

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)  
MINISTRY OF EQUIPMENT AND HOUSING  
THE REPUBLIC OF TUNISIA

THE STUDY  
ON  
FLOOD PROTECTION PROGRAM  
FOR  
GREATER TUNIS AND SOUSSE

FINAL REPORT

Volume IV DATA BOOK

March 1994

Nippon Koei Co., Ltd., Tokyo

S	S	S
J	R	
94 - 026		

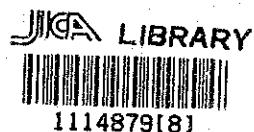


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)  
MINISTRY OF EQUIPMENT AND HOUSING  
THE REPUBLIC OF TUNISIA

THE STUDY  
ON  
FLOOD PROTECTION PROGRAM  
FOR  
GREATER TUNIS AND SOUSSE

**FINAL REPORT**

**Volume IV DATA BOOK**



March 1994

Nippon Koei Co., Ltd., Tokyo

LIST OF VOLUMES

- |            |                              |
|------------|------------------------------|
| Volume I   | SUMMARY REPORT               |
| Volume II  | MAIN REPORT                  |
|            | PART I    MASTER PLAN STUDY  |
|            | PART II    FEASIBILITY STUDY |
|            | - OUED ENNKHILET             |
|            | - OUED HAMMAM                |
| Volume III | SUPPORTING REPORT            |
| Volume IV  | DATA BOOK                    |



## TABLE OF CONTENTS

- A. GEOTECHNICAL INVESTIGATION DATA
- B. RIVERBED MATERIAL INVESTIGATION DATA
- C. RUNOFF CALCULATION DATA BY RATIONAL METHOD
- D. RAINFALL DATA
- E. CROSS SECTIONAL SURVEY DATA



**A. GEOTECHNICAL INVESTIGATION DATA**

**I. MASTER PLAN STAGE**

**II. FEASIBILITY STUDY STAGE**



## **Geotechnical Investigation**

Geotechnical investigation was made in two stages, that is, the one during the master plan stage and the one during the feasibility study stage. Selection of sites to be investigated was made by the JICA Study Team and the field works were sublet to the local contractor "Geotechnique Tunisie". The reports submitted by the local contractor are compiled hereto, and the results are well reflected to the Chapter 2 of Main Report.

### **1. Master Plan Stage**

To judge the geological conditions of the river course and dam site where some flood control measures are to be considered, geological investigation such as core boring, permeability test, compressive strength test, and embankment material test were planned. Through field reconnaissance and review of existing data and information, the location of core boring and sampling of embankment materials was determined by the JICA Study Team. The field investigation works were sublet to a local contractor by the JICA Study Team. The contractor commenced the field work from April 15, 1993, and completed all the works including analysis and preparation of report by May 8, 1993. The report titled "PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA VILLE DE SOUSSE ET TUNIS" is attached hereto.

### **2. Feasibility Study Stage**

Through the master plan study, the Oued Ennkhilet and Sebkhet Ariana in the Greater Tunis area, and the Oued Hammam in the Greater Sousse area were finally selected as the top priority projects to which feasibility study to be made. Reviewing the geotechnical investigation results during the master plan stage, and also data and information collected, the location of sites to be investigated was carefully determined by the JICA Study Team. The field works and laboratory tests were also sublet to the same local contractor. The contractor commenced the works on October 23, 1993 and completed the whole works including reporting by November 19, 1993. The report titled "Protection Contre les Inondations de la Ville de Sousse et l'Ariana" is attached hereto.



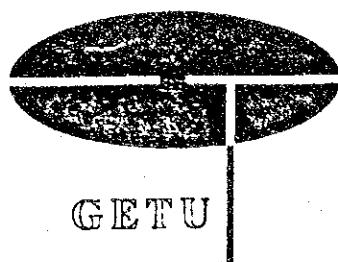
# **GEOTECHNICAL INVESTIGATION DATA**

## **I. Master Plan Stage**



**GEOTECHNIQUE  
TUNISIE**

15, Rue 8601 - Zone Industrielle  
LA CHARGUIA 1  
Tél : 786-876  
Fax : 781-956 - Téléc : 15552  
BP : 223 - Tunis - CEDEX : 1080



**التقنيات الإفريقية  
التونسية**

15، نهج 8601 - الحي الصناعي  
الشرقية 1  
الهاتف : 786-876  
فاكس : 781-956 - فاكس 15552  
ص ب : 223 - 1080 تونس

**MINISTÈRE DE L'EQUIPEMENT**  
**Direction Hydraulique Urbaine**

**PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS**

**DE LA VILLE DE SOUSSE ET TUNIS**

**CAMPAGNE GEOTECHNIQUE**

## PREAMBULE

La Direction Hydraulique Urbaine du Ministère de l'Equipement nous a confié la réalisation d'une campagne de reconnaissance de sol relative à la Protection Contre l'Inondation de la ville de Sousse et de Tunis.

Les investigations correspondantes ont porté sur l'exécution de 3 sondages carottés et 8 sondages à la tarière.

## I / RESULTATS DE LA CAMPAGNE

### 1/ Sondages carottés

Nous avons exécuté trois sondages carottés disposés relativement sur un même alignement perpendiculaire à l'Oued Hofer à El Kalaa Kebira.

