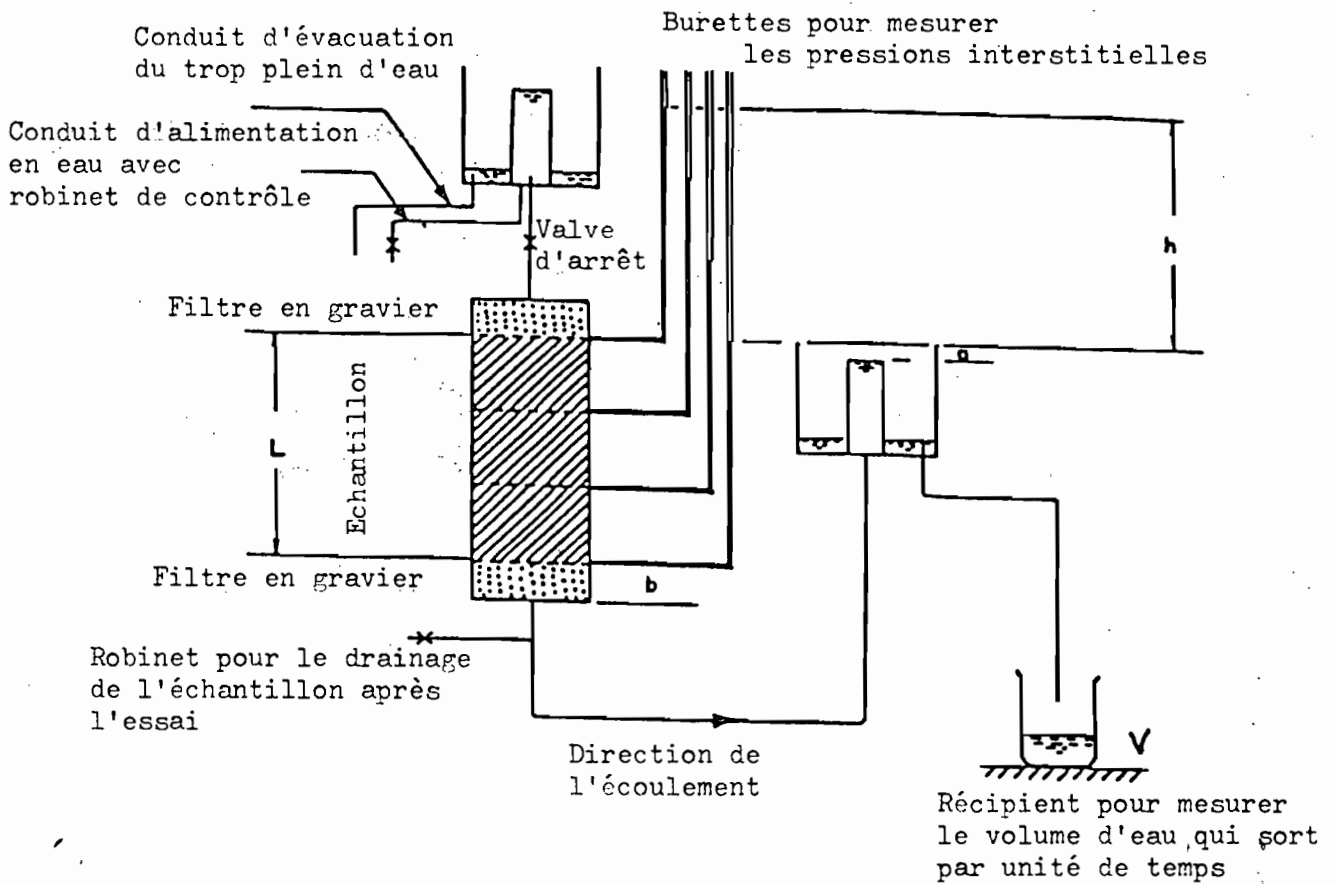


Figure 3 - 4      CROQUIS  
DU PERMEAMETRE



Ses trois parties décrites précédemment forment ensemble le perméamètre (voir figure 3.4)

### 3.2 Principe de fonctionnement

L'eau quitte le robinet d'alimentation pour remplir le récipient supérieur jusqu'au niveau 100 ; le trop plein est évacué hors du circuit. A partir de cette charge maintenue constante l'eau s'infiltré à travers l'échantillon, durant son passage les buchettes prévues à cette fin mesurent les dépressions de part et d'autre de l'échantillon. A la sortie de l'échantillon l'eau continue son chemin et remplit le récipient du bas jusqu'au niveau 0, le trop plein est utilisé pour mesurer le volume  $V$  qui traverse l'échantillon pendant un temps  $t$ .

Pour déterminer le coefficient  $k$  on applique la loi de DARCY  $v = ki$   $v$  est la vitesse de décharge.

soit  $Q$  le débit enregistré

$$Q = vA$$

$A$  est la section de la cellule.

$$Q = kiA$$

$$\text{ou } k = \frac{Q}{iA} = \frac{QL}{hA}$$

soit  $V$  le volume recueilli pendant un intervalle de temps  $t$ , on a :

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{ce qui donne finalement}$$

$$k_T = \frac{VL}{hAt}$$

$k_T$  est le coefficient de perméabilité à la température  $T$

La valeur du coefficient de perméabilité est souvent donnée pour la température normalisée de 20°C (ce qui est le cas dans nos mesures). Le coefficient de perméabilité est donné par la relation.

$$k = k_T \frac{\eta_T}{\eta_{20}}$$

$\eta_T$  et  $\eta_{20}$  sont les viscosités de l'eau à la température  $T$  et à 20°C.

Les valeurs de  $\eta_T/\eta_{20}$  sont regroupées dans un tableau en annexe en fonction de la température de l'eau enregistrée pendant l'expérience. (annexe A 3-1)

### 3.3. Etalonnage et évaluation des pertes de charge

Le but de cette partie est d'apporter des corrections aux mesures, car il faut déceler la perte de charge créée par la présence de l'échantillon et les pertes de charge dues au frottement de l'eau sur les parois de la cellule et des conduites du perméamètre.

Pour ce faire nous réalisons des mesures de dénivellation à vide, c'est-à-dire on fait circuler l'eau dans le système sans la présence de l'échantillon.

Selon DARCY les pertes de charge dans les conduites sont exprimées par l'équation

$$h = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$f$  est un coefficient de frottement,  $L$  et  $D$  les dimensions de la conduite et  $V$  la vitesse du fluide.

32

En faisant intervenir le débit  $Q$  et la section  $A$  de la conduite on a 
$$h = \frac{fL}{20 A^2 g} Q^2$$

$$h = c Q^2$$
  $c$  étant une constante. Pour trouver la corrélation qui existe entre le débit et la perte de charge il faut tracer la courbe  $h = f(Q^2)$ .

Le tableau A3-2 donne les pertes de charge en fonction du débit calculé. Par souci de précision nous avons pesé la quantité d'eau recueillie pour un temps  $t$  et avec des corrections de la masse volumique en fonction de la température nous déterminons le volume d'où le débit. La mesure de  $h$  est une simple lecture sur les buchettes de la dénivellation qui existe entre la première et la dernière prise.

Exemple de calcul 1<sup>re</sup> ligne du tableau A3-2

$$P = 351.43 \text{ g}$$

température  $27^\circ\text{C}$

$$\rho_{27} = 996.51 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$$

$$t = 18.24 \text{ secondes.}$$

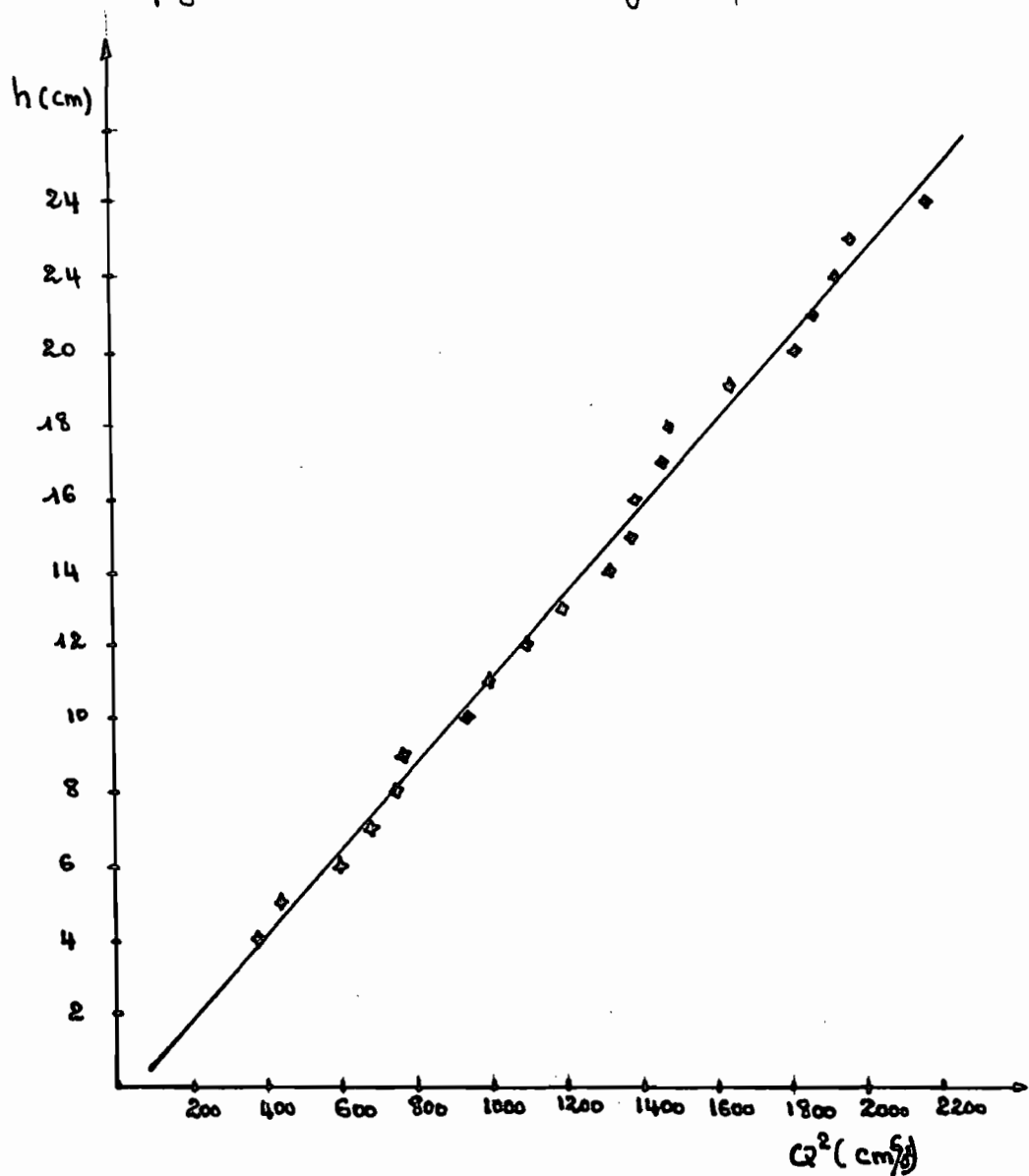
soit  $V$  le volume recueilli

$$V = \frac{P}{\rho}$$

$$\text{d'où le débit } Q = \frac{V}{t} = \frac{P}{\rho t}$$

$$Q = \frac{351.43}{996.51 \times 10^{-3} \times 18.24} = 19.33 \text{ cm}^3/\text{sec}$$

Figure 3.5 Courbe d'étalonnage du perméamètre



La droite moyenne est obtenue par la méthode des moindres carrés ; son équation est la suivante :

$$h = 0.012 Q^2 - 0.495$$

Remarque. Nous utilisons la courbe d'étalonnage pour amener des corrections aux mesures de  $h$  si le débit d'essai n'est pas trop éloigné des débits d'étalonnage, dans le cas contraire nous évitons le danger d'extrapoler trop loin de la droite.

### 3-4 Mesures proprement dites

#### 3.4.1 Choix des filtres

Le perméamètre n'étant pas muni de pierres poreuses, il faut donc trouver un dispositif analogue qui doit jouer le rôle de barrière aux bulles d'air et en même temps transmettre la pression appliquée au matériau. Le choix de ces pierres poreuses a donc été le point délicat de cet appel, car il faut que leur perméabilité soit suffisamment grande par rapport à celle de la latérite pour ne pas fausser les mesures. Nous avons donc été amené à tester plusieurs graviers de grosseurs différentes; finalement le choix a porté sur le passant 3/8 et retenu 4.

Le tableau qui suit et la perméabilité qui en découle justifient le choix des filtres

Remarque: Il est aussi à noter que le choix de la granulométrie du matériau filtre doit se faire de telle sorte qu'il n'y ait pas de migration de particules entre celui-ci et la latérite.



Tableau 3-1 perméabilité des filtres

temps (sec)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Température (°C)	h mesurée (cm)
36.84	700	27	4
36.82	-	-	-
36.86	-	-	-
36.81	-	-	-
37.02	-	-	-
36.79	-	-	-
37.20	-	-	-
36.85	-	-	-

Calculs

$$t_{\text{moy}} = 36.90 \text{ sec}$$

$$Q_{\text{moy}} = \frac{700}{36.90} = 18.97 \text{ cm}^3/\text{sec}$$

soit  $h'$  la correction à apporter : on utilise l'équation de la courbe d'étalonnage

$$h' = 0.012 (18.97)^2 - 0.495 = 3.8 \text{ cm}$$

$$h_{\text{corrigée}} = 4 - 3.8 = 0.2 \text{ cm.}$$

$$k_{27} = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 0.2 \times 36.9} = 18.82 \text{ cm/s.}$$

$$k_{20} = \frac{\eta_{27}}{\eta_{20}} k_{27} = 0.8502 \times 18.82 = \underline{\underline{16 \text{ cm/s}}}$$

Si on considère que la perméabilité de la latérite est de l'ordre de  $10^{-2}$  cm/s, on voit que les filtres sont 1600 fois plus perméables que la latérite

36

ce qui est acceptable comme choix.

### 3.4.2 Renseignements sur le sol utilisé dans les essais

. Nature du sol : latérite composée de graviers sable avec traces de matières organiques.

Provenance : Thiès

Lieu géographique de l'étude : E.P.T.

Couleur naturelle : rouge

.Etat d'échantillon : remanié

Méthode de conservation : conservé en tas

Couleur Munsell : rouge réf 2.5 YR 4/8

teneur en eau : mesurée à chaque essai.

### 3.4.3 Procédure de mesure

Pour effectuer les essais de perméabilité sur la latérite la procédure suivante sera adoptée.

1. Choisir un tamis de référence
2. Prendre un échantillon significatif (environ 20 kg)
3. Faire une analyse granulométrique suivant la norme A.S.T.M.
4. Faire un essai de compactage suivant la norme A.S.T.M.
5. Peser les filtres de graviers.
6. Prendre environ 10 kg de sol, mélanger avec de l'eau.
7. Installer le filtre du bas
8. Remplir le perméamètre jusqu'à la prise supérieure en compactant avec le compacteur conçu à cet effet.

9. Faire un prélèvement en vue de déterminer la teneur en eau.
10. Bien niveler la surface de l'échantillon, installer le filtre supérieur et le couvercle.
11. Peser l'ensemble.
12. Faire le montage.
13. Ouvrir le robinet d'alimentation et la valve d'entrée de l'eau dans l'échantillon et fermer la vanne de sortie.
14. Laisser le système se saturer (environ 15 mn) et chasser les bulles d'air à l'aide des burettes de mesure de pression.
15. Ouvrir la vanne de sortie pour mettre le système en marche.
16. Laisser l'écoulement se stabiliser : c'est-à-dire débit constant (environ 48 heures).
17. A l'aide d'un chronomètre et d'un récipient gradué mesurer le temps  $t$  pour remplir un volume  $v$  ; à chaque mesure prendre la température de l'eau.
18. Lire la dénivellation entre la première et la dernière prise.
19. Faire les calculs.

#### Remarques

Après chaque série de mesures on doit enlever l'échantillon et bien nettoyer le perméamètre pour éviter une cimentation de l'échantillon ce qui pourrait conduire à des difficultés d'enlèvement et même créer des dommages.

Les caractéristiques du perméamètre ont été déterminées avant le début des expériences.

- . Poids du perméamètre vide 17400g
- . distance entre les prises extrêmes 30cm
- . diamètre intérieur de la cellule 138.73 mm.

Pour effectuer les essais nous avons considéré la granulométrie initiale du sol tel que trouvé en place (passant tamis 1) à laquelle nous soustrayons les particules les plus grossières jusqu'à la limite mesurable du perméamètre qui est ici le passant tamis 4.

Dans le but d'augmenter les mesures pour avoir une bonne corrélation nous avons constitué un cinquième échantillon en mélangeant le passant 3/8 et le passant 4.