Ces trois sondages ont été réalisés avec des essais de:

- Standard Pénétration Test tous les mètres. Les nombres de coups relatifs à des pénétrations successives de 15cm sont indiqués dans les fiches jointes au présent rapport.
- Perméabilité type Lefranc à charge variable menés tous les 5.00m. Les courbes des variations logarithmiques de rabattement du niveau d'eau en fonction du temps sont annexées également à ce rapport.

#### Sondage SC1

Le sondage carotté N°1 a été poussé à 20.00m de profondeur. Il nous a permis de reconnaître, sous un horizon de 0.55m de sable silteux tuffeux brun, une couche d'argile tuffeuse au sommet sableuse à la base de 2.00m d'épaisseur les valeurs des SPT enregistrées sont élevées et se caractérisent par des nombres de coups supérieurs à 25 marqués par un refus à 1.66m de profondeur.

Cette formation surmonte une alternance de passages de sable fin jaunâtre et d'argile beige de 2.00m d'épaisseur. Le nombre de coups moyen obtenu au SPT est de l'ordre de 18.

Sous jaçant nous avons reconnu une couche d'argile compacte brunâtre à rouille sableuse devenant peu compacte à la base de 3.00m d'épaisseur de fortes valeurs SPT caractérisées par des refus à 5.65m, 6.68m et 7.80m de profondeur.

Au delà de 7.55m de profondeur nous avons identifié un niveau épais, qui s'étend jusqu'à la fin du sondage, de sable fin silteux, tuffeux ou argileux compact par endroit, jaunâtre à rouille. Il présente des valeurs SPT très variables marquées par des nombres de coups relatifs à des pénétrations de 15cm qui varient de 22 à des refus respectifs à 9.65m, 11.80m, 13.68m, 14.80m, 15.66m, 16.80m, 17.65 m et 19.70m de profondeur.

### Sondage SC2

Il a été descendu à 15.00m de profondeur. Il nous a permis de recouper pratiquement les mêmes formations sédimentaires reconnues au niveau du premier sondage: ainsi sous un horizon de 1.00m de sable fin légèrement silteux jaunâtre caractérisé par des SPT comprises entre 18 et 29, nous avons carotté 0.4m d'argile sableuse brunâtre. Celle ci surplombe une succession de couches de sable fin à moyen silteux, tuffeux à la base, brun jaunâtre à jaune blanchâtre de 5.60m d'épaisseur de faibles valeurs SPT comprises entre 12 et 15 coups.

Entre 7.00m et 9.00m de profondeur, nous avons traversé un banc d'argile compacte avec joints de sable rougeâtre de fortes valeurs SPT caractérisé par des refus tous les mètres.

Sous jaçant et au-delà de 9.00m de profondeur, nous avons reconnu le banc épais de sable moyen à fin silteux jaunâtre présentant des passages d'argiles. Les valeurs SPT correspondantes s'améliorent en fonction de la profondeur et passent de 14 à 30 coups pour un enfoncement de 15 cm.

### Sondage SC3

Le troisième sondage, poussé également à 15.00m de profondeur, nous a donné relativement une coupe géologique similaire à celle des deux autres sondages à savoir:

- la première couche de sable fin silteux jaunâtre présentant des passages de bancs argileux de 6.20m d'épaisseur de faible compacité marquée par des valeurs SPT qui varient entre 5 et 17. Le refus obtenu à 5.00m de profondeur correspond probablement à un banc d'argile compacte.

- l'horizon d'argile sableuse de 2.15m d'épaisseur relativement compacte caractérisée par de fortes valeurs SPT, supérieures à 33, et un refus à 7.00m de profondeur,

- le niveau épais de sable moyen à fin silteux, tuffeux à la base, rougeâtre présentant des passages d'argile compacte de faible à moyenne compacité; caractérisée par des valeurs SPT comprises entre 8 et 19. Le refus obtenu à 15.00m de profondeur correspond à la couche d'argile compacte.

### 2/ Sondages à la tarière:

Les 8 sondages à la tarière ont été descendus jusqu'à 3.00m de profondeur.

### Sondages exécutés au gouvernorat de SOUSSE

#### ST1 (point N° 1 à Kalaa Rebiria):

Le sondage à la tarière N° 1 nous a permis de reconnaître sous un premier niveau de sable fin jaunâtre de 1.70m d'épaisseur une deuxième couche de sable fin grisâtre uniforme jusqu'à la fin de la tarière.

**ST2** (point N°2 à Kalâa kebira au niveau du lit de l'Oued Hofer):

La tarière ST2 nous a permis de traverser, sur les trois mètres, une même couche de sable fin jaunâtre.

**ST3** ( à Kalâa Sghira):

De 0.00 à 1.30m de profondeur, nous avons rencontré un niveau de sable fin brunâtre.

Au-delà de 1.30m de profondeur, le sable devient légèrement argileux peu graveleux jaunâtre.

**ST4** ( à M'Saken):

La tarière ST4 nous a permis de recouper la même couche de sable fin graveleux rougeâtre.

**ST4** ( à Ksibat Sousse):

A El Ksiba à Sousse Le sondage à la tarière nous a permis de traverser, sous un premier niveau de sable fin peu argileux graveleux jaunâtre présentant des débris de végétaux de 0.80m d'épaisseur, une couche d'argile sableuse légèrement graveleuse jaunâtre.

#### Sondages exécutés au gouvernorat de TUNIS

**ST1** ( à Bordj Cédria):

Le sondage à la tarière N°1 nous a permis de reconnaître une couche de graviers argileux bruns à marrons.

**ST2** ( à M'hamdia):

Dans la région de M'hamdia nous avons traversé, sur les trois mètres de sondage, un niveau d'argile plastique jaunâtre.

**ST3** ( à l'Oued Miliane à coté de l'Autoroute):

La tarière N°3, exécutée au niveau de l'Autoroute nous a permis de traverser tout le long du sondage une couche d'argile silteuse brunâtre.

Les 8 échantillons remaniés prélevés à l'aide de la tarière hélicoïdale ont fait l'objet d'une série d'essais de laboratoire à savoir:

- les essais d'identification:
- la Teneur en eau,

- la densité spécifique,
- l'analyse granulométrique et sédimentométrique,
- les limites d'Atterberg,
- l'essai proctor Normal,
- l'essai de perméabilité.

#### PERMEABILITES

L'interprétation des résultats des essais d'eau a été effectuée conformément à la note donnée en annexe ci-après.  
Le dépouillement de ces essais a conduit aux valeurs de perméabilités suivantes:

N° de forage	Profondeur en m	Perméabilité en cm/s
1	de 0.00 à 5.00	$1.7 \cdot 10^{-4}$
	de 5.00 à 10.00	$1.22 \cdot 10^{-5}$
	de 10.00 à 15.00	$6.2 \cdot 10^{-5}$
	de 15.00 à 20.00	$1.3 \cdot 10^{-4}$
2	de 0.00 à 5.00	$1.8 \cdot 10^{-4}$
	de 5.00 à 10.00	$1.1 \cdot 10^{-5}$
	de 10.00 à 15.00	$1.4 \cdot 10^{-5}$
3	de 0.00 à 5.00	$5.8 \cdot 10^{-5}$
	de 5.00 à 10.00	$1.0 \cdot 10^{-5}$
	de 10.00 à 15.00	$2.4 \cdot 10^{-4}$

L'ensemble des valeurs de perméabilité K varient entre  $2.4 \cdot 10^{-4}$  et  $1.0 \cdot 10^{-5}$  cm/s.

Etant donné que le sol présente souvent des alternances de sables et d'argiles et que les mesures ont été réalisées pour des tranches assez épaisses de 5.00m de large, la dispersion des valeurs est assez faible. Selon que l'on mesure les perméabilités au niveau des couches sableuses ou argileuses la perméabilité passe des valeurs de l'ordre de  $10^{-4}$  à celles de l'ordre de  $10^{-5}$  cm/s.

## RESULTATS DES ANALYSES AU LABORATOIRE

### 1/ VILLE DE SOUSSE:

L'analyse conjuguée de l'ensemble des résultats des essais de laboratoire nous permet de distinguer deux classes de matériaux:

- classe des sables fins silteux peu argileux ou graveleux qui comporte les échantillons ST1, ST2, ST3 et ST4 et l'échantillon ST5 prélevés entre 0.00 et 0.80m de profondeur,
- classe de l'argile sableuse légèrement graveleuse représentée par l'échantillon ST5 prélevé entre 0.80 et 3.00m de profondeur.

#### \* Teneur en eau W:

Les valeurs de la teneur en eau de la première classe de matériaux varient entre 5.3% et 10.3%. Par contre, la teneur en eau des matériaux de deuxième classe est égale à 13.5%.

#### \* Densité spécifique:

La densité spécifique de l'ensemble des matériaux prélevés varie de 2.62 à 2.69 t/m<sup>3</sup>.

#### \* Limites d'Atterberg:

La limite de liquidité, LL, des matériaux de la première classe varient entre 24.9 et 33.2%. Celle des matériaux argileux est de 36%.

La limite de plasticité, Ip, est indéterminable au niveau de l'échantillon de sable graveleux, ST2 prélevé à El kalaa Kebira. Elle varie de 12.9 à 15% pour les autres échantillons de la première classe. Par contre, elle est de 17% pour les matériaux argileux de ST5.

L'indice de plasticité, Ip, varie, ainsi, d'une valeur faible indéterminable pour ST2 à une valeur maximale de 19 pour les matériaux argileux de ST5.

L'ensemble des couples (LL, Ip) reportés sur le diagramme de plasticité de Casagrande permet de classer l'ensemble des matériaux dans la classe des limons et des argiles peu plastiques.

#### \* Proctor Normal

Les matériaux de la première classe présentent des teneurs en eau optimales W<sub>opt</sub> variant entre 10.7 et 14.6% pour des densités sèches optimales  $\gamma_{d, opt}$  comprises entre 1.80 et 1.92 t/m<sup>3</sup>. Cependant les matériaux de la deuxième classe présentent une W<sub>opt</sub> de 15.2 % pour une  $\gamma_{d, opt}$  de 1.78 t/m<sup>3</sup>.