Les échantillons se répartissent comme suit :

- . échantillon 1 : passant tamis 1 (25mm)
- . échantillon 2 : passant tamis 1/2 (13mm)
- . échantillon 3 : passant tamis 3/8 (3.5mm)
- . échantillon 4 : passant tamis 4 (4.75mm)
- . échantillon 5 : mélange passant 3/8 et passant 4

Les mesures et calculs de perméabilité sont regroupés à l'annexe A

### 3.5 Interprétations des résultats obtenus

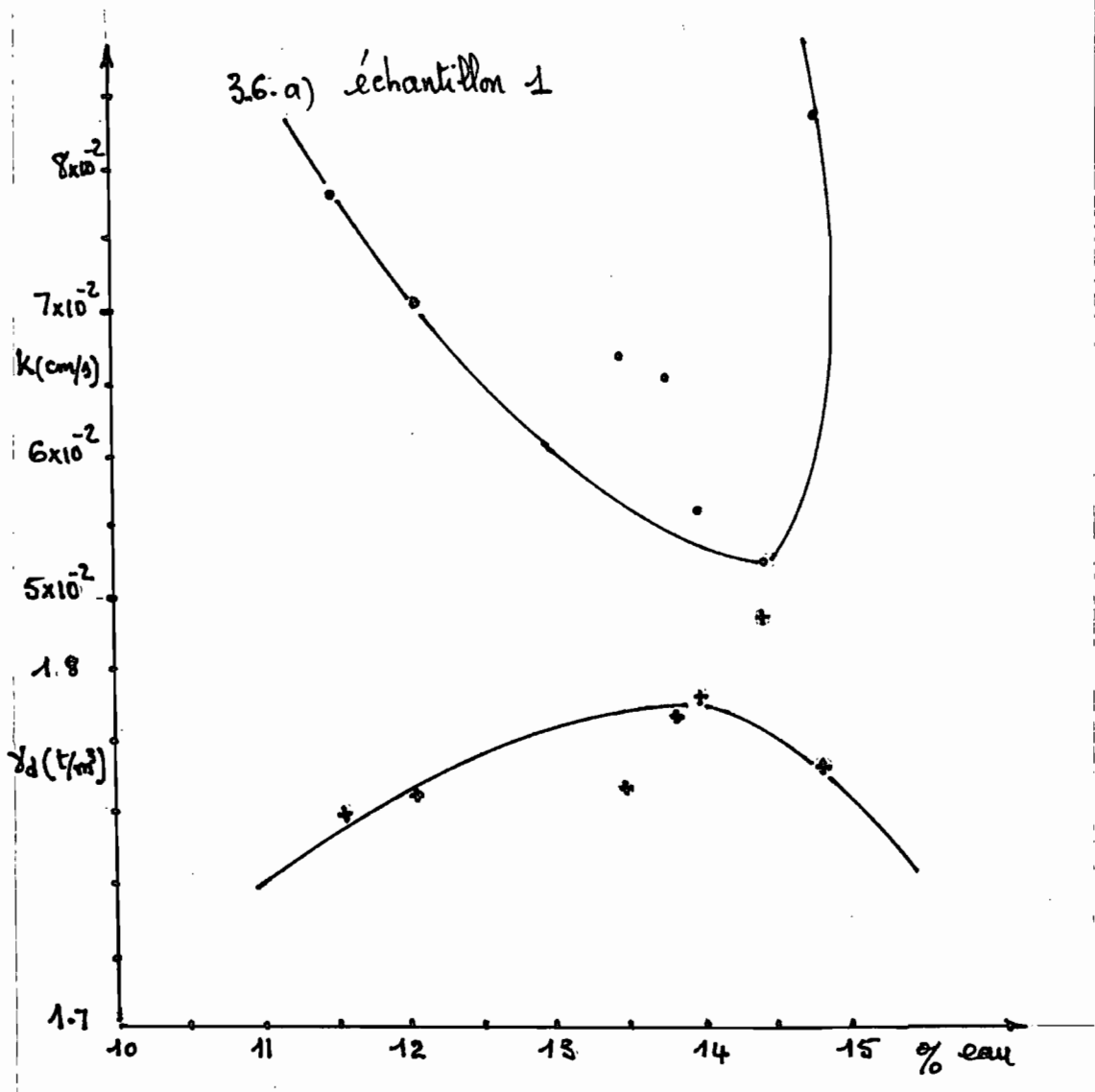
Étant donné que nous avons étudié la perméabilité des sols latéritiques en fonction de la granulométrie et du degré de compactage, il s'agit maintenant de voir

les influences de ces deux paramètres.

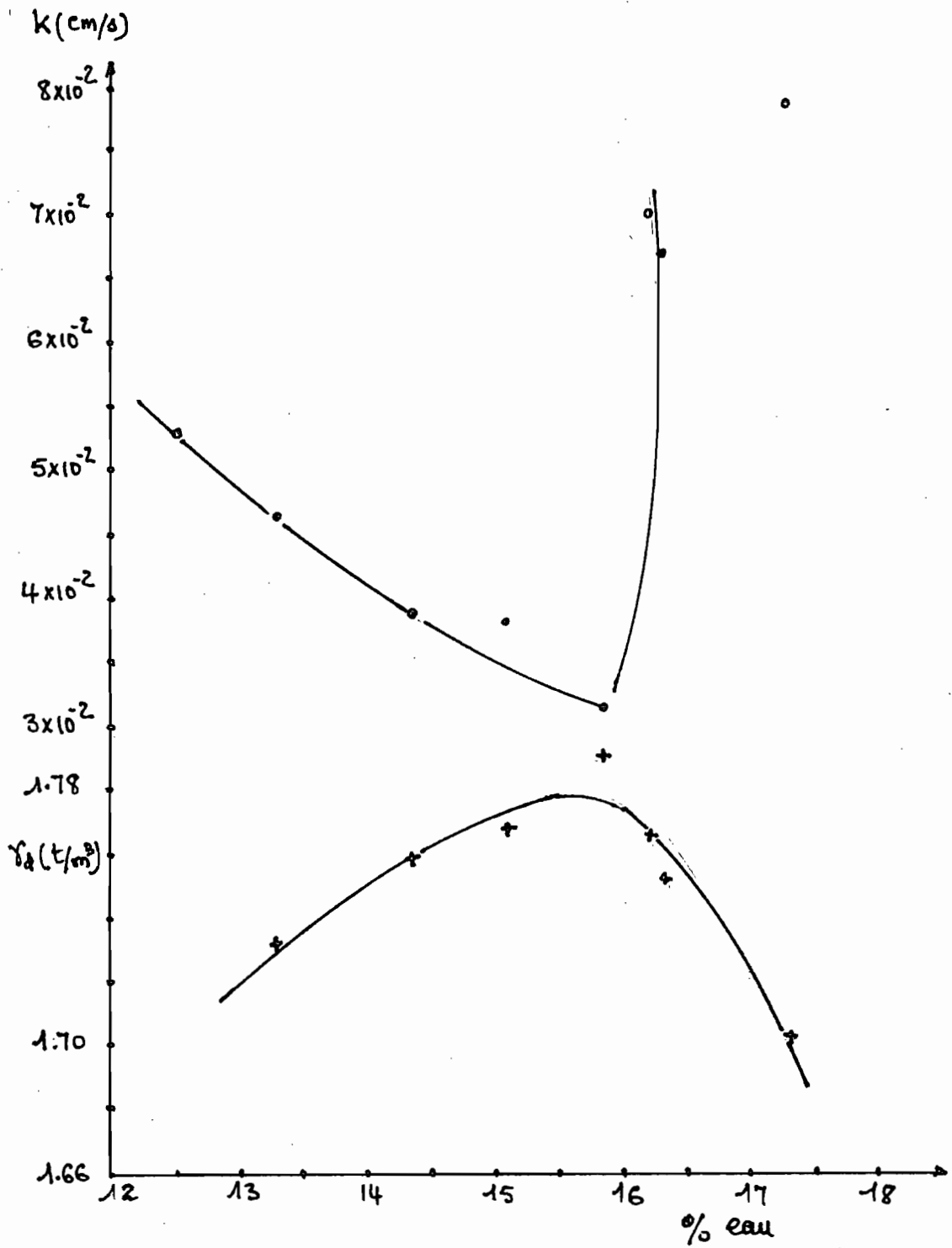
### 3.5.1 Influences du compactage sur la perméabilité

Pour bien visualiser les effets, représentons les courbes de variation de la densité sèche ( $\gamma_d$ ) et du coefficient de perméabilité en fonction de la teneur en eau de moulage.

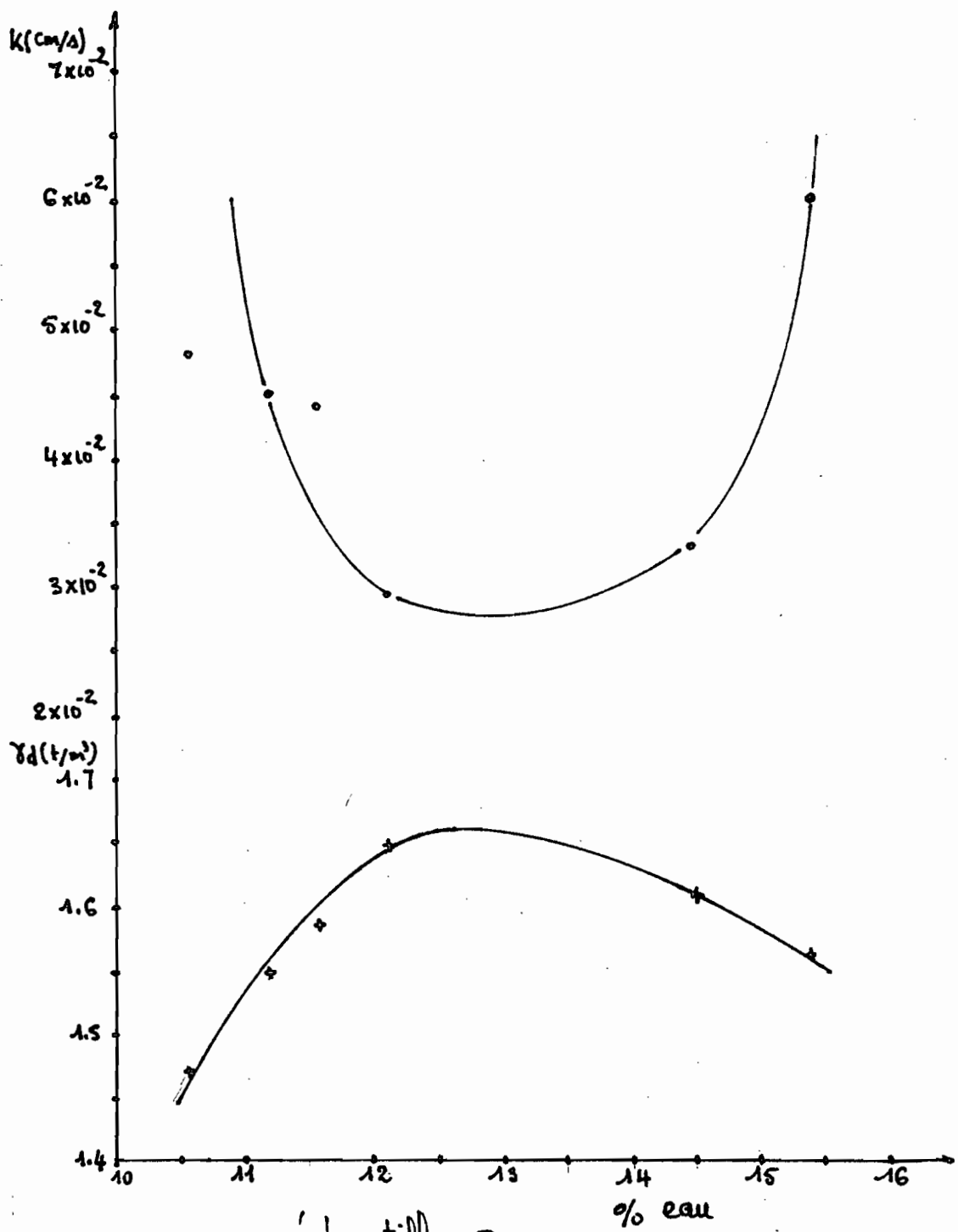
Figure 3.6 Courbes de variation de  $\gamma_d$  et  $k$  en fonction de la teneur en eau de moulage



40

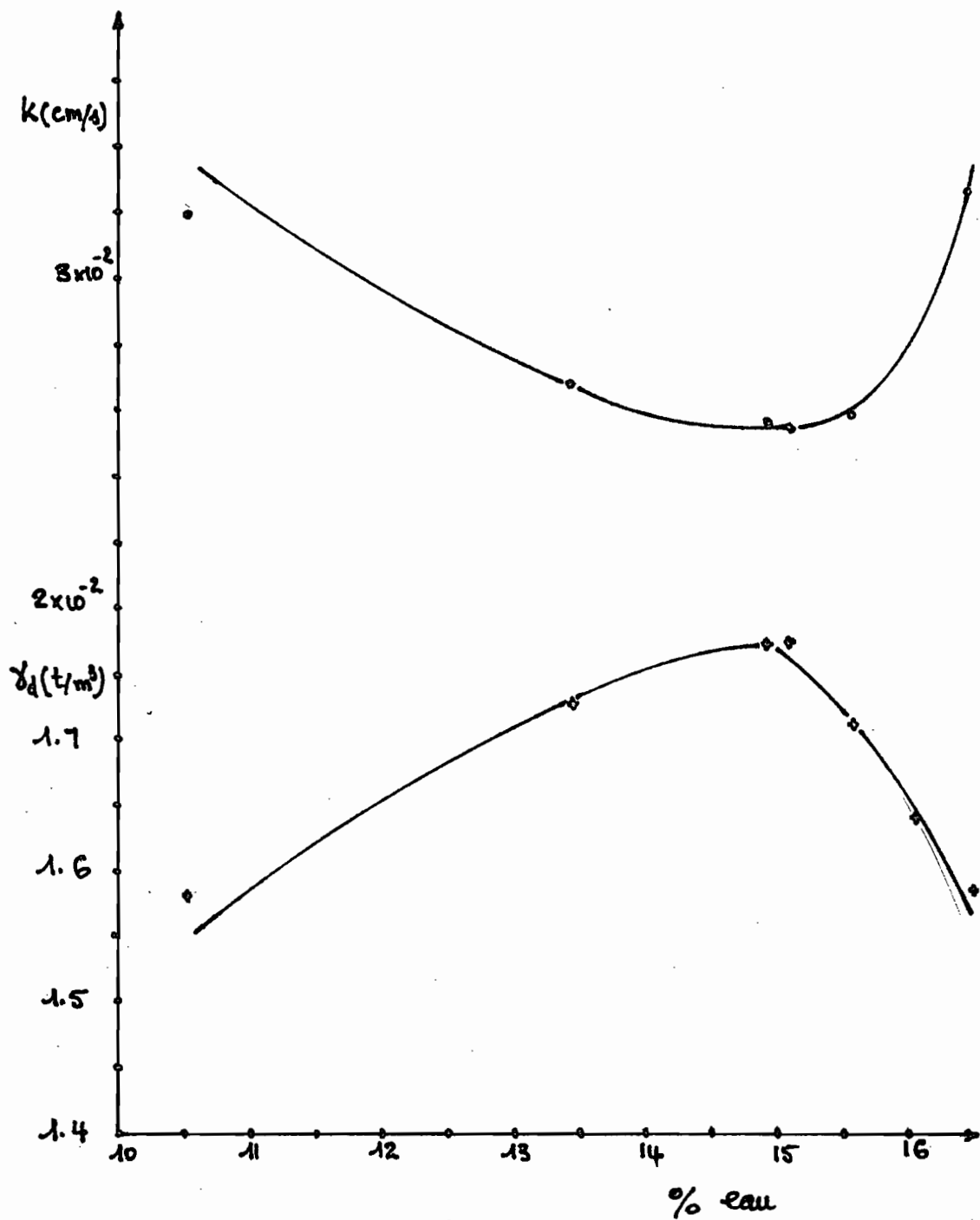


3.6-b) échantillon 2



3.6 c ) échantillon 3

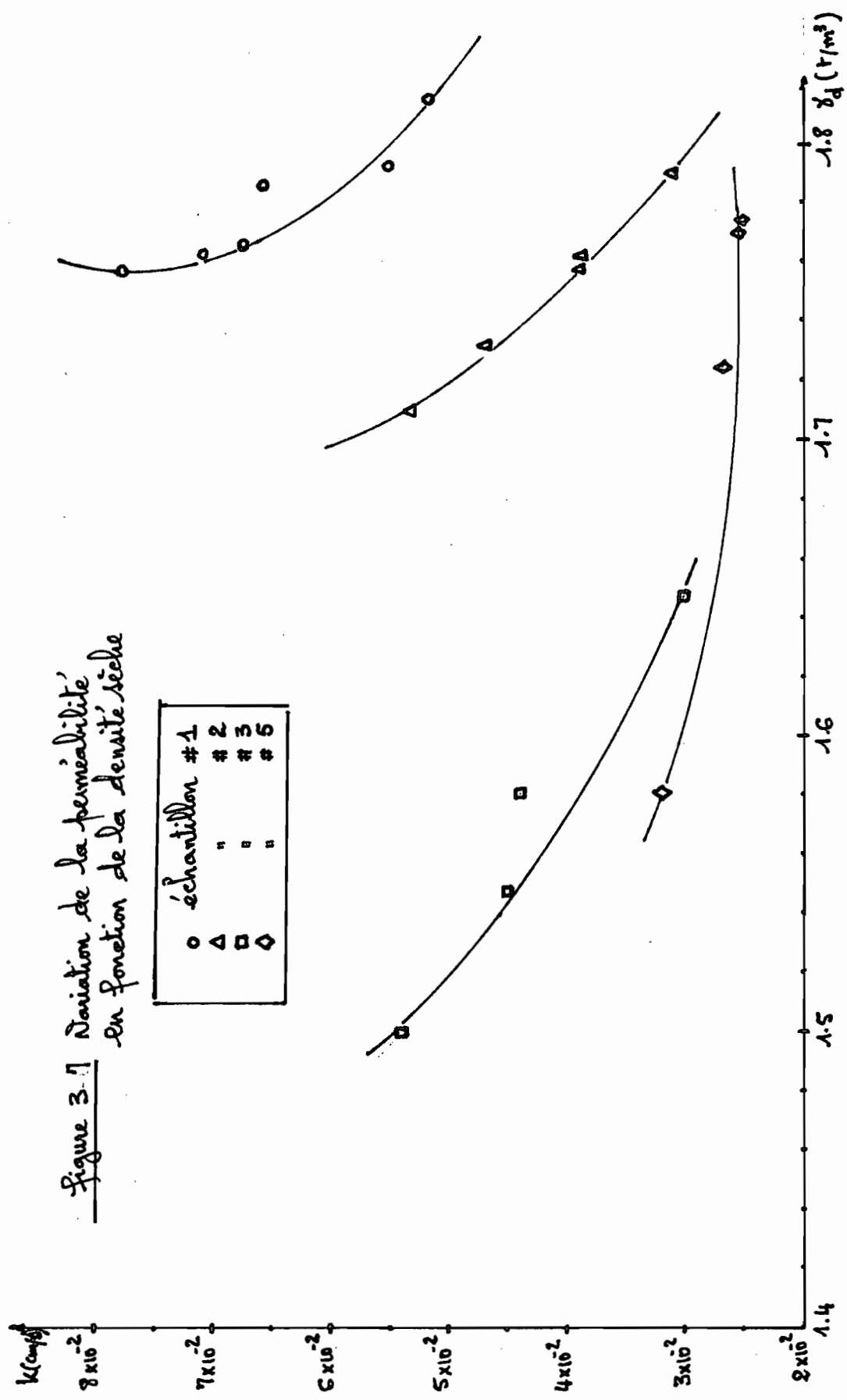
42



3-G.c) échantillon 5



Figure 3-1 Variation de la perméabilité  
en fonction de la densité sèche



44

En observant les courbes de la figure 3-6 on peut constater que lorsque la teneur en eau de moulage augmente, la perméabilité de la latérite diminue jusqu'à atteindre un minimum qui correspond à l'optimum Proctor, puis elle commence à croître au fur et à mesure que la teneur en eau augmente. On peut expliquer ce comportement par le fait que l'optimum Proctor correspond à l'état le plus compact du sol, c'est-à-dire qui présente moins de vides; offrant ainsi à l'eau plus de difficultés pour traverser l'échantillon.

L'augmentation de la densité sèche due de l'énergie de compactage réduit la perméabilité (voir figure 3-7) puisqu'elle augmente l'arrangement des particules donc réduit le volume des vides.

Pour trouver la relation qui existe entre la densité sèche ( $\gamma_d$ ) et le coefficient de perméabilité ( $k$ ) on peut assimiler les courbes de la figure 3-7 à des hyperboles de la forme  $k = \frac{c}{\gamma_d^n}$  avec  $c$  étant une constante pour chaque échantillon et  $n \in \mathbb{N}$

La valeur de  $n$  est déterminée par approximation en regardant l'ensemble des tableaux donnant  $c = k\gamma_d^n$  pour  $n = 1, 2, 3$  (voir annexe A3.4). En effet en regardant ces tableaux on constate que la meilleure approximation est obtenue pour  $n = 2$ .

Remarque Dans le but d'avoir la meilleure corrélation possible, les courbes de la figure 3. et les tableaux de l'annexe A.3.4 ont été réalisées en ne considérant que le côté sec du compactage car le côté humide est très sensible et présente souvent de grandes variations de perméabilité pour des densités voisines.

### 3.5.2. Influences de la granulométrie sur la perméabilité

Pour caractériser la granulométrie nous utilisons le coefficient d'uniformité ( $C_u$ ) ou coefficient de Hazen et le diamètre efficace  $d_{10}$  (ouverture du tamis au travers duquel passe 10% du poids des grains). Pour exprimer le degré d'étalement et de finesse de l'échantillon nous utilisons le produit  $C_u d_{10}$  (équivalent à  $d_{60}$ ); en effet plus ce produit est petit plus la granulométrie est fine et serrée. En examinant les résultats des expériences on constate que le coefficient de perméabilité est proportionnel à  $C_u d_{10}$  cela s'explique par le fait qu'une granulométrie fine et serrée soumise au compactage a une faible porosité donc un coefficient de perméabilité faible; alors que la structure d'un sol à granulométrie étalée et grossière favorise plus la filtration de l'eau.

### 3.5.3 Effets combinés de la granulométrie et du compactage

En référant à l'annexe A.3.4 les expressions reliant le coefficient  $k$  à la densité  $\rho_d$  sont les suivantes:

46

$$k_1 = \frac{0.205}{\gamma_d^2}$$

$$k_2 = \frac{0.128}{\gamma_d^2}$$

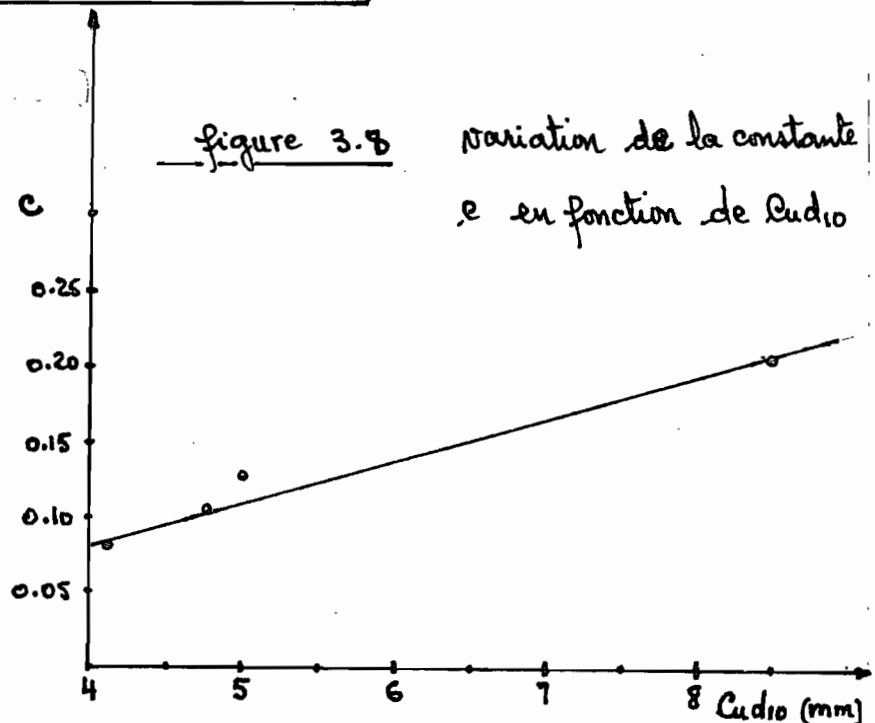
$$k_3 = \frac{0.105}{\gamma_d^2}$$

$$k_5 = \frac{0.08}{\gamma_d^2}$$

Dans les expressions ci-dessus de  $k_i$ ,  $i$  représente le numéro de l'échantillon.

Cherchons maintenant la relation qui existe entre la constante  $c$  et les caractéristiques granulométriques, pour cela traçons la courbe  $c$  versus  $C_{ud10}$ .

Constante $c$	$C_{ud10}$
0.205	8.5
0.128	5.0
0.105	4.75
0.08	4.10



Nous obtenons par regression lineaire l'equation suivante

$$c = 0.027 c_u d_{10} - 0.020$$

Cette droite est obtenue avec une correlation de 98.23%

On sait que  $k = \frac{c}{\gamma_d^2}$ ,  
 en remplaçant  $c$  par sa valeur dans cette expres-  
 sion on obtient la relation qui regroupe le coefficient  $k$ ,  
 la densité  $\gamma_d$  et les caracteristiques granulométriques  
 $c_u$  et  $d_{10}$  soit :

$$k = \frac{0.027 c_u d_{10} - 0.020}{\gamma_d^2}$$

$k$  en cm/sec

$d_{10}$  en mm

$\gamma_d$  en g/cm<sup>3</sup>

### Vérification de la relation obtenue

Pour apprécier le degré de correlation de la relation empirique obtenue nous avons comparé la valeur de la perméabilité mesurée et celle obtenue à partir de cette relation, dans l'ensemble les erreurs relatives sont inférieures à 20%.

Les exemples suivants sont les bonnes.

1)  $c_u d_{10} = 8.5$  et  $\gamma_d = 1.763$

valeur mesurée  $k_{mes} = 7.08 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$

valeur calculée  $k_{cal} = \frac{0.027 \times 8.5 - 0.02}{(1.763)^2} = 6.74 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$

48

La comparaison donne une erreur relative de 4.8%

$$2.) \quad \rho_{d,10} = 4.10 \quad \text{et} \quad \gamma_d = 1.581$$

$$\text{valeur mesurée} \quad k_{\text{mes}} = 4.42 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\text{valeur calculée} \quad k_{\text{cal}} = \frac{0.027 \times 4.10 - 0.02}{(1.581)^2}$$

$$k_{\text{cal}} = 3.63 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

soit une erreur relative de 17.87%.

Pour le moment il n'est pas possible de donner un jugement significatif sur le comportement des latérites vis à vis des essais de perméabilité, néanmoins en se référant aux résultats obtenus, on constate que les sols latéritiques sont moyennement perméables.

Bien que les résultats de nos essais soient un peu restreints il est évident qu'ils recèlent une importance capitale de par la méthodologie utilisée pour parvenir à les corréler. En effet, si on peut répertorier toute la gamme de granulométries utilisables dans les applications courantes des latérites, on pourra faire des abaques donnant la perméabilité en fonction de la densité sèche et des caractéristiques granulométriques; ce qui aura pour avantage de contrôler la perméabilité à chaque fois qu'on le désire.

Les limitations dans le travail sont essentiellement dues aux nombreux problèmes rencontrés dont les causes sont les suivantes :

- La durée des essais : la procédure utilisée impose beaucoup de temps, pour y remédier on peut supprimer l'essai Proctor et se contenter uniquement du compactage réalisé dans le perméamètre car c'est cette densité sèche qui gouverne le coefficient de perméabilité; l'autre ne servant que de comparaison.

- L'appareillage : le dispositif expérimental utilisé a une performance relativement faible, en effet le perméamètre à charge constante (ROCTEST) est destiné à la mesure de perméabilité de sols grossiers, si on sait que la latérite a une granulométrie très étalée allant des graviers aux particules argileuses, on comprendra pourquoi cet appareil n'est pas adapté pour mener à terme les mesures. Pour enrayer cette défaillance on avait envisagé de poursuivre les mesures au triaxial qui se trouve être le plus adapté mais malheureusement cet appareil n'était pas encore fonctionnel. Son fonctionnement permettra de beaucoup réduire le temps de essais car il n'est pas limité par la granulométrie et possède un système de compactage.

- Les irrégularités dans les mesures sont dues au comportement général des sols tropicaux et en particulier des sols latéritiques vis à vis des essais standards, en effet les latérites sont très sensibles au remaniement car, les sesquioxides enveloppent les particules siliceuses d'un manteau d'aspect gélatineux ce qui les rend moins sensibles à l'eau, les latérites sont aussi très vulnérables à la dégradation.

Les résultats obtenus sont naturellement différents de ceux qu'on pourrait obtenir en faisant des essais in situ du fait de la sensibilité de la latérite.



au remaniement, c'est pourquoi dans certains travaux où on n'a pas besoin de contrôler la perméabilité (bilan hydrologique), les essais sur place sont de loin meilleurs car ils reflètent plus la réalité c'est-à-dire les conditions de filtration qui existent sur place. Les limitations de l'essai sont aussi dues à la perte des particules fines par lavage dans la tuyauterie (burettes) et au broyage des particules grossières au compactage (matériau très friable) ce qui fait que la granulométrie avant essai est différente de celle après essai.

Dans le but de trouver une relation empirique qui refléterait plus la réalité, il est nécessaire de poursuivre le travail effectué, cette poursuite consistera en des mesures de perméabilité des sols latéritiques au triaxial à partir du passant du tamis 4 et en une corrélation des résultats qui seront obtenus et des résultats qui sont déjà obtenus. Il serait aussi souhaitable de faire des essais de perméabilité sur des matériaux plus grossiers ce qui pourrait servir en construction routière où on utilise plutôt des graveleux latéritiques dont les grosses particules atteignent généralement 3 pouces (75 mm).

Il est difficile voire impossible de connaître avec exactitude les propriétés géotechniques d'un sol à cause de son hétérogénéité, surtout s'il s'agit de la perméa-

bilité qui dépend du sol et du fluide en circulation, mais la continuation de ce travail permettra de faire un grand pas sur la perméabilité des sols latéritiques et l'extension à tous les sols tropicaux de mieux appréhender l'affirmation du professeur Winterkorn citée en introduction.

— ANNEXES —

Degré de latérisation	Regroupement selon texture	Origine et état	Couleur et structures	Nature de la fraction grossière	Relation avec la roche mère	Paramètres génétiques pertinents pour ID. des
I	Roc décomposé	Matériaux résiduels; Comprends les grains se brissent sous les doigts et allant jusqu'au roc solide et non-altéré.	Roche mère décolorée. Généralement gris à rouge jaunâtre. Les structures de la roche mère sont préservées.	Anguleux à sub-anguleux à cubiques; grains varient en dimensions de sables grossiers à blocs selon le degré de décomposition	Structures de la roche mère préservées dans le matériel en place et non-remanié.	(1) Nature de la roche mère (2) Conditions d'altération (3) Degré de décomposition et lessivage. (4) Contenu de minéraux secondaires
II a)	Latérite fine (Sols à grains fins)	Peut être résiduel ou non résiduel. Non-consolidé à compact selon l'origine génétique et les conditions de l'environnement, dont l'histoire géologique le degré de déshydratation et de dessiccation.	Variable. allant de rouge jaunâtre à brun rougeâtre à brun rosâtre. Structure dépend de la nature de la roche mère, du degré d'altération et de la compacité.	Grains de quartz isolés, concrétions composés d'un mélange de grains fins (sables, silts, argiles) Matrice fine.	La granulométrie en fonction de la nature de la roche mère et du degré d'altération.	(1) Nature de la roche mère (2) Conditions d'altération (3) Origine génétique (Nature du sol) (4) Origine géologique (Sols résiduels ou transportés). (5) Degré d'enrichissement en sesquioxides et de déshydratation (dessiccation) (6) Etat à l'excavation et au contact de l'air libre (7) Minéralogie des argiles.
II b)	Latérite graveleuse	Peut être résiduel ou non résiduel. Non-consolidé à compact selon l'origine génétique et les conditions de l'environnement, dont l'histoire géologique, le degré de déshydratation et de dessiccation.	Rouge jaunâtre à rose. La structure dépend du degré d'altération et de l'altération. Généralement concrétions et grains de quartz isolés dans une matrice terreuse ayant un degré de compaction variable	Grains de quartz irréguliers, anguleux cubiques. Concrétions brun foncé à rose avec une coquille dure nodulaire et de dimensions et formes variées. Peut se voir de morceaux de cuirasse détritiques.	Variable, une roche mère riche en quartz dans un haut pourcentage de grains de quartz par rapport aux concrétions. La relation avec la roche mère peut ne pas se refléter dans la granulométrie du sol.	(5) Degré d'enrichissement en sesquioxides et de déshydratation (dessiccation) (6) Etat à l'excavation et au contact de l'air libre (7) Minéralogie des argiles.

S. 15 V. 11

CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES LATÉrites (Suite)

Degré de latérisation	Regroupement selon texture	Origine et état	Couleur et structures	Nature de la fraction grossière	Relation avec la roche mère	Paramètres génétiques pertinents pour ID et évaluation.
III	Roche latéritique (gravier, blocs)	Peut être résiduel ou non-résiduel. Comprend sols mous, friables sous la pression des doigts et allant jusqu'aux masses de concrétions dures et rocheuses.	Brun rougeâtre, brun foncé, brun rosâtre à rose. Dans les sols résiduels les éléments indurés forment un squelette cohérent et continu. Dans les sols non-résiduels, les éléments indurés servent à cimenter les particules déjà sur place.	Les particules de quartz et les concrétions sont irrégulières, de tailles différentes et fusionnées dans une masse.	Dans les roches ferrugineuses la texture et la structure peut être préservées. Dans d'autres cas il n'existe plus de relation avec la roche mère, spécialement dans les sols non-résiduels.	(1) La nature des sesquioxides servent de ciment. (2) Origine génétique (nature des matériaux). (3) Origine géologique (résiduel ou transporté) (4) Degré de déshydratation et/ou de dureté "in situ" ou exposé à l'air libre.

(Suite)

ANNEXE 1

68b

# ANNEXE 2 - Tableau résumé des méthodes de chantier

Annex 2

	Pression constante	Pression variable
<p>1</p> <p> <math display="block">K_m = \frac{q}{2DH_c}</math> </p>	$K_m = \frac{\pi d^2}{8D(t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$ <p>pour <math>d = D</math></p> $K_m = \frac{\pi D}{8(t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$	
<p>2</p> <p> <math display="block">K_m = \frac{q}{2.75 DH_c}</math> </p>	$K_m = \frac{\pi d^2}{(11.0)D(t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$ <p>pour <math>d = D</math></p> $K_m = \frac{\pi D}{(11.0)(t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$	
<p>3</p> <p> <math display="block">K_V^1 = \frac{4q \left[ \frac{\pi}{8} \frac{K_V^1}{K_v} \frac{D}{m} + L \right]}{\pi D^2 H_c}</math> </p>	$K_V^1 = \frac{d^2 \left[ \frac{\pi}{8} \frac{K_V^1}{K_v} \frac{D}{m} + L \right]}{D^2 (t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$ <p>pour <math>K_V^1 = K_v</math> et <math>d = D</math></p> $K_v = \frac{\frac{\pi}{8} \frac{D}{m} + L}{(t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$	
<p>4</p> <p> <math display="block">K_V^1 = \frac{4q \left[ \frac{\pi}{11.0} \frac{K_V^1}{K_v} \frac{D}{m} + L \right]}{\pi D^2 H_c}</math> </p>	$K_V^1 = \frac{d^2 \left[ \frac{\pi}{11.0} \frac{K_V^1}{K_v} \frac{D}{m} + L \right]}{D^2 (t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$ <p>pour <math>d = D</math> et <math>K_v = K_V^1</math></p> $K_v = \frac{\frac{\pi}{11.0} \frac{D}{m} + L}{(t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$	
<p>5</p> <p> <math display="block">K_h = \frac{q \ln \left[ \frac{2mL}{D} + \sqrt{1 + \left( \frac{2mL}{D} \right)^2} \right]}{2\pi L H_c}</math> </p>	$K_h = \frac{d^2 \ln \left[ \frac{2mL}{D} + \sqrt{1 + \left( \frac{2mL}{D} \right)^2} \right]}{8L (t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$ <p>pour <math>\frac{2\pi L}{D} &gt; 4</math></p> $K_h = \frac{d^2 \ln \left( \frac{4mL}{D} \right)}{8L (t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$	
<p>6</p> <p> <math display="block">K_h = \frac{q \ln \left[ \frac{mL}{D} + \sqrt{1 + \left( \frac{mL}{D} \right)^2} \right]}{2\pi L H_c}</math> </p>	$K_h = \frac{d^2 \ln \left[ \frac{mL}{D} + \sqrt{1 + \left( \frac{mL}{D} \right)^2} \right]}{8L (t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$ <p>pour <math>\frac{mL}{D} &gt; 4</math></p> $K_h = \frac{d^2 \ln \left( \frac{2mL}{D} \right)}{8L (t_2 - t_1)} \ln \frac{H}{H_2}$	