\* Perméabilité:

Les coefficients de perméabilité K varient entre deux valeurs extrêmes de  $1.5 \cdot 10^{-3}$  cm/s pour les matériaux de l'échantillon sableux ST2 et  $8.7 \cdot 10^{-6}$  cm/s pour les matériaux argileux de ST5.

1/ VILLE DE TUNIS:

L'analyse de l'ensemble des résultats des essais de laboratoire, relatifs à la ville de Tunis, permet de classer les matériaux des trois échantillons prélevés dans deux classes séparées:

- classe des argiles silteuses peu plastiques qui comporte les échantillon ST1 prélevé à Borj Cédria et passé au tamis de 5 mm et l'échantillon ST3 prélevé à Mornag du côté de l'Autoroute,
- classe des argiles très plastiques représentée par l'échantillon ST2 prélevé à M'hamdia.

\* Teneur en eau W:

Les valeurs de la teneur en eau de la première classe des matériaux varient entre 10.4% et 15.1%. Par contre, la teneur en eau des matériaux de la deuxième classe est égale à 18%.

\* Densité spécifique:

La densité spécifique de l'ensemble des matériaux varie de 2.64 à 2.68 t/m<sup>3</sup>.

\* Limites d'Atterberg:

La limite de liquidité, LL, des matériaux de la première classe varie entre 42.7 et 43.3%. Celle des matériaux de la deuxième classe est égale à 58.2%.

La limite de plasticité, Lp, de l'ensemble des matériaux varie de 18.3 à 22.3%.

L'indice de plasticité, Ip, varie, ainsi, entre 21 et 24.4 pour les matériaux de la première classe. Cependant il est de 38.2 pour le matériaux de la deuxième classe.

L'ensemble des couples (LL, Ip) reportés sur le diagramme de plasticité de Casagrande permet de classer les matériaux de la première classe dans les argiles peu plastiques. Par contre les matériaux de la deuxième classe font partie des argiles très plastiques.

\* Proctor Normal

Les matériaux prélevés au niveau de Borj Cédria, présentant 32% d'éléments supérieurs à 5mm et 12% d'éléments supérieurs à 20mm, donnent une densité sèche proctor opt de 1.97t/m<sup>3</sup> pour

une teneur en eau  $W_{opt}$  de 11.5%. Privés de leur éléments supérieurs à 5mm, ces matériaux donnent une  $\gamma_{J, opt}$  égale à 1.79 pour une teneur  $W_{opt}$  de 15.7%.

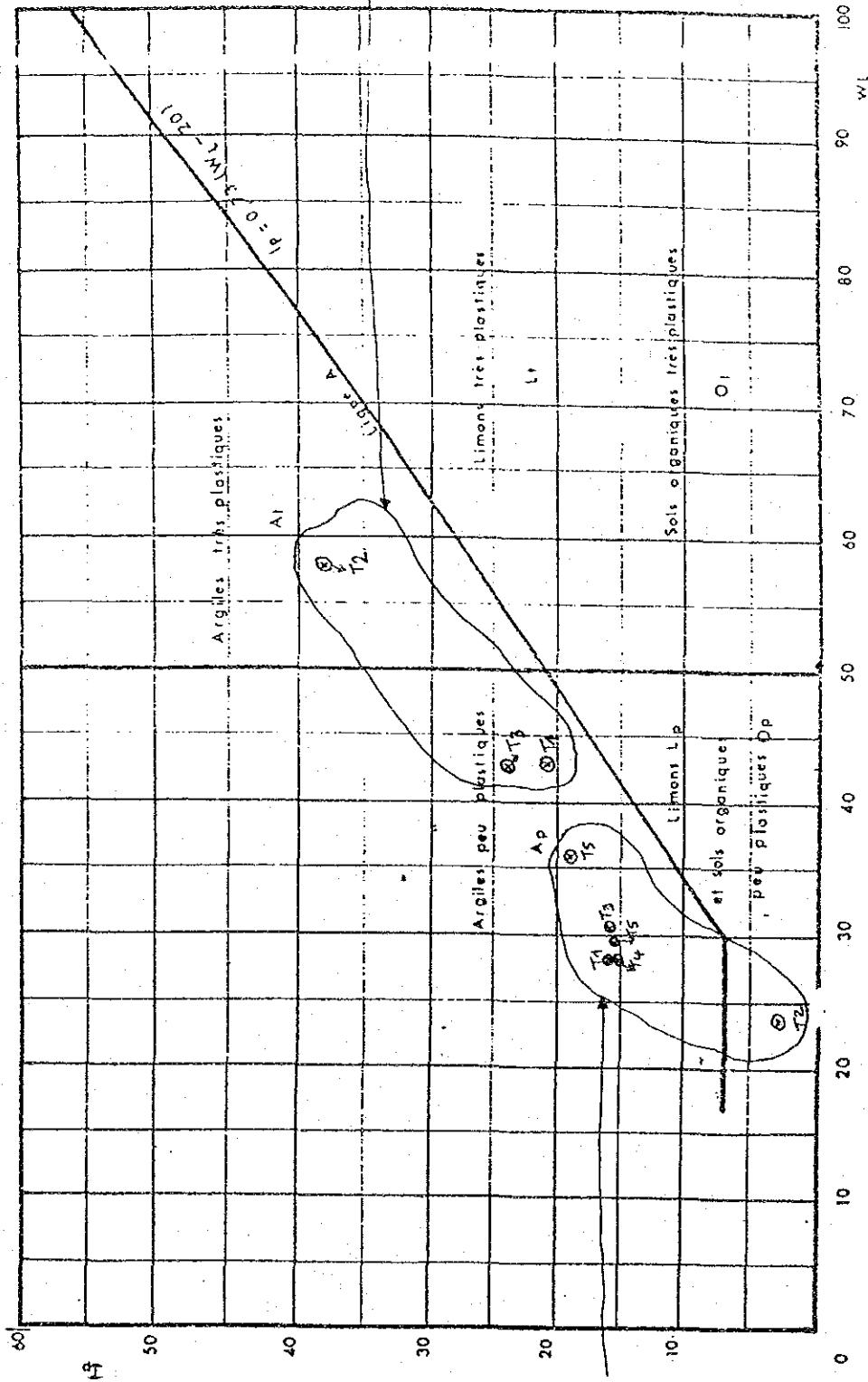
Dans l'ensemble, les matériaux de la première classe présentent des teneurs en eau optimales  $W_{opt}$  variant entre 15,7 et 16.3% pour des densités sèches optimales  $\gamma_{J, opt}$  comprises entre 1.76 et 1.79 t/m<sup>3</sup>. Cependant les matériaux de la deuxième classe présente une  $W_{opt}$  de 21.2 pour une densité opt de 1.64 t/m<sup>3</sup>.

\* Perméabilité:

Les coéfficient de perméabilité K varient entre  $8 \times 10^{-10}$  et  $5.6 \times 10^{-7}$  cm/s. Ces coefficients sont assez faibles; typiques des matériaux argileux.

# DIAGRAMME PLASTICITE

Protection contre les érosions de  
la ville de Sousse et de Tunis



A(I) - 9

Échantillons  
de la ville de  
Sousse

→ Échantillons de la  
ville de Tunis

## ANNEXE : LES ESSAIS D'EAU type Lefranc

les essais d'eau "type Lefranc" sont réalisés en cours de forage. L'eau est injectée dans le terrain à partir d'une cavité ou lanterne située entre le fond du forage et la base du tubage.

Dans le cas présent, l'essai a été réalisé sur des tranches souterraines de 5.00m de large.

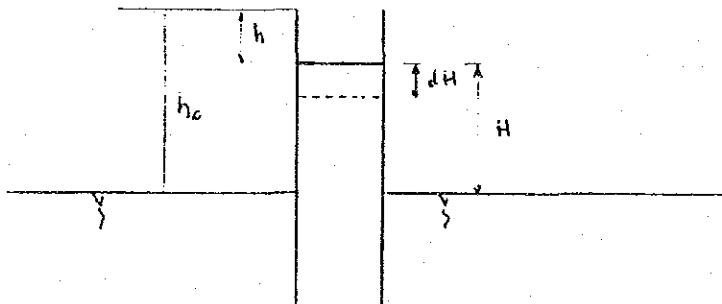
Les essais ont été exécutés à charge variable:

On remplit le tubage avec de l'eau et on mesure la descente du niveau d'eau en fonction du temps.

Il est important de noter que l'interprétation classique de l'essai Lefranc suppose que la cavité se trouve à l'intérieur même de la nappe. lorsqu'elle se trouve au-dessus de la surface piézométrique, les données expérimentales restent utilisables mais l'interprétation doit être différente, comme nous l'indiquerons plus loin.

### ESSAIS LEFRANC A CHARGE VARIABLE.

#### 1/ En présence de la nappe



Au temps t la charge est  $H$ .

Au temps  $t + dt$  elle est de  $H + dH$  ( $dH < 0$ ).

Le débit injecté au temps  $t$  est donc :

$$Q = - S \frac{dH}{dt} = K C H ;$$

L'intégration de cette équation donne:

$$\ln H = - \frac{K C}{S} t + \text{constante} ;$$

Les graphiques présentés en annexes donnent la variation de  $\ln(H)$  ou  $\ln(h_o - h)$  en fonction de  $t$ .

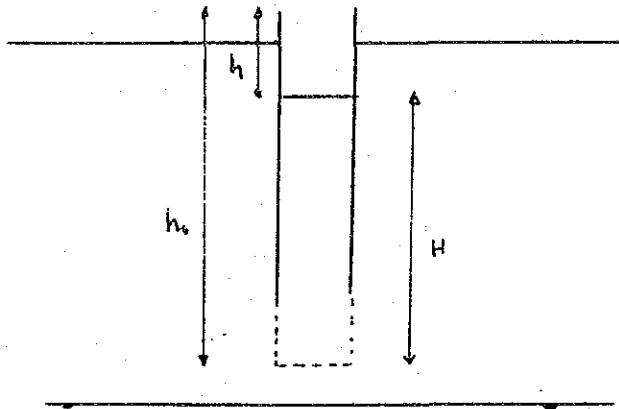
Soit  $P$ : la pente (en valeur absolue) d'une droite ajustée sur la courbe;

$$\text{on a: } P = \frac{K C}{S} ;$$

Soit:  $K = \frac{P}{C} S$

$S$  étant la section intérieure du tubage.