— ANNEXE 3 —

Tableaux d'exploitation des résultats  
et mesures effectuées

A3.1

## Corrections de viscosités

°C	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	1.3012	1.2976	1.2940	1.2903	1.2867	1.2831	1.2795	1.2759	1.2722	1.2686
11	1.2650	1.2615	1.2580	1.2545	1.2510	1.2476	1.2441	1.2406	1.2371	1.2336
12	1.2301	1.2268	1.2234	1.2201	1.2168	1.2135	1.2101	1.2068	1.2035	1.2001
13	1.1968	1.1936	1.1905	1.1873	1.1841	1.1810	1.1777	1.1746	1.1714	1.1683
14	1.1651	1.1621	1.1590	1.1560	1.1529	1.1499	1.1469	1.1438	1.1408	1.1377
15	1.1347	1.1318	1.1289	1.1260	1.1231	1.1202	1.1172	1.1143	1.1114	1.1085
16	1.1058	1.1028	1.0999	1.0971	1.0943	1.0915	1.0887	1.0859	1.0830	1.0802
17	1.0774	1.0747	1.0720	1.0693	1.0667	1.0640	1.0613	1.0586	1.0560	1.0533
18	1.0507	1.0480	1.0454	1.0429	1.0403	1.0377	1.0351	1.0325	1.0300	1.0274
19	1.0248	1.0223	1.0198	1.0174	1.0149	1.0124	1.0099	1.0074	1.0050	1.0025
20	1.0000	0.9978	0.9952	0.9928	0.9904	0.9881	0.9857	0.9833	0.9809	0.9785
21	0.9781	0.9738	0.9715	0.9692	0.9669	0.9646	0.9623	0.9600	0.9577	0.9554
22	0.9531	0.9509	0.9487	0.9465	0.9443	0.9421	0.9399	0.9377	0.9355	0.9333
23	0.9311	0.9290	0.9268	0.9247	0.9225	0.9204	0.9183	0.9161	0.9140	0.9118
24	0.9097	0.9077	0.9056	0.9036	0.9015	0.8995	0.8975	0.8954	0.8934	0.8913
25	0.8893	0.8873	0.8853	0.8833	0.8813	0.8794	0.8774	0.8754	0.8734	0.8714
26	0.8694	0.8675	0.8656	0.8636	0.8617	0.8598	0.8579	0.8560	0.8540	0.8521
27	0.8502	0.8484	0.8465	0.8447	0.8428	0.8410	0.8392	0.8373	0.8355	0.8336
28	0.8318	0.8300	0.8282	0.8264	0.8246	0.8229	0.8211	0.8193	0.8175	0.8157
29	0.8139	0.8122	0.8105	0.8087	0.8070	0.8053	0.8036	0.8019	0.8001	0.7984
30	0.7967	0.7950	0.7934	0.7917	0.7901	0.7884	0.7867	0.7851	0.7834	0.7818
31	0.7801	0.7785	0.7769	0.7753	0.7737	0.7721	0.7705	0.7689	0.7673	0.7657
32	0.7641	0.7626	0.7610	0.7595	0.7579	0.7564	0.7548	0.7533	0.7517	0.7502
33	0.7486	0.7471	0.7456	0.7440	0.7425	0.7410	0.7395	0.7380	0.7364	0.7349
34	0.7334	0.7320	0.7305	0.7291	0.7276	0.7262	0.7247	0.7233	0.7218	0.7204
35	0.7189	0.7175	0.7161	0.7147	0.7133	0.7120	0.7106	0.7092	0.7078	0.7064

## PROPRIETES MECANIQUES DE L'EAU A LA PRESSION ATMOSPHERIQUE

Temp. °C	Densité UTM/m <sup>3</sup>	Poids spécifique kg/m <sup>3</sup>	Viscosité dynamique kg s/m <sup>2</sup>	Tension superficielle kg/m	Pression de vapeur kg/cm <sup>2</sup> (ab)	Module d'élasticité cubique kg/cm <sup>2</sup>
0	101,96	999,87	18,27 × 10 <sup>-3</sup>	0,00771	0,0056	20200
5	101,97	999,99	15,50	0,00764	0,0088	20900
10	101,95	999,73	13,34	0,00756	0,0120	21500
15	101,88	999,12	11,63	0,00751	0,0176	22000
20	101,79	998,23	10,25	0,00738	0,0239	22400
25	101,67	997,07	9,12	0,00735	0,0327	22800
30	101,53	995,68	8,17	0,00728	0,0439	23100
35	101,37	994,11	7,37	0,00718	0,0401	23200
40	101,18	992,25	6,69	0,00711	0,0780	23300
50	100,76	988,07	5,60 × 10 <sup>-3</sup>	0,00693	0,1249	23400

Tableau 3.0 : résultats d'étalonnage

P (g)	t (sec)	T (°C)	h (cm)	Q (cm <sup>3</sup> /s)	Q <sup>2</sup>
351,43	18.24	27	4	19.33	373.65
377.93	17.16	28	5	21.11	445.63
346.9	14.21	28	6	24.50	600.25
376.95	14.49	28	7	26.11	681.73
38.4	12.73	28	8	27.47	754.60
419.15	15.09	29.5	9	27.89	777.85
409.5	13.38	29.5	10	30.73	944.33
416.5	13.21	29.5	11	31.66	1002.36
426.18	12.87	29.5	12	33.25	1105.56
370.14	10.72	28	13	34.66	1201.32
443.65	12.22	29.5	14	36.46	1329.33
348.77	9.41	28	15	37.20	1393.84
339.86	9.15	28	16	37.28	1389.80
507.05	13.27	30	17	38.38	1473.02
461.05	12.02	29.5	18	38.52	1483.79
618.5	15.27	28	19	40.66	1653.23
420.95	9.87	30	20	42.83	1834.41
693.98	16.07	28	21	43.35	1879.22
574.1	13.07	30	22	44.11	1945.69
656.35	14.79	28	23	44.54	1983.81
624.02	13.38	28	24	46.81	2191.78

A.3.2. Résultats d'étalonnage



### A.3.3 Tableaux résumés des mesures

57

#### échantillon 1

% eau	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	k (cm/s)	Caractéristiques
11.53	1.758	$7.76 \times 10^{-2}$	$e_u$ $e_c$ $d_{10} = 0.85$ mm  max Proctor $\gamma_d = 1.98$ t/m <sup>3</sup> $w = 13.4\%$
12.1	1.763	$7.08 \times 10^{-2}$	
13.48	1.766	$6.73 \times 10^{-2}$	
13.78	1.786	$6.58 \times 10^{-2}$	
14.04	1.793	$5.51 \times 10^{-2}$	
14.45	1.815	$5.22 \times 10^{-2}$	
14.85	1.773	$8.35 \times 10^{-2}$	

#### échantillon 2

% H <sub>2</sub> O	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	k (cm/s)	Caractéristiques
12.52	1.710	$5.32 \times 10^{-2}$	$e_u = 25$ $e_c = 6.25$ $d_{10} = 0.20$ mm  max Proctor $\gamma_d = 1.785$ $w = 16.2\%$
13.28	1.732	$4.62 \times 10^{-2}$	
14.96	1.758	$3.88 \times 10^{-2}$	
15.08	1.761	$3.87 \times 10^{-2}$	
15.87	1.79	$3.12 \times 10^{-2}$	
16.12	1.765	$7.00 \times 10^{-2}$	
16.29	1.752	$6.73 \times 10^{-2}$	
17.28	1.702	$7.87 \times 10^{-2}$	

## échantillon 3

% eau	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	k (cm/s)	Caractéristiques
10.57	1.500	$5.4 \times 10^{-2}$	$e_u = 27.94$ $e_c = 3.58$ $d_{10} = 0.17$ mm Max Proctor $\gamma_d = 1.600$ t/m <sup>3</sup> $w = 12.20\%$
11.20	1.548	$4.52 \times 10^{-2}$	
11.57	1.581	$4.42 \times 10^{-2}$	
12.10	1.647	$2.91 \times 10^{-2}$	
14.48	1.607	$3.30 \times 10^{-2}$	
15.42	1.560	$5.97 \times 10^{-2}$	
15.83	1.479	$8.23 \times 10^{-2}$	

## échantillon 4

% eau	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	k (cm/s)	Caractéristiques
15.3	1.692	$1.35 \times 10^{-3}$	$e_u = 15$ $\gamma_d = 1.800$ $e_c = 1.91$ $w = 18\%$ $d_{10} = 0.14$
16.67	1.782	$2.54 \times 10^{-4}$	
17.68	1.794	?	

## échantillon 5

% eau	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	k (cm/s)	Caractéristiques
10.53	1.581	$3.20 \times 10^{-2}$	$e_u = 13.67$ $e_c = 3.25$ $d_{10} = 0.30$ mm Max Proctor $\gamma_d = 1.78$ t/m <sup>3</sup> $w = 16\%$
13.47	1.725	$2.69 \times 10^{-2}$	
14.94	1.770	$2.56 \times 10^{-2}$	
15.12	1.773	$2.54 \times 10^{-2}$	
15.61	1.711	$2.6 \times 10^{-2}$	
16.07	1.638	$2.64 \times 10^{-2}$	
16.52	1.584	$3.26 \times 10^{-2}$	

A3-4 Tableaux de corrélation des résultats

échantillon 1

8.5	$K (10^2)$	$R_d$	$K R_d$	$K R_d^2$	$K R_d^3$
	7.76	1.758	0.14	0.24	0.42
	7.08	1.763	0.12	0.22	0.39
	6.73	1.766	0.12	0.21	0.37
	6.58	1.786	0.12	0.21	0.37
	5.51	1.793	0.10	0.18	0.32
5.22	1.815	0.09	0.17	0.32	
moyenne 0.205					

échantillon 2

5.0	$K (10^2)$	$R_d$	$K R_d$	$K R_d^2$	$K R_d^3$
	5.32	1.71	0.09	0.16	0.27
	4.67	1.732	0.08	0.14	0.24
	3.88	1.758	0.07	0.12	0.21
	3.87	1.761	0.07	0.12	0.21
3.12	1.79	0.06	0.10	0.18	
moyenne 0.128					

échantillon 3

4.75	$K (10^2)$	$R_d$	$K R_d$	$K R_d^2$	$K R_d^3$
	5.4	1.500	0.08	0.12	0.18
	4.52	1.548	0.07	0.11	0.17
	4.42	1.581	0.07	0.11	0.17
2.91	1.647	0.05	0.08	0.13	
moyenne 0.105					

## échantillon 5

$k (10^{-2})$	$\gamma_d$	$k\gamma_d$	$k\gamma_d^2$	$k\gamma_d^3$	$Cu d_{10}$
3.20	1.581	0.05	0.08	0.13	
2.68	1.725	0.05	0.08	0.14	4.10
2.55	1.770	0.04	0.08	0.14	
2.54	1.773	0.04	0.08	0.14	

moyenne 0.08

— A 3.5 —

Résultats des mesures et Calculs

## ESSAI DE COMPACTAGE

PROJET: Perméabilité des sols latéritiques

EMPLACEMENT: E.P.T ESSAI No: 1

CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU

DESCRIPTION: Latérite

PROVENANCE: THIES

REMARQUES: présence de matières organiques (racines et feuilles mortes)

ESSAI PAR: \_\_\_\_\_ LE: \_\_\_\_\_ CALCULÉ PAR: \_\_\_\_\_ LE: \_\_\_\_\_ VÉRIFIÉ PAR: \_\_\_\_\_ LE: 04-12-84

NORMES A.S.T.M. POUR ESSAI PROCTOR	MÉTHODE	MOULE			$\gamma_t = Wt \times \frac{1000}{V}$	ESSAI STANDARD (A.S.T.M. D 698) MARTEAU DE 2.5 kg - CHUTE DE 30.5 cm			ESSAI MODIFIÉ (A.S.T.M. D 1557) MARTEAU DE 4.5 kg - CHUTE DE 45.7 cm		
		Ø cm	VOLUME cm <sup>3</sup>			POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE	POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE
A	NO 4	10.2	943,89	1,059 442	2,5 kg	3	25	3,0 kg	5	25	
B	NO 4	15.2	2123,76	0,470 876	6,5 kg	3	56	7,5 kg	5	56	
C	3/4"	10.2	943,89	1,059 442	4,5 kg	3	25	5,5 kg	3	25	
D	3/4"	15.2	2123,76	0,470 876	10,0 kg	3	56	11,5 kg	3	56	

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ESSAI

ESSAI STD.  MOD.  MÉTHODE: \_\_\_\_\_

% RETENU SUR TAMIS <sup>19 mm (3/4")</sup> NO 4: \_\_\_\_\_

MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ - VOLUME: \_\_\_\_\_

POIDS DU MARTEAU: \_\_\_\_\_ - HAUTEUR DE CHUTE: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_

TYPE D'ESSAI: \_\_\_\_\_

TAMIS DE RÉFÉRENCE: \_\_\_\_\_ % RETENU: \_\_\_\_\_

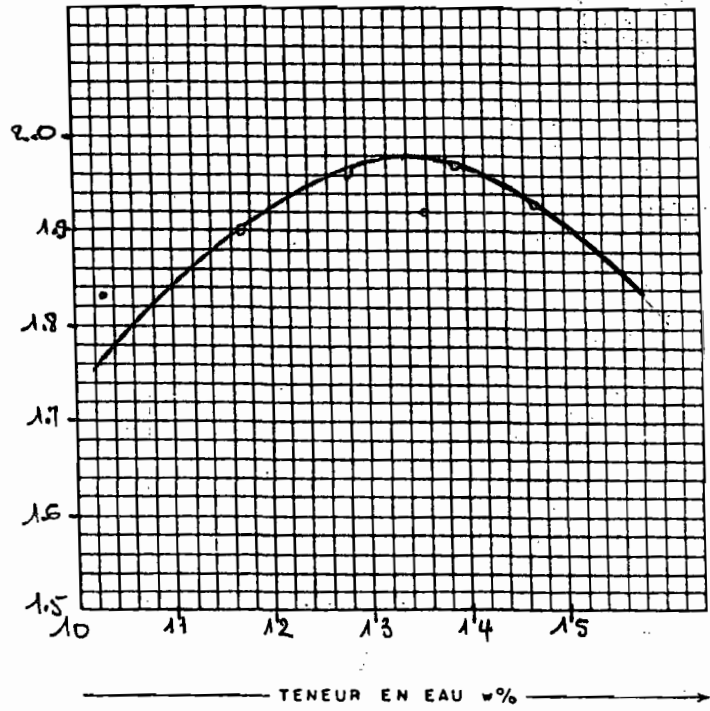
MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ VOLUME: \_\_\_\_\_

PISTON: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ PRESSION: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_

POIDS UNITAIRE SEC  $\gamma_d$  en  $t/m^3$



### RÉSULTATS DE L'ESSAI

$\gamma_d$  maximum = 1.98  $t/m^3$  - w% optimum = 13.4

POIDS UNITAIRES	ESSAI NO	% approximatif d'eau ajoutée	1	2	3	4	5	6
		POIDS DU SOL HUMIDE + MOULE	W1 (kg)	9.821	7.538	7.336	7.287	7.463
	POIDS DU MOULE	TARE (kg)	5.527	2.774	-	-	-	-
	POIDS DU SOL HUMIDE	W1 - TARE + WT (kg)	4.294	4.764	4.622	4.513	4.689	4.638
	POIDS UNITAIRE TOTAL	$Wt \times (\frac{1000}{V})$ $\gamma_t$ ( $t/m^3$ )						
	POIDS UNITAIRE SEC	$\gamma_t / (1.0 + (w\% / 100)) = \gamma_d$ ( $t/m^3$ )	1.83	1.97	1.92	1.90	1.96	1.93

TENEURS EN EAU	RÉCIPIENT NO	1	2	3	4	5	6	
		POIDS DU RÉCIPIENT	TARE (g)	239.8	230.3	250.0	140.0	140.1
	POIDS DU SOL HUMIDE + RÉCIPIENT	W1 (g)	785.1	806.4	948.2	908.5	1039.5	1067.5
	POIDS DU SOL SEC + RÉCIPIENT	W2 (g)	734.3	736.2	864.8	827.9	937.2	951.2
	POIDS DE L'EAU	W1 - W2 + Ww (g)	50.8	70.2	83.4	80.6	102.3	116.7
	POIDS DU SOL SEC	W2 - TARE + Ws (g)	494.5	505.9	614.8	687.9	797.1	811.7
	TENEUR EN EAU	$(Ww / Ws) \times 100 = w\%$	10.3	13.9	13.6	11.7	12.8	14.7

M.B. AVRIL 85

LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE		ASTM D 422
ANALYSE GRANULOMETRIQUE		
IDENTIFICATION <u>Sabote de THIES</u>		
Echantillon prélevé à <u>THIES</u>	Manipulateur <u>A.D.</u>	
Calculé _____		Date <u>08-12-84</u>

POIDS TOTAL DE L'ÉCHANTILLON REÇU AU LABORATOIRE & W% NATURELLE  
 Récepteur no.: \_\_\_\_\_ Sol humide + tare = \_\_\_\_\_ g ; Sol sec + tare = \_\_\_\_\_ g  
 Poids de l'eau = \_\_\_\_\_ g ; Tare = \_\_\_\_\_ g ; Poids sol sec = \_\_\_\_\_ g ; W% = \_\_\_\_\_  
 % de particules plus grandes que 150 mm (6 po.) = \_\_\_\_\_

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE (si différente du poids total)	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU	% DU SOL PASSANT	
	pouces (mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ
Récepteur no.: _____	3" (75)						
Sol + tare = <u>3891.9 g</u>	2" (50)						
Tare = <u>1510.4 g</u>	1 1/2" (37,5)						
Sol sec = <u>2381.5 g</u>	1 (25)						
<u>SÉCHAGE</u>	<del>3/4" (19)</del> 1/2" (13)		23.3	23.3	0.98	99.02	99.02
<input type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four	3/8" (9,5)		667.1	690.4	28.99		71.01
Remarques _____	# 4 (4,75)		803.9	1494.3	62.75		37.25
ECHANTILLON <u>①</u>	RÉSIDU					<u>PERTES</u>	
						POIDS = _____ g ; % = _____	

RAYEZ LES TAMIS NON UTILISÉS

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU	% DU SOL PASSANT	
	Numéro (D mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ
Récepteur no.: _____	# 4 (4,75)						
Sol + tare = _____ g	<del># 8 (2,36)</del> # 10 (2,00)		618	2112.3	88.70		11.30
Tare = _____ g	<del># 16 (1,18)</del> # 20 (0,85)		100.2	2212.5	92.90		7.10
Sol sec = _____ g	# 30 (0,60) # 40 (0,42)		44.4	2256.9	94.77		5.23
<u>SÉCHAGE</u>	# 50 (0,30) # 60 (0,25)		31.4	2288.3	96.09		3.91
<input type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four	<del># 100 (0,15)</del> # 140 (0,106)		47.5	2335.8	98.08		1.92
<u>TAMISAGE</u>	# 200 (0,075)		23.8	2359.6	99.08		0.92
<input type="checkbox"/> à sec <input type="checkbox"/> lavage	RÉSIDU		19	2378.6		<u>PERTES</u>	
<u>SÉDIMENTOMÉTRIE</u>						Poids = <u>2.9 g</u> ; % = <u>0.12</u>	
<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non							

REMARQUES (couleur sec-humide, forme des grains, matières organiques, W% nat., etc.)