2/ Hors nappe



On se réfère pour interpréter cet essai au livre de Mr.CASSAN: Les essais d'eau, dans la reconnaissance des sols ( chapitre 1.1.2 écoulement à travers une cavité elliptique.) La relation entre le débit  $Q$  et la hauteur d'eau  $H$  mesurée à partir du fond de la cavité elliptique est :

$$\frac{Q}{K L^2} = \frac{a H}{L} + b$$

$a$  et  $b$  sont deux coefficients obtenus à partir de l'abaque reproduit ci après.

Comme pour l'essai Lefranc classique, on remplace  $Q$  par  $-S \frac{dH}{dt}$ ,

Ce qui donne

$$-\frac{S}{K L^2} \frac{dH}{dt} = \frac{a H}{L} + b$$

Cette équation peut s'intégrer et donne :

$$\ln \left( H + \frac{b L}{a} \right) = - \frac{a \pi D^2 t}{D^2} + \text{constante}$$

$D$  étant le diamètre intérieur du tubage. Au cours des ces trois sondages, nous avons utilisé un tubage de 89mm de diamètre.

D'après les courbes  $a = 0.43$ ,  $b = 0.34$ .

$$b/a \times L = 3.953 \text{ m.}$$

Par ailleurs  $H = h_0 - h$  ;  $h_0$  étant la profondeur du forage et  $h$  la hauteur de l'absorption mesurée.

$$\text{d'où } H + \frac{b}{a} L = h_0 + 3.95 - h$$

Nous avons ainsi présenté  $\ln(h_0 + 3.95 - h)$  en fonction du temps.

Fait à Tunis, le 10 Mai 1993

# **VILLE DE SOUSSE**

## **COUPES DES SONDAGES CAROTTES**

GETU

## SONDAGE CAROTTE

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA  
VILLE DE SOUSSE

X:

Y:

Z:

DATE D'EXECUTION : 28/04/93

S C 1

Echelle : 1/100

PROFONDEUR	COUPE des TERRAINS	ETAGE GEOLOGIQUE	DESCRIPTION DES TERRAINS	Nombres de coups SPT					
				10	20	30	40	50	60
0,00									
0,55			Sable silteux tuffeux						
1,55			Argile jaunâtre tuffeuse par endroit.						
2,55			Argile sableuse jaunâtre						
3,55			Sable fin jaunâtre.						
4,55			Passage d'argile, sable fin beige.						
5,55			Argile compacte brunâtre	-5					
6,55			Argile compacte rouille						
7,55			Argile sableuse peu compacte rouille.						
8,55			Sable fin silteux jaunâtre.						
9,55			Sable fin silteux tuffeux à la base;						
10,55			Sable silteux rouille	-10					
11,55			Sable silteux peu argileux jaunâtre.						
12,55			Sable silteux rouille.						
13,55			Sable silteux argileux						
14,55			Sable fin silteux jaunâtre.						
15,55			Sable fin silteux beige avec un passage consolidé	-15					
16,55			Sable fin silteux, argile compacte rouille à la base						
18,55			Sable silteux rouille.						
19,55			Sable silteux, argile compacte rouille.	-20					

GEI U

## SONDAGE CAROTTE

## PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA VILLE DE SOUSSE

DATE D'EXECUTION : 18/04/93

S C 2

X:

Y:

2:

# SONDAGE CAROTTE

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA  
VILLE DE SOUSSE

X:

Y:

Z:

DATE D'EXECUTION : 20/04/93

S C 3

FONDEUR	COUPE des TERRAINS	STAGE de FONCTIONNEMENT	DESCRIPTION DES TERRAINS	Nombres de coups SPT					
				-10	-5	0	5	10	15
-0,00			Sable fin silteux jaunâtre avec des passages argileux.	4,5	9				
6,20			Argile sableuse.	9	14	15,5			> 55
8,35			Sable moyen légèrement silteux.	15	14,5				> 55
11,00			Sable argileux rougeâtre	12,5	14	13,5			
13,00			Argile compacte.	15					
13,35			Sable fin silteux rougeâtre.	14	15				
14,00			Argile compacte	18					
14,80			Sable fin richeux blanc	-15					55
15,00									

## **COUPES GEOLOGIQUES DES TARIERES**

GETU

## SONDAGE A LA TARIERE

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA  
VILLE DE SOUSSE

DATE D'EXECUTION : 15/04/93

KALAA KEBIRA Lit d'Oued

T 1

Echelle = 1/50

X:

Y:

Z:

PROFONDEUR	COUPE	ETAGE GEODESQUE	DESCRIPTION DES TERRAINS	PIEZOMETRE	NIVEAUX D'EAU	ESSAIS D'EAU	ECHANTILL.
1,70			Sable fin jaunâtre.				
3,00	"		Sable fin grisâtre légèrement argileux.				