DESCRIPTION NORMALISÉE : voir rapport



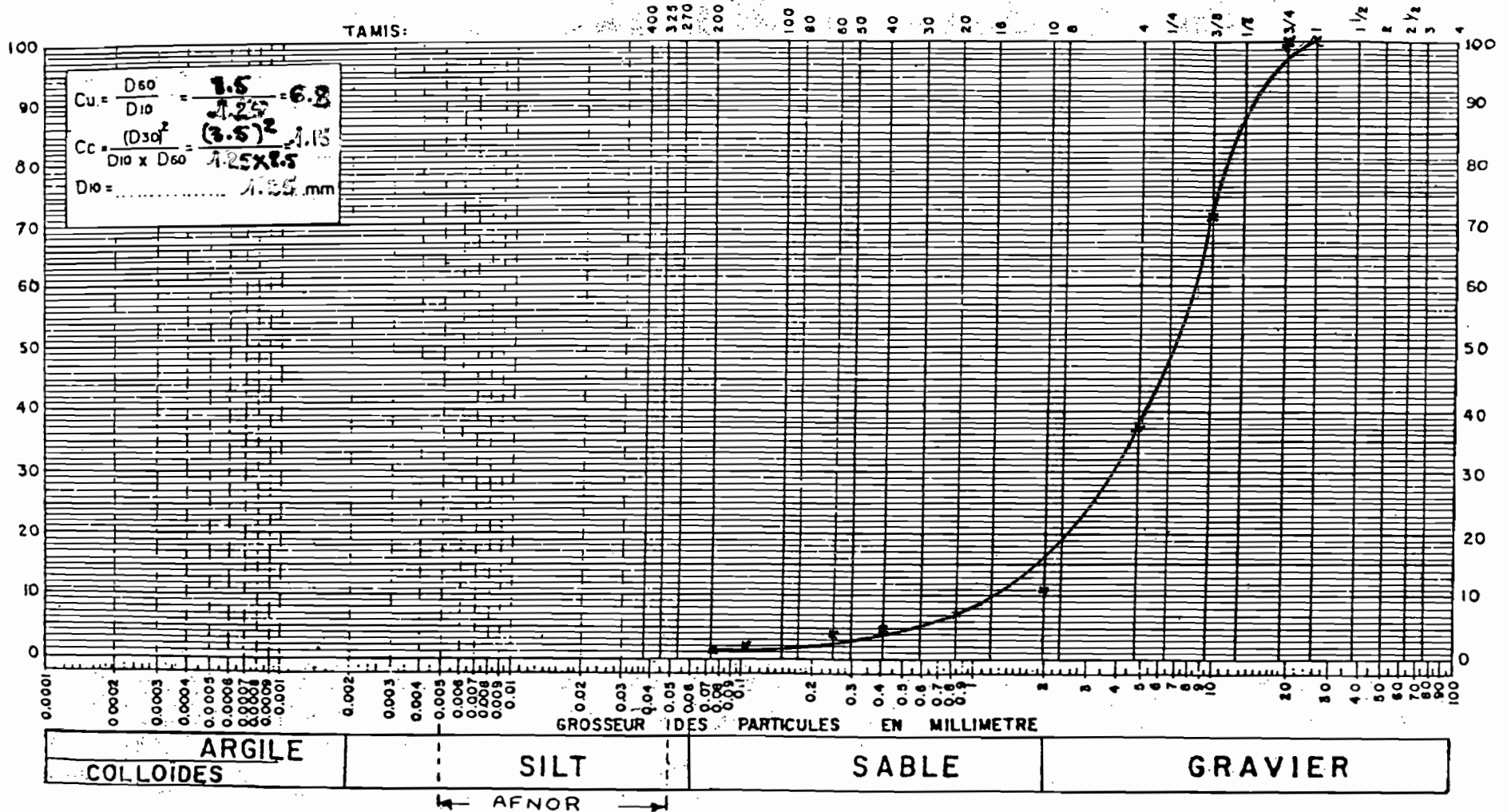
école polytechnique de thiès

Boite Postale 10, Thiès, République du Sénégal

DATE 10-12-84

ECHANTILLON NO. 1

COURBE GRANULOMETRIQUE



Description : \_\_\_\_\_  
 Remarques : \_\_\_\_\_



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 1.1 Date 11-12-87Dimensions de l'échantillon. diam. 13.973 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4000 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30291 gPoids du sol 8991 gteneur en eau 11.53 %densité sèche  $\gamma_d$  1.758 t/m<sup>3</sup>déniivellation  $h$  72 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	16.16	500	24
2	16.18	-	-
3	16.14	-	-
4	16.16	-	-
Moyenne	16.16	500	24

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{500 \times 30}{151.158 \times 72 \times 16.16} = 8.53 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.9097$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 7.76 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

# ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

## Perméabilité des sols latéritiques

### Feuille de mesures

Essai No 1-2 Date 15-12-88

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres ..... 4000 g

Poids de la cellule ..... 17400 g

Poids cellule + sol + filtres ..... 30862 g

Poids du sol ..... 8962 g

teneur en eau ..... 12.1 %

densité sèche  $\gamma_d$  ..... 1.763 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  ..... 70.5 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	17.50	500	25
2	17.80		
3	17.68	-	-
4	17.74	-	-
Moyenne	17.68	500	25

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{500 \times 30}{151.158 \times 70.5 \times 17.68} = 7.96 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8993$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 7.08 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

Perméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 1-3 Date 18-12-84Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4000 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30488 gPoids du sol 9088 gteneur en eau 13.48 %densité sèche  $\gamma_d$  1.766 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  69.5 cm

Test No	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °c
1	18.40	500	26
2	18.50		
3	18.42	-	-
4	18.44	-	-
Moyenne	18.44	500	26

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{500 \times 30}{151.158 \times 69.5 \times 18.44} = 7.74 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8694$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 6.73 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

# ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

## Perméabilité des sols latéritiques

### Feuille de mesures

Essai No 1-2 Date 22-12-84

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4059 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30674 g

Poids du sol 9215 g

teneur en eau 13.78 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.786 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  69 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	19.38	500	25
2	19.67		
3	19.33	-	.
4	19.38	.	.
Moyenne	19.44	500	25

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{500 \times 90}{151.158 \times 69 \times 19.44} = 7.40 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.9893$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 6.58 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 1-5 Date 02-01-85Dimensions de l'échantillon: diam. 13.813 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4059 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30731 gPoids du sol 9272 gteneur en eau 14.04 %densité sèche  $\gamma_d$  1.793 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  84.5 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	26.56	700	25
2	26.40	-	-
3	26.62	-	-
4	26.63	-	-
Moyenne	26.55	700	25

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{500 \times 30}{151.158 \times 84.5 \times 26.55} = 6.19 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8893$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 5.51 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 1-6 Date 04-01-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4059 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30879 gPoids du sol 9420 gteneur en eau 14.45 %densité sèche  $\gamma_d$  1.815 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  74 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	30.02	700	26
2	31.29	-	-
3	32.40	-	-
4	31.37	-	-
Moyenne	31.27	700	26

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 74 \times 31.27} = 6.00 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8694$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 5.22 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 1-7 Date 07-01-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4059 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30693 gPoids du sol 9234 gteneur en eau 14.85 %densité sèche  $\gamma_d$  1.773 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  71 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	19.89	700	26
2	20.26	-	-
3	20.90	-	-
4	20.45	-	-
Moyenne	20.38	700	26

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 71 \times 20.38} = 9.60 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8694$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 8.35 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

## ESSAI DE COMPACTAGE

PROJET: <u>Perméabilité des sols latéritiques</u>	
EMPLACEMENT: <u>E.P.T</u>	ESSAI No: <u>2.</u>
CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU	DESCRIPTION: <u>Latérite</u> PROVENANCE: <u>THIES</u> REMARQUES: <u>présence de matières organiques (racines et feuilles mortes)</u>
ESSAI PAR: _____ LE: _____	CALCULÉ PAR: _____ LE: _____ VÉRIFIÉ PAR: _____ LE: <u>08-01-85</u>

NORMES A.S.T.M. POUR ESSAI PROCTOR	MÉTHODE	MOULE			$\gamma_T = W_T \times \frac{1000}{V}$	ESSAI STANDARD (A.S.T.M. D 698)			ESSAI MODIFIÉ (A.S.T.M. D 1557)		
		ESSAI SUR MATÉRIAU PASSANT LE TAMIS:	$\phi$ cm	VOLUME cm <sup>3</sup>		MARTEAU DE 2.5 kg - CHUTE DE 30.5 cm			MARTEAU DE 4.5 kg - CHUTE DE 45.7 cm		
		A	B	C		POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE	POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE
	NO 4	10.2	943,89	1,059 442	2,5 kg	3	25	3,0 kg	5	25	
	NO 4	15.2	2123,76	0,470 876	6,5 kg	3	56	7,5 kg	5	56	
	3/4"	10.2	943,89	1,059 442	4,5 kg	3	25	5,5 kg	5	25	
	3/4"	15.2	2123,76	0,470 876	10,0 kg	3	56	11,5 kg	5	56	

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ESSAI

EFFORTS DYNAMIQUES (VOIR NORMES A.S.T.M.)

ESSAI STD.  MOD.  MÉTHODE: \_\_\_\_\_

% RETENU SUR TAMIS <sup>19 mm</sup> (3/4") NO 4: \_\_\_\_\_

MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ - VOLUME: \_\_\_\_\_

POIDS DU MARTEAU: \_\_\_\_\_ - HAUTEUR DE CHUTE: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_

PRESSIONS STATIQUES (SUIVANT NORMES)

TYPE D'ESSAI: \_\_\_\_\_

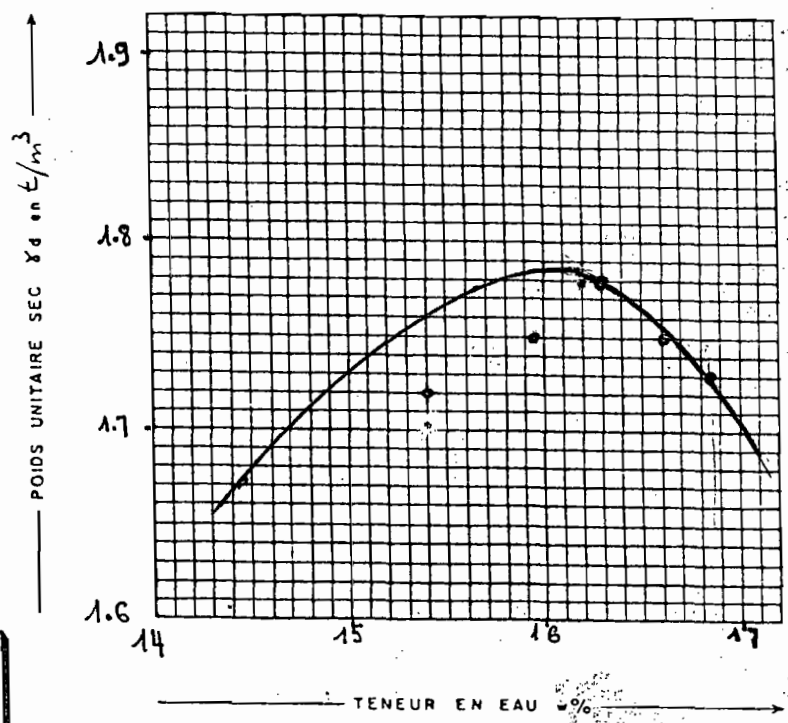
TAMIS DE RÉFÉRENCE: \_\_\_\_\_ % RETENU: \_\_\_\_\_

MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ VOLUME: \_\_\_\_\_

PISTON: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ PRESSION: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_



### RÉSULTATS DE L'ESSAI

$\gamma_d$  maximum = 1.785 t/m<sup>3</sup> - w% optimum = 16.2

POIDS UNITAIRES	ESSAI NO	% approximatif d'eau ajoutée	1	2	3	4	5	6
		POIDS DU SOL HUMIDE + MOULE	W1 (kg)	3.870	3.940	3.977	4.017	3.986
	POIDS DU MOULE	TARE (kg)	2.063	-	-	-	-	-
	POIDS DU SOL HUMIDE	W1 - TARE = WT (kg)	1.807	1.877	1.914	1.954	1.923	1.906
	POIDS UNITAIRE TOTAL	$W_T \times \left(\frac{100}{1+w\%}\right) \gamma_T$ (t/m <sup>3</sup> )	1.914	1.988	2.028	2.070	2.037	2.019
	POIDS UNITAIRE SEC	$\gamma_T / 1.0 + (w\% / 100) = \gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.672	1.723	1.749	1.78	1.746	1.728

TENEURS EN EAU	RÉCIPIENT NO	1	2	3	4	5	6	
	POIDS DU RÉCIPIENT	TARE (g)	55.27	55.70	55.17	54.26	54.58	54.04
	POIDS DU SOL HUMIDE + RÉCIPIENT	W1 (g)	558.90	610.05	559.20	623.66	595.72	660.96
	POIDS DU SOL SEC + RÉCIPIENT	W2 (g)	495.30	536.07	489.90	543.90	518.56	573.44
	POIDS DE L'EAU	W1 - W2 = Ww (g)	63.6	73.93	69.3	79.76	77.16	87.52
	POIDS DU SOL SEC	W2 - TARE = Ws (g)	440.03	480.37	434.74	489.64	463.98	519.40
	TENEUR EN EAU	$(Ww / Ws) \times 100 = w\%$	14.45	15.40	15.94	16.29	16.63	16.85



**ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

ASTM  
D 422

IDENTIFICATION Latérite de THIES

Echantillon prélevé à THIES Manipulateur A. D

Calculé \_\_\_\_\_ Date 1

POIDS TOTAL DE L'ÉCHANTILLON REÇU AU LABORATOIRE & W% NATURELLE

Récipient no.: \_\_\_\_\_ Sol humide + tare = 1571 g ; Sol sec + tare = 1547 g

Poids de l'eau = \_\_\_\_\_ g ; Tare = 241 g ; Poids sol sec = 1306 g ; W% = 1.84

% de particules plus grandes que 150 mm (6 po.) = \_\_\_\_\_

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE (si différente du poids total)	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU		% DU SOL PASSANT	
	pouces (mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ
Récipient no.: _____ Sol + tare = <u>8242</u> g Tare = <u>1512</u> g Sol sec = <u>6730</u> g	3"	(75)						
	2"	(50)						
	1 1/2"	(37,5)						
	1	(25)						
<b>SÉCHAGE</b> <input checked="" type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four	3/4"	(19)   1/2" (13)	0	0	0	100	100	
Remarques _____	3/8"	(9,5)	680	680	10.10	89.90	89.90	
<b>ECHANTILLON ②</b>	# 4	(4,75)	2418	3098	46.03	53.97	53.97	
	RÉSIDU		3536	6634	<b>PERTES</b> Poids = <u>96</u> g ; % = <u>1.43</u>			

RAYEZ LES TAMIS NON UTILISÉS

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU		% DU SOL PASSANT	
	Numéro (D mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ
Récipient no.: _____ Sol + tare = <u>621.00</u> g Tare = <u>250.08</u> g Sol sec = <u>370.92</u> g	# 4	(4,75)						
<b>SÉCHAGE</b> <input checked="" type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four	<del># 8</del>	<del>(2,36)</del>   <del># 10</del> (2,00)	<del>198.50</del>	<del>198.50</del>	<del>53.52</del>	<del>46.48</del>	<del>25.08</del>	
<b>TAMISAGE</b> <input checked="" type="checkbox"/> à sec <input type="checkbox"/> lavage	<del># 16</del>	<del>(1,18)</del>   <del># 20</del> (0,85)	<del>44.92</del>	<del>243.42</del>	<del>65.63</del>	<del>34.37</del>	<del>18.55</del>	
<b>SÉDIMENTOMÉTRIE</b> <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	<del># 30</del>	<del>(0,60)</del>   <del># 40</del> (0,42)	<del>25.39</del>	<del>268.81</del>	<del>72.47</del>	<del>27.53</del>	<del>14.86</del>	
	<del># 50</del>	<del>(0,30)</del>   <del># 60</del> (0,25)	<del>21.06</del>	<del>289.87</del>	<del>78.15</del>	<del>21.85</del>	<del>11.79</del>	
	<del># 100</del>	<del>(0,15)</del>   <del># 140</del> (0,106)	<del>32.18</del>	<del>322.05</del>	<del>86.82</del>	<del>13.18</del>	<del>7.11</del>	
	# 200	(0,075)	13.87	335.92	90.56	9.44	5.09	
	RÉSIDU		33.09	369.01	<b>PERTES</b> Poids = _____ g ; % = _____			

REMARQUES (couleur sec-humide, forme des grains, matières organiques, W% nat., etc..)