GETU

# SONDAGE A LA TARIERE

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA  
VILLE DE SOUSSE

DATE D'EXECUTION : 16/04/93 KALAA KEBIRA-  
T 2

X:

Y:

Z:

Echelle = 1/50

PROFONDEUR	COUPE	ETAGE GEOLOGIQUE	DESCRIPTION DES TERRAINS	PIEZOMETRE	NIVEAU D'EAU	ESSAIS D'EAU	ECHEANTILL.
3,00	"	"	Sable fin jaunâtre.				

GETU

## SONDAGE A LA TARIERE

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA

VILLE DE SOUSSE

KALAA SGHIRA

DATE D'EXECUTION : 16/04/93

T 3

X:

Y:

Z:

Echelle = 1/50

PROFONDEUR	COUPE	ETAGE GEOLOGIQUE	DESCRIPTION DES TERRAINS	PIEZOMETRE	NIVEAU D'EAU	ESSAIS D'EAU	ECHANTILL.
1,30	.	.	Sable fin argileux brun-jaunâtre. "				
3,00	.	.	Sable fin légèrement argileux peu graveleux jaunâtre				

GETU

# SONDAGE A LA TARIERE

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA

VILLE DE SOUSSE

M'SAKEN

DATE D'EXECUTION : 16/04/93

T4

X:

Y:

Z:

Echelle = 1/50

PROFONDEUR	COUPE	ETAGE GEOLOGIQUE	DESCRIPTION DES TERRAINS	PIEZOMETRE	NIVEAU D'EAU	ESSAIS D'EAU	ECHENTILL.	
3,00			Sable fin graveleux rougeâtre.					

GETU

## SONDAGE A LA TARIERE

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA  
VILLE DE SOUSSE

DATE D'EXECUTION : 16/04/93

KSIBA  
T5

Echelle = 1/50

X:

Y:

Z:

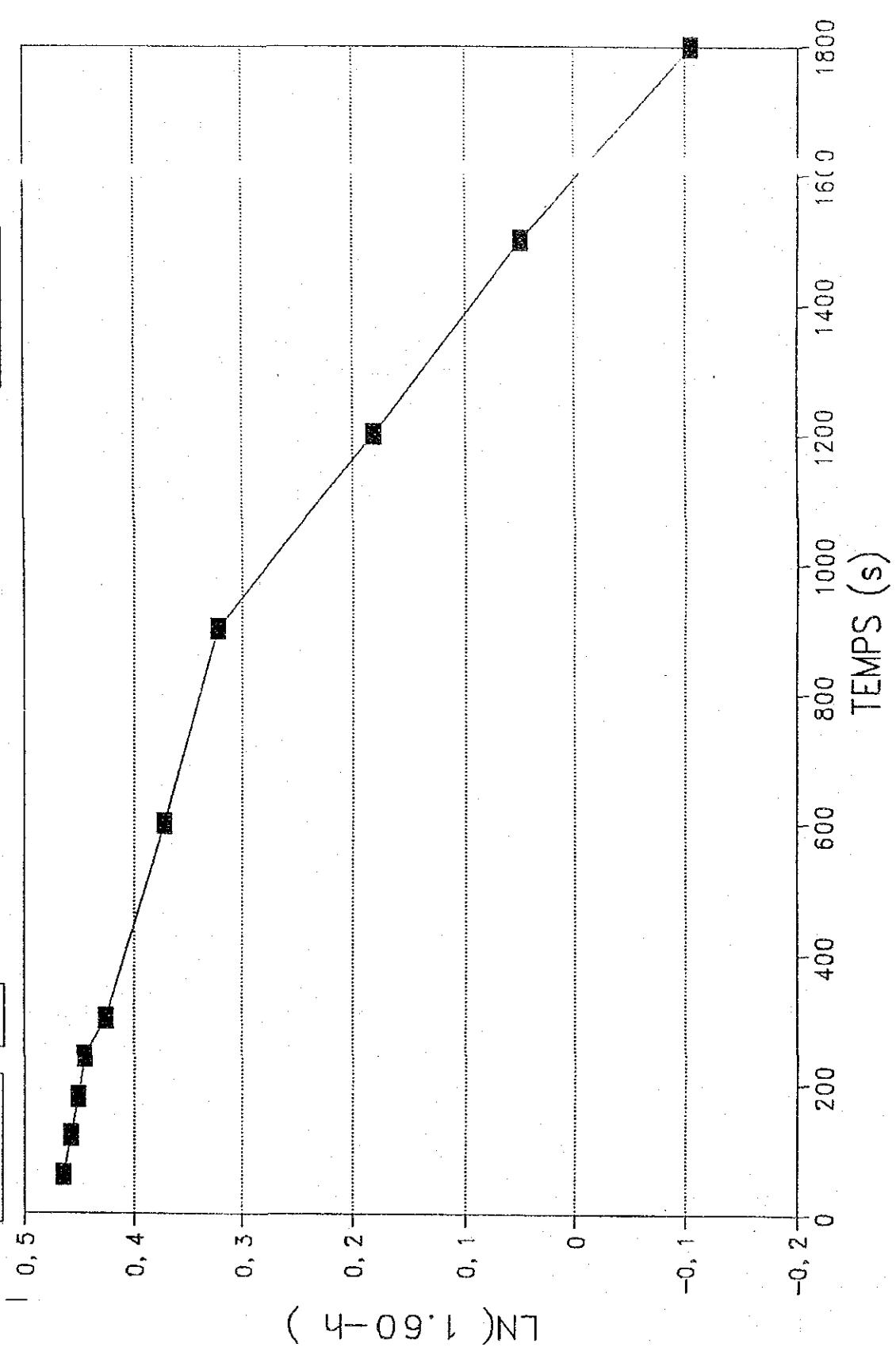
PROFONDEUR	COUPE	ETAGE GEOLOGIQUE	DESCRIPTION DES TERRAINS	PIEZOMETRE	NIVEAUX D'EAU	ESSAIS D'EAU	ECHANTILL.
0,80			Sable fin peu argileux graveleux jaunâtre avec débris de végétaux.				
3,00			Argile sableuse légèrement graveleuse jaunâtre.				