DESCRIPTION NORMALISÉE : voir rapport

M.B. JUNI 1985



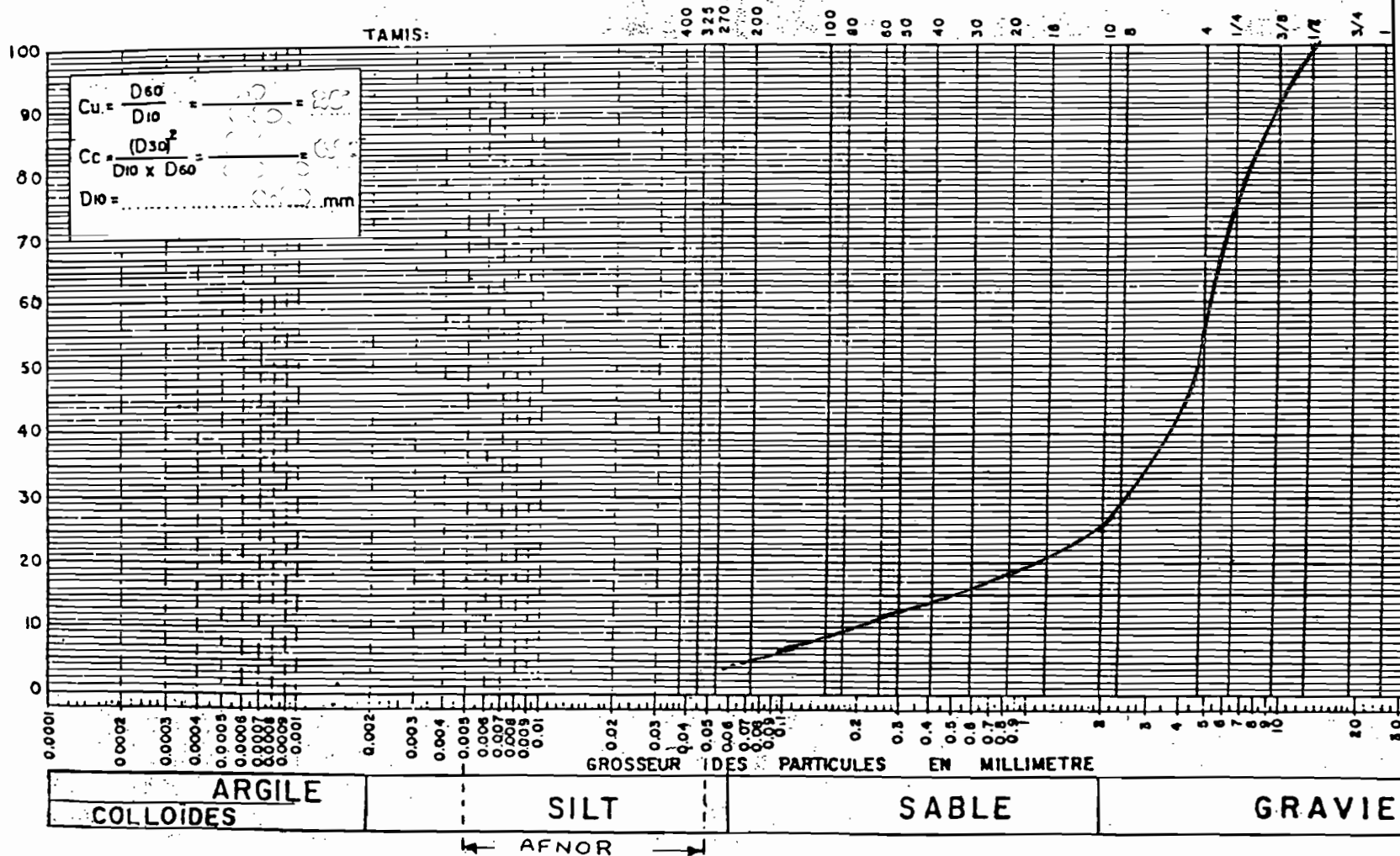
# école polytechnique de thies

Boite Postale 10, Thies, République du Sénégal

DATE 2023-03-28

ECHANTILLON

## COURBE GRANULOMETRIQUE



Description : \_\_\_\_\_

Satélite de THIES

Remarques : \_\_\_\_\_

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesures

Essai No 2-1 Date 17-01-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4.159 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30284 g

Poids du sol 8725 g

teneur en eau 12.52 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.710 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  65 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	44.39	900	26.5
2	44.37	-	-
3	44.40	-	-
4	44.38	-	-
5	44.51	-	-
Moyenne	44.41	900	26.5

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{900 \times 30}{151.158 \times 65 \times 44.41} = 6.19 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8588$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 5.32 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

# ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

## Perméabilité des sols latéritiques

### Feuille de mesures

Essai No 2.2 Date 20-01-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.813 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4059 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30356 g

Poids du sol 8897 g

teneur en eau 13.28 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.732 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  71.5 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	45.52	900	27
2	45.88		
3	45.42	-	-
4	45.60		
5	45.43		
6	45.63		
Moyenne	45.48	900	27

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{900 \times 30}{151.158 \times 71.5 \times 45.48}$$

$$5.49 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.9502.$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 4.67 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 2.3 Date 23.01.85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.813 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4059 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30615 gPoids du sol 9156 gteneur en eau 14.86 %densité sèche  $\gamma_d$  1.758 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  73 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	54.76	900	26
2	54.85		
3	54.87	-	-
4	54.84	-	-
Moyenne	54.83	900	26

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{900 \times 30}{151.158 \times 73 \times 54.83} = 4.46 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8694$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 3.88 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

# ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

## Perméabilité des sols latéritiques

### Feuille de mesures

Essai No 2.4 Date 25.01.85

Dimensions de l'échantillon: diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4059 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30649 g

Poids du sol 9190 g

teneur en eau 15.08 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.761 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  79 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	51.90	900	25
2	52.01	-	-
3	51.97	-	-
Moyenne	51.96	900	25

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{900 \times 30}{151.158 \times 79 \times 51.96}$$

$$4.35 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8893$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 3.87 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

Perméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 2.5 Date 26-01-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4059 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30864 gPoids du sol 9405 gteneur en eau 15.87 %densité sèche  $\gamma_d$  1.790 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  84 cm

Test No.	t (sec.)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	46.60	700	25.5
2	46.61	-	-
3	46.65	-	-
Moyenne	46.62	700	25.5

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 84 \times 46.62} = 3.55 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.9794$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 3.42 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

# ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

## Perméabilité des sols latéritiques

### Feuille de mesures

Essai No 2-6 Date 29-01-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4059 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30689 g

Poids du sol 9230 g

teneur en eau 16.18 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.752 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  82.5 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	26.24	300	26
2	26.02	-	-
3	27.28	-	-
4	27.40	-	-
5	27.52	-	-
Moyenne	26.89	300	26

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{300 \times 30}{151.158 \times 82.5 \times 26.89} = 8.05 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8694$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 7.00 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesures

Essai No 2.7 Date 01-02-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4059 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30698 g

Poids du sol 9239 g

teneur en eau 16.29 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.752 t/m<sup>3</sup>

dénivellation h 75 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	29.91	900	27
2	30.68		
3	29.10	-	-
4	31.68	-	-
5	29.31	-	-
6	29.79	-	-
Moyenne	30.09	900	27

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{900 \times 30}{151.158 \times 75 \times 30.09} = 7.91 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8502$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 6.73 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

Perméabilité des sols latéritiques

Feuille de mesures

Essai No 2-8 Date 05-02-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4059 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30611 g

Poids du sol 9052 g

teneur en eau 17.28 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.702 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  69.5 cm.

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	29.83	300	25
2	29.68		
3	29.20	-	-
4	29.67		
5	30.79	-	-
6	29.15		
Moyenne	29.05	300	25

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{300 \times 30}{151.157 \times 69.5 \times 29.05} = 8.85 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8895$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 7.87 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

# école polytechnique de thies

82

## ESSAI DE COMPACTAGE

PROJET: Perméabilité des sols latéritiques

EMPLACEMENT: E.P.T ESSAI No: 3

CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU: DESCRIPTION: Satérite  
 PROVENANCE: THIES.  
 REMARQUES: présence de matières organiques (racines et feuilles mortes)

ESSAI PAR: LE: CALCULÉ PAR: LE: VÉRIFIÉ PAR: LE: 07-02

NORMES A.S.T.M. POUR ESSAI PROCTOR	MÉTHODE	MOULE			ESSAI STANDARD (A.S.T.M. D 698) MARTEAU DE 2.5 kg - CHUTE DE 30.5 cm	ESSAI MODIFIÉ (A.S.T.M. D 1557) MARTEAU DE 4.5 kg - CHUTE DE 45.7 cm					
		ESSAI SUR MATÉRIAU PASSANT LE TAMIS:	Ø cm	VOLUME cm <sup>3</sup>		POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE	POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE
A	NO 4	10.2	943,89	1,059 442	2,5 kg	3	25	3,0 kg	5	25	
B	NO 4	15.2	2123,76	0,470 876	6,5 kg	3	56	7,5 kg	5	56	
C	3/4"	10.2	943,89	1,059 442	4,5 kg	3	25	5,5 kg	5	25	
D	3/4"	15.2	2123,76	0,470 876	10,0 kg	3	56	11,5 kg	5	56	

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ESSAI

EFFORTS DYNAMIQUES (VOIR NORMES A.S.T.M.)

ESSAI STD.  MOD.  MÉTHODE: \_\_\_\_\_

% RETENU SUR TAMIS <sup>19 mm</sup> (3/4") NO 4: \_\_\_\_\_

MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ - VOLUME: \_\_\_\_\_

POIDS DU MARTEAU: \_\_\_\_\_ - HAUTEUR DE CHUTE: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_

PRESSIONS STATIQUES (SUIVANT NORMES)

TYPE D'ESSAI: \_\_\_\_\_

TAMIS DE RÉFÉRENCE: \_\_\_\_\_ % RETENU: \_\_\_\_\_

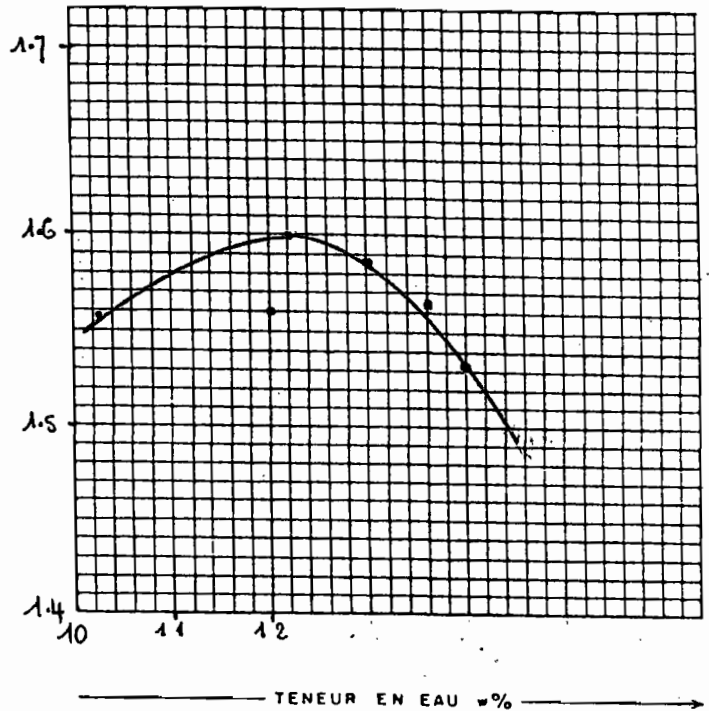
MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ VOLUME: \_\_\_\_\_

PISTON: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ PRESSION: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_

POIDS UNITAIRE SEC  $\gamma_d$  en t/m<sup>3</sup>



### RÉSULTATS DE L'ESSAI

$\gamma_d$  maximum = \_\_\_\_\_ t/m<sup>3</sup> - w% optimum = \_\_\_\_\_

POIDS UNITAIRES	ESSAI NO	% approximatif d'eau ajoutée	1	2	3	4	5	6
		POIDS DU SOL HUMIDE + MOULE	W1 (kg)	3.85	3.712	3.743	3.712	
	POIDS DU MOULE	TARE (kg)	0.93					
	POIDS DU SOL HUMIDE	W1 - TARE = WT (kg)		1.649	1.680			
	POIDS UNITAIRE TOTAL	$W_T \times (\frac{1000}{V}) = \gamma_T$ (t/m <sup>3</sup> )		1.747	1.747			
	POIDS UNITAIRE SEC	$\gamma_T / 1.0 + (w\% / 100) = \gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )		1.649	1.680			

TENEURS EN EAU	RÉCIPIENT NO	1	2	3	4	5	6	
	POIDS DU RÉCIPIENT	TARE (g)						
	POIDS DU SOL HUMIDE + RÉCIPIENT	W1 (g)						
	POIDS DU SOL SEC + RÉCIPIENT	W2 (g)						
	POIDS DE L'EAU	W1 - W2 = Ww (g)						
	POIDS DU SOL SEC	W2 - TARE = Ws (g)						
	TENEUR EN EAU	$(Ww / Ws) \times 100 = w\%$						

M.B. - AVRIL 85

LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE		ASTM D 422
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE</b>		
IDENTIFICATION <u>Sabote de THIES</u>		
Echantillon prélevé à	<u>THIES</u>	Manipulateur <u>A.D.</u>
_____ Calculé _____		Date <u>12-02-85</u>

POIDS TOTAL DE L'ÉCHANTILLON REÇU AU LABORATOIRE & W% NATURELLE  
 Récepteur no.: \_\_\_\_\_ Sol humide + tare = \_\_\_\_\_ g ; Sol sec + tare = \_\_\_\_\_ g  
 Poids de l'eau = \_\_\_\_\_ g ; Tare = \_\_\_\_\_ g ; Poids sol sec = \_\_\_\_\_ g ; W% = \_\_\_\_\_  
 % de particules plus grandes que 150 mm (6 po.) = \_\_\_\_\_

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE (si différente du poids total)	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU	% DU SOL PASSANT		
	pouces (mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ	
Récepteur no.: _____ Sol + tare = <u>7637</u> g Tare = <u>1510</u> g Sol sec = <u>6127</u> g  SÉCHAGE <input checked="" type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four  Remarques _____ ECHANTILLON <b>(3)</b>	3"	(75)						
	2"	(50)						
	1 1/2"	(37,5)						
	1	(25)						
	3/4"	(19)	1/2"	(13)				
	3/8"	(9,5)	0	0	0	100	100	
	# 4	(4,75)	2428	2428	39.63	60.37	60.37	
	RÉSIDU			3567	5995	PERTES		
						POIDS = _____ g ; % = _____		

RAYEZ LES TAMIS NON UTILISÉS

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU	% DU SOL PASSANT		
	Numéro (D mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ	
Récepteur no.: _____ Sol + tare = <u>1040</u> g Tare = _____ g Sol sec = _____ g  SÉCHAGE <input type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four  TAMISAGE <input type="checkbox"/> à sec <input type="checkbox"/> lavage  SÉDIMENTOMÉTRIE <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	# 4	(4,75)						
	# 8	(2,36)	# 10	(2,00)	222.77	222.77	51.1	
	# 16	(1,18)	# 20	(0,85)	58.71	280.88		
	# 30	(0,60)	# 40	(0,42)	33.33	314.21		
	# 50	(0,30)	# 60	(0,25)	27.82	342.03		
	# 100	(0,15)	# 140	(0,106)	36.4	378.43		
	# 200	(0,075)			16.66	395.09		
	RÉSIDU					PERTES		
						Poids = _____ g ; % = _____		

REMARQUES (couleur sec-humide, forme des grains, matières organiques, W% nat., etc.)

DESCRIPTION NORMALISÉE :



# école polytechnique de thiès

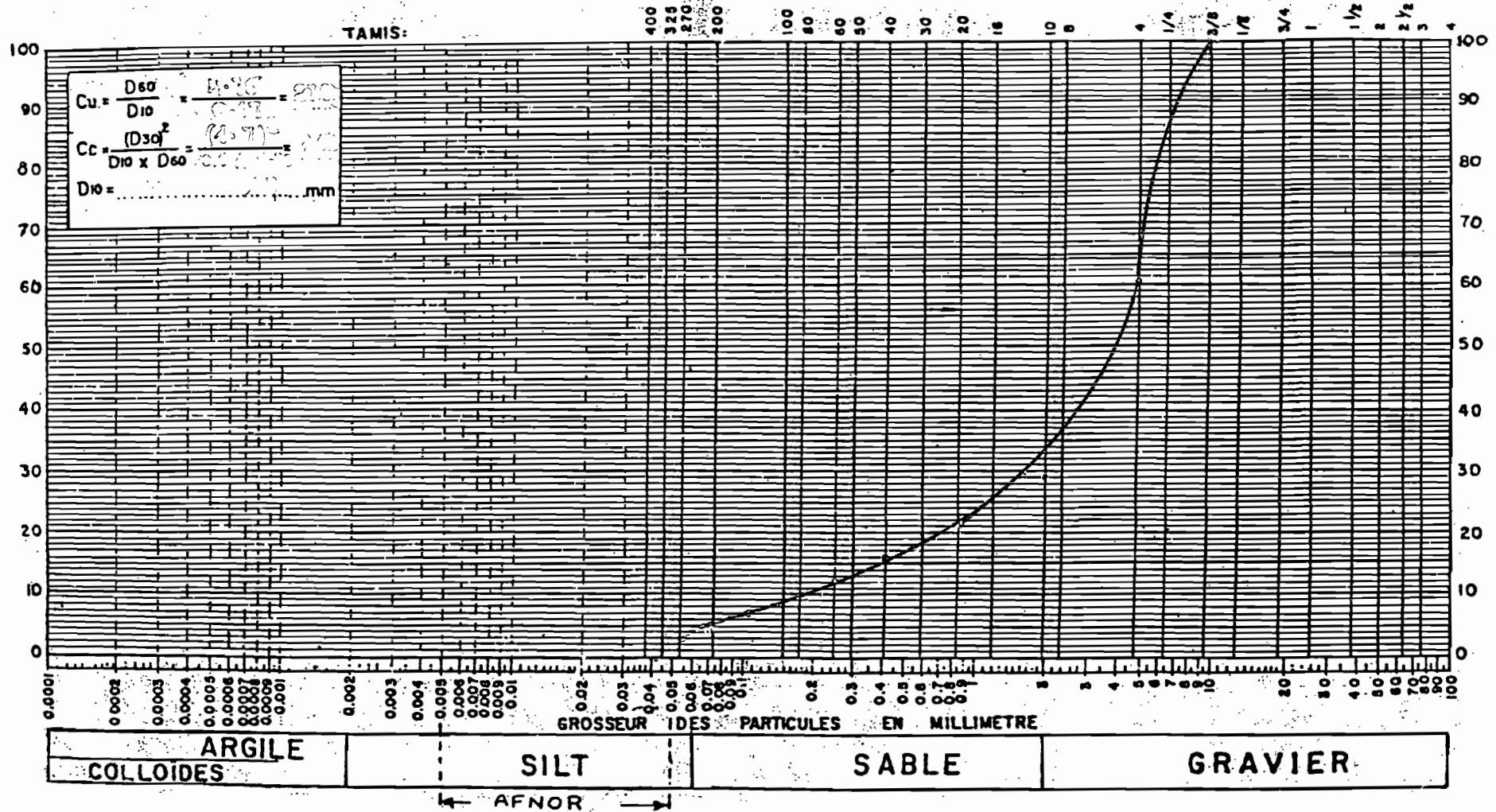
Boite Postale 10, Thiès, République du Sénégal

18

DATE \_\_\_\_\_

ECHANTILLON NO. 3

## COURBE GRANULOMETRIQUE



Description : Sabotite de THIES

Remarques : \_\_\_\_\_

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 3-1 Date 14-02-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4077 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 28938 gPoids du sol 7521 gteneur en eau 10.57 %densité sèche  $\gamma_d$  1.500 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  70 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	32.02	700	26
2	32.02	-	-
3	32.02	-	-
4	32.02	-	-
Moyenne	32.02	700	26

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{9000}{151.158 \times 70 \times 32.02} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8894$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 6.99 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 3.2 Date 17-02-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4071 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 29277 gPoids du sol 7806 gteneur en eau 11.20 %densité sèche  $\gamma_d$  1.548 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  94 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	28.57	700	26
2	28.20		
3	28.46	-	-
4	28.58	-	-
5	28.40	-	-
6	28.44	-	-
Moyenne	28.41	700	26

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 94 \times 28.41} = 5.2055 \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8694$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 4.52 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

# ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

## Perméabilité des sols latéritiques

### Feuille de mesures

Essai No 3.3 Date 20.02.85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4107 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 28500 g

Poids du sol 7993 g

teneur en eau 11.57 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.581 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  77.5 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	36.53	700	25
2	36.19		
3	35.91	-	-
4	35.88	-	-
5	36.58	-	-
6	35.80	-	-
Moyenne	36.14	700	25

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 77.5 \times 36.14} = 4.96 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8993$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 4.44 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 3-4 Date 23-02-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres ..... 4059 gPoids de la cellule ..... 17400 gPoids cellule + sol + filtres ..... 29831 gPoids du sol ..... 8372 gteneur en eau 12.1 %densité sèche  $\gamma_d$  1.647 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  78.5 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	55.70	700	24
2	58.18		
3	60.14	-	-
4	62.18		
5	65.70	-	-
6	68.18		
Moyenne	58.5	700	24

$$k_T = \frac{VL}{Aht}$$

cm/s

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.9097$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 2.91 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

# ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

## Perméabilité des sols latéritiques

### Feuille de mesures

Essai No 3.5 Date 26-02-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4051 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 29793 g

Poids du sol 8342 g

teneur en eau 14.48 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.607 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  93 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	38.22	700	27
2	38.23		
3	38.59		
4	38.64		
5	38.41		
6	38.34		
Moyenne	38.50	700	27

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 93 \times 38.5} = 3.30 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8502$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 3.30 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

Perméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 3-6 Date 01-03-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4090 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 29652 gPoids du sol 8162 gteneur en eau 15.42 %densité sèche  $\gamma_d$  1.560 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  86 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	23.69	700	25.5
2	23.87		
3	23.35	-	-
4	23.74		
5	23.74	-	-
6	23.74		
Moyenne	23.81	700	25.5

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700}{151.158 \times 86 \times 23.81} = 0.0015 \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8794$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 5.97 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

Perméabilité des sols latéritiques

Feuille de mesures

Essai No 3.7 Date 05-03-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4087 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 29255 g

Poids du sol 7768 g

teneur en eau 15.83 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.479 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  66.4 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	21.52	700	27.5
2	21.63		
3	21.33	-	-
4	21.41	-	-
5	21.29	-	-
6	21.47	-	-
Moyenne	21.39	700	27.5

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 66.4 \times 21.39} = 9.18 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8410$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 8.23 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

# école polytechnique de thies

92

## ESSAI DE COMPACTAGE

PROJET: Perméabilité des sols latéritiques

EMPLACEMENT: E.P.T ESSAI No: 4

CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU DESCRIPTION: Latérite

PROVENANCE: THIES.

REMARQUES: présence de matières organiques (racines et feuilles mortes)

ESSAI PAR: LE: CALCULÉ PAR: LE: VÉRIFIÉ PAR: LE: 12.03

NORMES A.S.T.M. POUR ESSAI PROCTOR	MÉTHODE	MOULE			$\gamma_T = W_T \times \frac{1000}{V}$	ESSAI STANDARD (A.S.T.M. D 698)			ESSAI MODIFIÉ (A.S.T.M. D 1557)		
		ESSAI SUR MATÉRIAU PASSANT LE TAMIS:	$\phi$ cm	VOLUME cm <sup>3</sup>		POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE	POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE
A	NO 4	10.2	943,89	1,059 442	2,5 kg	3	25	3,0 kg	5	25	
B	NO 4	15.2	2123,76	0,470 876	6,5 kg	3	56	7,5 kg	5	56	
C	3/4"	10.2	943,89	1,059 442	4,5 kg	3	25	5,5 kg	5	25	
D	3/4"	15.2	2123,76	0,470 876	10,0 kg	3	56	11,5 kg	5	56	

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ESSAI

EFFORTS DYNAMIQUES (VOIR NORMES A.S.T.M.)

ESSAI STD.  MOD.  MÉTHODE: \_\_\_\_\_

% RETENU SUR TAMIS <sup>19 mm</sup> (3/4") NO 4: \_\_\_\_\_

MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ - VOLUME: \_\_\_\_\_

POIDS DU MARTEAU: \_\_\_\_\_ - HAUTEUR DE CHUTE: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_

PRESSIONS STATIQUES (SUIVANT NORMES)

TYPE D'ESSAI: \_\_\_\_\_

TAMIS DE RÉFÉRENCE: \_\_\_\_\_ % RETENU: \_\_\_\_\_

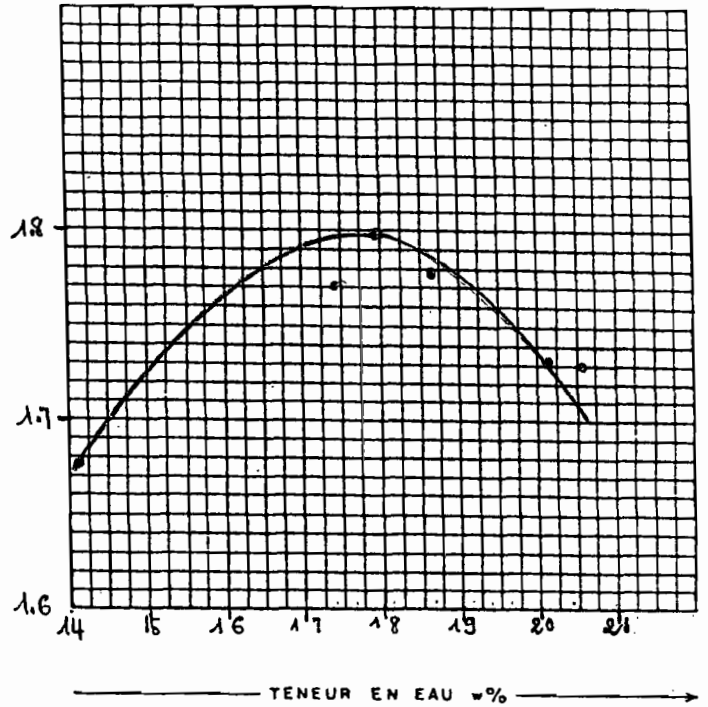
MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ VOLUME: \_\_\_\_\_

PISTON: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ PRESSION: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_

POIDS UNITAIRE SEC  $\gamma_d$  en t/m<sup>3</sup>



### RÉSULTATS DE L'ESSAI

$\gamma_d$  maximum = \_\_\_\_\_ t/m<sup>3</sup> - w% optimum = 12

POIDS UNITAIRES	ESSAI NO	% approximatif d'eau ajoutée	1	2	3	4	5	6
		POIDS DU SOL HUMIDE + MOULE	W1 (kg)	3.868	4.067	4.027	4.026	4.055
	POIDS DU MOULE	TARE (kg)	2.063	-	-	-	-	-
	POIDS DU SOL HUMIDE	W1 - TARE = WT (kg)	1.805	2.004	1.964	1.963	1.992	1.969
	POIDS UNITAIRE TOTAL	$W_T \times \frac{1000}{V} = \gamma_T$ (t/m <sup>3</sup> )	1.912	2.123	2.081	2.080	2.110	2.086
	POIDS UNITAIRE SEC	$\gamma_T / 1.0 + (w\% / 100) = \gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	1.778	1.800	1.731	1.771	1.778	1.730

TENEURS EN EAU	RÉCIPIENT NO							
		POIDS DU RÉCIPIENT	TARE (g)			54.26	54.58	54.04
		POIDS DU SOL HUMIDE + RÉCIPIENT	W1 (g)			615.53	615.12	798.54
		POIDS DU SOL SEC + RÉCIPIENT	W2 (g)			571.30	571.33	671.38
		POIDS DE L'EAU	W1 - W2 = Ww (g)			44.23	43.79	127.16
		POIDS DU SOL SEC	W2 - TARE = Ws (g)			567.04	567.00	617.34
	TENEUR EN EAU	$(Ww / Ws) \times 100 = w\%$			7.80	7.70	20.76	

M.B. - AVRIL 85

ÉCRIRE BIEN LISIBLEMENT À L'AIDE D'UN CHAYON À MINE DE PLOMB "NB ou B" TOUTES LES INFORMATIONS DIRECTEMENT SUR CETTE FEUILLE.

# école polytechnique de thies

LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE		ASTM D 422
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE</b>		
IDENTIFICATION <u>Sabote de THIES</u>		
Echantillon prélevé à	<u>THIES</u>	Manipulateur <u>A.D</u>
_____ Calculé _____		Date _____

POIDS TOTAL DE L'ÉCHANTILLON REÇU AU LABORATOIRE & W% NATURELLE  
 Réipient no.: \_\_\_\_\_ Sol humide + tare = \_\_\_\_\_ g ; Sol sec + tare = \_\_\_\_\_ g  
 Poids de l'eau = \_\_\_\_\_ g ; Tare = \_\_\_\_\_ g ; Poids sol sec = \_\_\_\_\_ g ; W% = \_\_\_\_\_  
 % de particules plus grandes que 150 mm (6 po.) = \_\_\_\_\_

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE (si différente du poids total)	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU	% DU SOL PASSANT	
	pouces (mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ
Réipient no.: _____	3" (75)						
Sol + tare = _____ g	2" (50)						
Tare = _____ g	1 1/2" (37,5)						
Sol sec = _____ g	1 (25)						
<b>SÉCHAGE</b>	3/4" (19)	1/2" (13)					
<input type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four	3/8" (9,5)						
Remarques _____	# 4 (4,75)						
<b>ECHANTILLON ④</b>	<b>RÉSIDU</b>					<b>PERTES</b>	
						Poids = _____ g ; % = _____	

RAYEZ LES TAMIS NON UTILISÉS

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU	% DU SOL PASSANT	
	Numéro (D mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ
Réipient no.: _____	# 4 (4,75)		0	0	0		100
Sol + tare = <u>1264</u> g	# 8 (2,36)	# 10 (2,00)	506.74	506.74	49.54		50.46
Tare = <u>2.41</u> g	# 16 (1,18)	# 20 (0,85)	198.39	705.13	68.93		31.07
Sol sec = <u>1223</u> g	# 30 (0,60)	# 40 (0,42)	90.08	795.21	77.73		22.27
<b>SÉCHAGE</b>	# 50 (0,30)	# 60 (0,25)	63.47	858.70	83.94		16.06
<input type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four	# 100 (0,15)	# 140 (0,106)	82.11	941.41	92.02		7.98
<b>TAMISAGE</b>	# 200 (0,075)		28.40	969.81	94.80		5.20
<input type="checkbox"/> à sec <input type="checkbox"/> lavage	<b>RÉSIDU</b>		48.95	1018.76		<b>PERTES</b>	
<b>SÉDIMENTOMÉTRIE</b>						Poids = <u>4.24</u> g ; % = <u>0.41</u>	
<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non							

**REMARQUES** (couleur sec-humide, forme des grains, matières organiques, W% nat., etc..)

**DESCRIPTION NORMALISÉE :**

N.B. N. 235



# école polytechnique de thiès

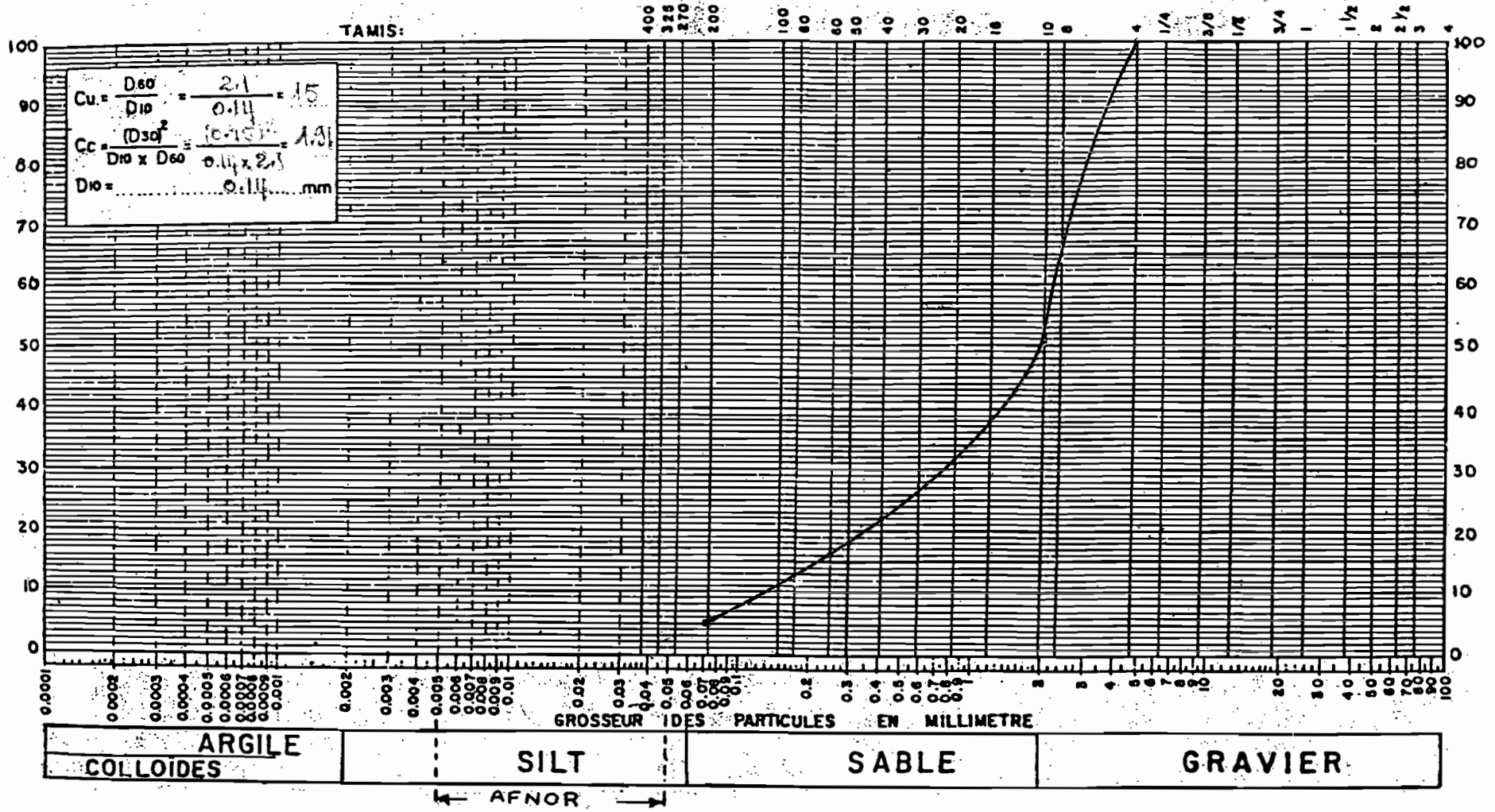
Boite Postale 10, Thiès, République du Sénégal

16

DATE \_\_\_\_\_

ECHANTILLON NO. 4

## COURBE GRANULOMETRIQUE



Description : \_\_\_\_\_

Salerite de THIES

Remarques : \_\_\_\_\_

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

Perméabilité des sols latéritiques

Feuille de mesures

Essai No 4-3 Date 30-03-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4081 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 31064 g

Poids du sol 9573 g

teneur en eau 17.68 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.794 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  10 ? cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
Moyenne			

$k_T = \frac{VL}{Aht} = \dots$

cm/s

$\gamma_T / \gamma_{20} = \dots$

$k_{20} = k_T \times \frac{\gamma_T}{\gamma_{20}} = \dots$  cm/s

Remarque

Limite de perméabilité : la pression de la colonne d'eau est faible, pendant 48 heures l'eau n'arrive pas à traverser l'échantillon.



Perméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 4-2 Date 26-03-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4150 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30678 gPoids du sol 9428 gteneur en eau 16.67 %densité sèche  $\gamma_d$  1.782 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  100 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	1440	211	26
2	1500	217	26
3	1815	267.3	26
Moyenne	1585	231.8	26

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{231.8 \times 30}{151.158 \times 100 \times 1585} = 2.9 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8694$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 2.52 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

# école polytechnique de thies

98

## ESSAI DE COMPACTAGE

PROJET: Perméabilité des sols latéritiques

EMPLACEMENT: E.P.T ESSAI No: 5

CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU: DESCRIPTION: Latérite  
 PROVENANCE: THIES  
 REMARQUES: présence de matières organiques (racines et feuilles mortes)

ESSAI PAR: \_\_\_\_\_ LE: \_\_\_\_\_ CALCULÉ PAR: \_\_\_\_\_ LE: \_\_\_\_\_ VÉRIFIÉ PAR: \_\_\_\_\_ LE: \_\_\_\_\_

NORMES A.S.T.M. POUR ESSAI PROCTOR	MÉTHODE	MOULE			$\gamma_T = W_T \times \rho_{por} \times \frac{1000}{V}$	ESSAI STANDARD (A.S.T.M. D 698)			ESSAI MODIFIÉ (A.S.T.M. D 1557)		
		ESSAI SUR MATÉRIAU PASSANT LE TAMIS:	$\phi$ cm	VOLUME cm <sup>3</sup>		POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE	POIDS MINIMUM DE MATÉRIAU	NOMBRE DE COUCHES	NB DE COUPS PAR COUCHE
A	NO 4	10.2	943,89	1,059 442	2,5 kg	3	25	3,0 kg	5	25	
B	NO 4	15.2	2123,76	0,470 876	6,5 kg	3	56	7,5 kg	5	56	
C	3/4"	10.2	943,89	1,059 442	4,5 kg	3	25	5,5 kg	3	25	
D	3/4"	15.2	2123,76	0,470 876	10,0 kg	3	56	11,5 kg	3	56	

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ESSAI

EFFORTS DYNAMIQUES (ESSAI "PROCTOR" (VOIR NORMES A.S.T.M.))

ESSAI STD.  MOD.  MÉTHODE: \_\_\_\_\_

% RETENU SUR TAMIS <sup>19 mm (3/4")</sup> NO 4: \_\_\_\_\_

MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ - VOLUME: \_\_\_\_\_

POIDS DU MARTEAU: \_\_\_\_\_ - HAUTEUR DE CHUTTE: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_

PRESSIONS STATIQUES (SUIVANT NORMES)

TYPE D'ESSAI: \_\_\_\_\_

TAMIS DE RÉFÉRENCE: \_\_\_\_\_ % RETENU: \_\_\_\_\_

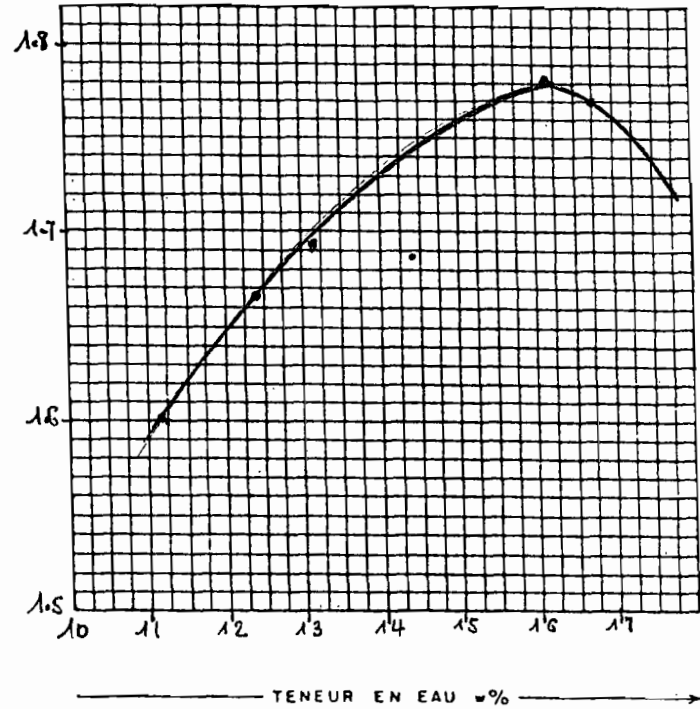
MOULE: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ VOLUME: \_\_\_\_\_

PISTON: DIAMÈTRE: \_\_\_\_\_ PRESSION: \_\_\_\_\_

NB DE COUCHES: \_\_\_\_\_ NB DE COUPS / COUCHE: \_\_\_\_\_

OBSERVATIONS: \_\_\_\_\_

POIDS UNITAIRE SEC  $\gamma_d$  en t/m<sup>3</sup>



### RÉSULTATS DE L'ESSAI

$\gamma_d$  maximum = \_\_\_\_\_ t/m<sup>3</sup> - w% optimum = \_\_\_\_\_

POIDS UNITAIRES	ESSAI NO	% approximatif d'eau ajoutée	1	2	3	4	5	6
	POIDS DU SOL HUMIDE + MOULE	W1 (kg)			3.829	3.872	3.885	4.019
POIDS DU MOULE	TARE (kg)			-	-	-	-	-
POIDS DU SOL HUMIDE	W1 - TARE = WT (kg)			3.706	1.809	1.822	1.956	1.951
POIDS UNITAIRE TOTAL	$W_T \times (\frac{1000}{V}) = \gamma_T$ (t/m <sup>3</sup> )			1.711	1.816	1.930	2.072	2.067
POIDS UNITAIRE SEC	$\gamma_T / (1.0 + (w\% / 100)) = \gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )			1.603	1.687	1.783	1.770	

TENEURS EN EAU	RÉCIPIENT NO	1	2	3	4	5	6
	POIDS DU RÉCIPIENT	TARE (g)			75.17	77.00	77.82
POIDS DU SOL HUMIDE + RÉCIPIENT	W1 (g)			142		270.56	718.41
POIDS DU SOL SEC + RÉCIPIENT	W2 (g)					270.20	336.01
POIDS DE L'EAU	W1 - W2 = Ww (g)						
POIDS DU SOL SEC	W2 - TARE = Ws (g)						
TENEUR EN EAU	$(Ww / Ws) \times 100 = w\%$						

ÉCRIRE BIEN LISIÈLEMENT À L'AIDE D'UN CRAYON À MINE DE PLOMB "NB 60 B" TOUTES LES INFORMATIONS DIRECTEMENT SUR CETTE FEUILLE.

<b>LABORATOIRE DE GEOTECHNIQUE</b>		ASTM D 422
<b>ANALYSE GRANULOMETRIQUE</b>		
IDENTIFICATION <u>Sabierite de THIES</u>		
Echantillon prélevé à <u>THIES</u>	Manipulateur <u>A.D</u>	
Calculé _____		Date <u>09-0</u>

POIDS TOTAL DE L'ÉCHANTILLON REÇU AU LABORATOIRE & W% NATURELLE  
 Récipient no.: \_\_\_\_\_ Sol humide + tare = 943.75 g ; Sol sec + tare = 931.02 g  
 Poids de l'eau = 12.73 g ; Tare = 233.90 g ; Poids sol sec = 697.12 g ; W% = 1.83  
 % de particules plus grandes que 150 mm (6 po.) = \_\_\_\_\_

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE (si différente du poids total)  Récipient no.: _____ Sol + tare = <u>6112</u> g Tare = <u>1504</u> g Sol sec = <u>4608</u> g  SÉCHAGE <input checked="" type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four  Remarques _____ ECHANTILLON (5)	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU		% DU SOL PASSANT	
	pouces (mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ	
	3" (75)							
	2" (50)							
	1 1/2" (37,5)							
	1 (25)							
	3/4" (19)    1/2" (13)							
	3/8" (9,5)		0	0	0	100	100	
	# 4 (4,75)		1160	1160	25.17	74.83	74.83	
	RÉSIDU		3400	4560			PERTES Poids = <u>48</u> g ; % = <u>1.04</u>	

RAYEZ LES TAMIS NON UTILISÉS

POIDS DE LA FRACTION UTILISÉE  Récipient no.: _____ Sol + tare = <u>941.77</u> g Tare = _____ g Sol sec = _____ g  SÉCHAGE <input type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> Four  TAMISAGE <input type="checkbox"/> à sec <input type="checkbox"/> lavage  SÉDIMENTOMÉTRIE <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	TAMIS		POIDS DU SOL RETENU		% RETENU		% DU SOL PASSANT	
	Numéro (D mm)		INDIVIDUEL	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF	CUMULATIF REPORTÉ	
	# 4 (4,75)							
	# 8 (2,36)	# 10 (2,00)	428.76	428.76	60.26	39.74	29.74	
	# 16 (1,18)	# 20 (0,85)	118.50	547.26	76.91	23.09	17.28	
	# 30 (0,60)	# 40 (0,42)	49.01	596.27	83.80	16.2	12.12	
	# 50 (0,30)	# 60 (0,25)	29.84	626.11	91.99	12.01	9.99	
	# 100 (0,15)	# 140 (0,106)	37.76	663.87	98.30	6.7	5.01	
	# 200 (0,075)		14.77	678.63	95.38	4.62	3.46	
	RÉSIDU			117.14			PERTES Poids = <u>1.32</u> g ; % = <u>0.20</u>	

REMARQUES (couleur sec-humide, forme des grains, matières organiques, W% nat., etc..)

DESCRIPTION NORMALISÉE :

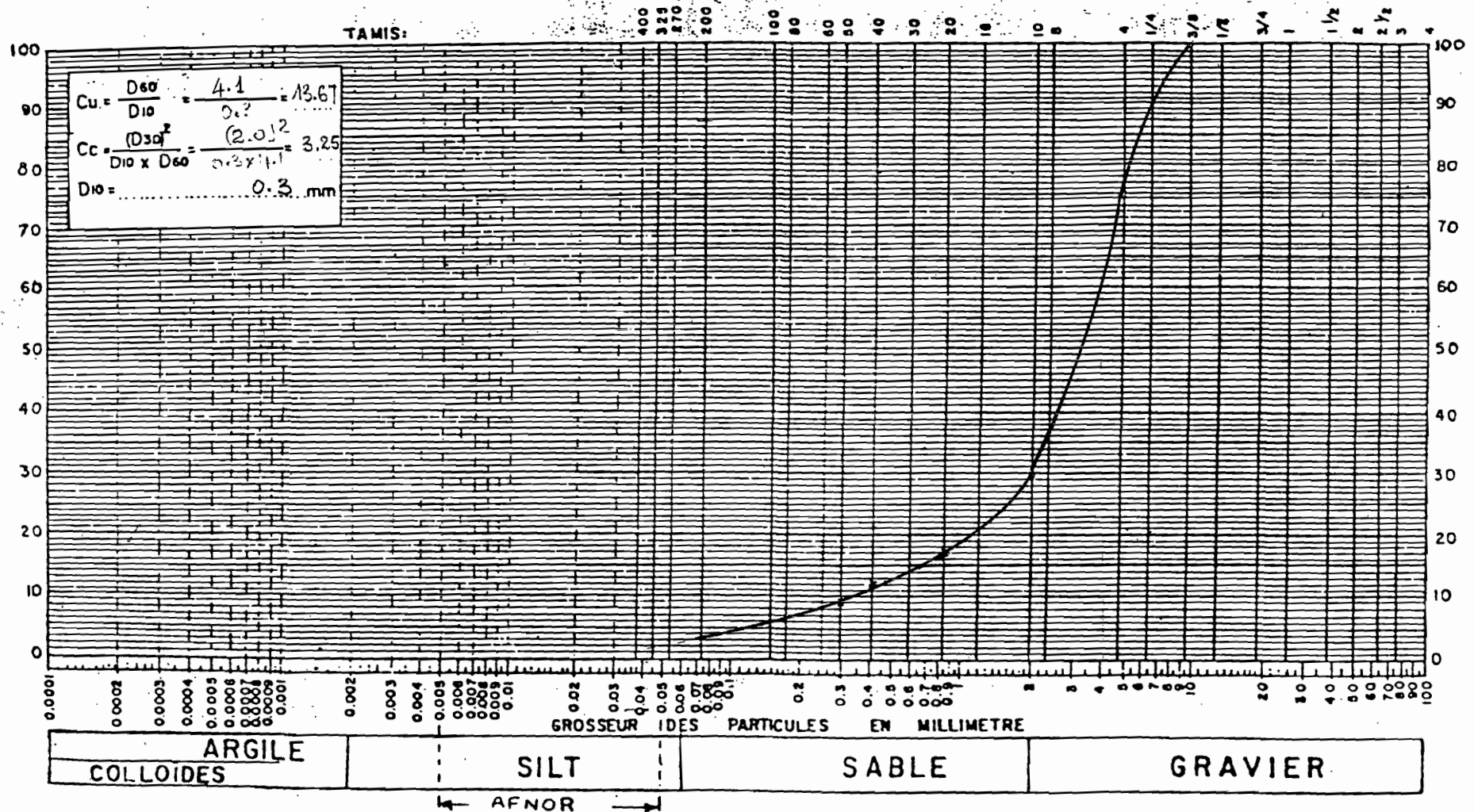
M.B. Avril 1985



DATE \_\_\_\_\_

ECHANTILLON NO. 5

COURBE GRANULOMETRIQUE



Description : Satélite de THIES

Remarques : \_\_\_\_\_

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 5-1 Date 18-04-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4020 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 29344 gPoids du sol 7924 gteneur en eau 10.53 %densité sèche  $\gamma_d$  1.581 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  68.5 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
		700	27
		-	-
		-	-
Moyenne	89.38	700	27

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 68.5 \times 89.38} = 1.76 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8502$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 1.49 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

Perméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 5.2 Date 20-04-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4034 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30310 gPoids du sol 8876 gteneur en eau 13.47 %densité sèche  $\gamma_d$  1.725 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  69 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	22.75	700	26.5
2	22.3	-	-
3	20.20	-	-
3	20.20	-	-
3	23.10	-	-
3	24.40	-	-
Moyenne	22.63	700	26.5

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 69 \times 22.63}$$

$$= 2.68 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8598$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 2.68 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

Perméabilité des sols latéritiques

Feuille de mesures

Essai No 5-3 Date 22-04-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4009 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30634 g

Poids du sol 9225 g

teneur en eau 14.94 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.770 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  68 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °c
		700	27
		-	-
		-	-
Moyenne	60.85	700	27

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 68 \times 60.85} = 3.01810 \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8502$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 2.56 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesures

Essai No 5.4 Date 24-04-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4064 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30720 g

Poids du sol 9256 g

teneur en eau 15.12 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.773 t/m<sup>3</sup>

dénivellation h 68 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
	59.14	700	26.5
		-	-
		-	-
Moyenne			26.5

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 68 \times 59.14} = 2.95 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8598$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 2.54 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$



Perméabilité des sols latéritiques

Feuille de mesures

Essai No 5-5 Date 26-04-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres 4062 g

Poids de la cellule 17400 g

Poids cellule + sol + filtres 30432 g

Poids du sol 8970 g

teneur en eau 15.61 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.711 t/m<sup>3</sup>

dénivellation h 67 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
	2.3	700	26
	2.5	-	-
	2.34	-	-
Moyenne	2.34	-	26

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 67 \times 2.34} = 2.99 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8699$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 2.60 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIESPerméabilité des sols latéritiquesFeuille de mesuresEssai No 5-6 Date 28-04-85Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cmSurface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>Poids des filtres 4069 gPoids de la cellule 17400 gPoids cellule + sol + filtres 30090 gPoids du sol 8621 gteneur en eau 16.07 %densité sèche  $\gamma_d$  1.638 t/m<sup>3</sup>dénivellation  $h$  70 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	19.08	200	25
2	19.10		
3	19.14	-	-
4	19.08	-	-
Moyenne	19.10	200	25

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{200 \times 30}{151.158 \times 70 \times 19.1} = 2.97 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8593$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 2.64 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

Perméabilité des sols latéritiques

Feuille de mesures

Essai No 5.7 Date 30-04-85

Dimensions de l'échantillon. diam. 13.873 cm Haut. 30 cm

Surface 151.158 cm<sup>2</sup> volume 4534.74 cm<sup>3</sup>

Poids des filtres ..... 4038 g.

Poids de la cellule ..... 17400 g

Poids cellule + sol + filtres ..... 29807 g

Poids du sol ..... 8370 g

teneur en eau 16.52 %

densité sèche  $\gamma_d$  1.584 t/m<sup>3</sup>

dénivellation  $h$  57 cm

Test No.	t (sec)	V (cm <sup>3</sup> )	T °C
1	55.00	700	26.3
2	55.45		
3	55.00	-	-
4	55.00	-	-
5	55.40	-	-
6	55.24	-	-
Moyenne	55.18	700	26.3

$$k_T = \frac{VL}{Aht} = \frac{700 \times 30}{151.158 \times 56.18 \times 55.18}$$

$$3.17 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

$$\eta_T / \eta_{20} = 0.8656$$

$$k_{20} = k_T \times \frac{\eta_T}{\eta_{20}} = 3.26 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

## Bibliographie

- PAUL AUTRET : Latérites et graveleux latéritiques pp 5-13.  
L.C.P.C ( janvier 1983)
- SILVAN ANDREI : Le chainage de l'eau dans les sols à granulométrie fine Editions EYROLLES (1966)
- A. CORNET : Notice explicative de la carte géotechnique du Sénégal pp 17-20 Etudes et impression financées par le F.A.C et présentées par le B.R.G.M. (1964)
- J. COSTET & G. SANGLERAT, Cours pratique de mécanique des sols (tome 1) 2<sup>ème</sup> édition pp 40-84  
Dunod technique (1977)
- MASSAMBA DIENE : Latérites et stabilisation en construction routière application de deux graveleux latéritiques au Sénégal Laboratoire de mécanique des sols E.P.LF (1984)
- F. MORIN : Notes de cours SOLS 4.11 mécanique des sols E.P.T (1984)
- W. J MORIN & P. C TODOR : Laterite and laterite soils and other problem soils of the tropics an engineering evaluation  
Baltimore, Lyon Associates (vol 1) 1972-1975  
à l'étude du mouvement de l'humidité aux pores isothermes EYROLLES (1964)  
unilatéral des sols Notes département (non daté)  
ing. Pedogénésis  
isevier scientific  
New York