# **ESSAI DE PERMEABILITE**

PROTECTION CONTRE INONDATION - SOUSSE  
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

SONDAGE №  
1

PROFONDEUR /  
DE 0.00 à 5.00m



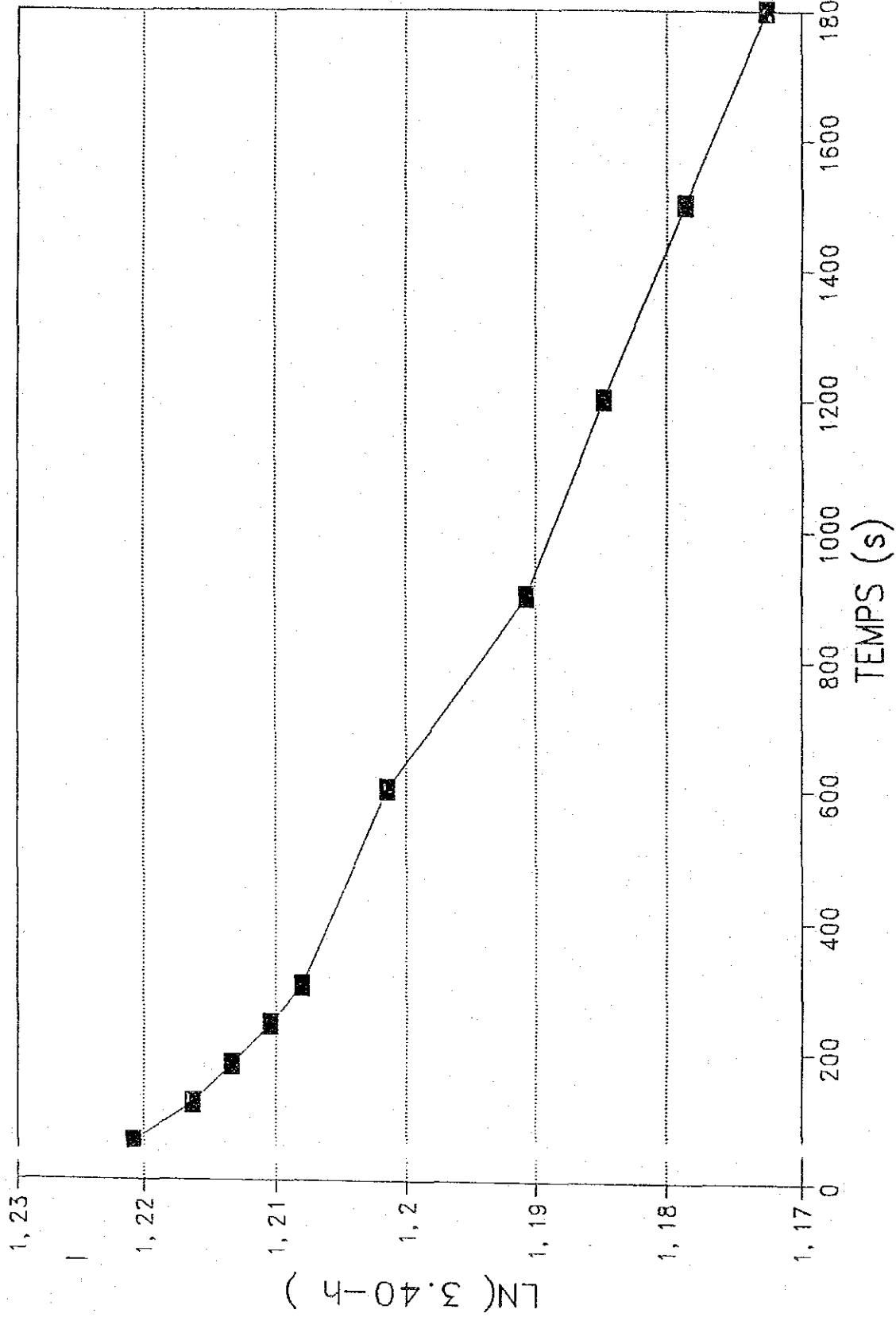
( 401.60 ) N

PROTECTION CONTRE INONDATION - SOUSSE  
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

ESSAIE N° 1

DE 5.00 à 10.00m

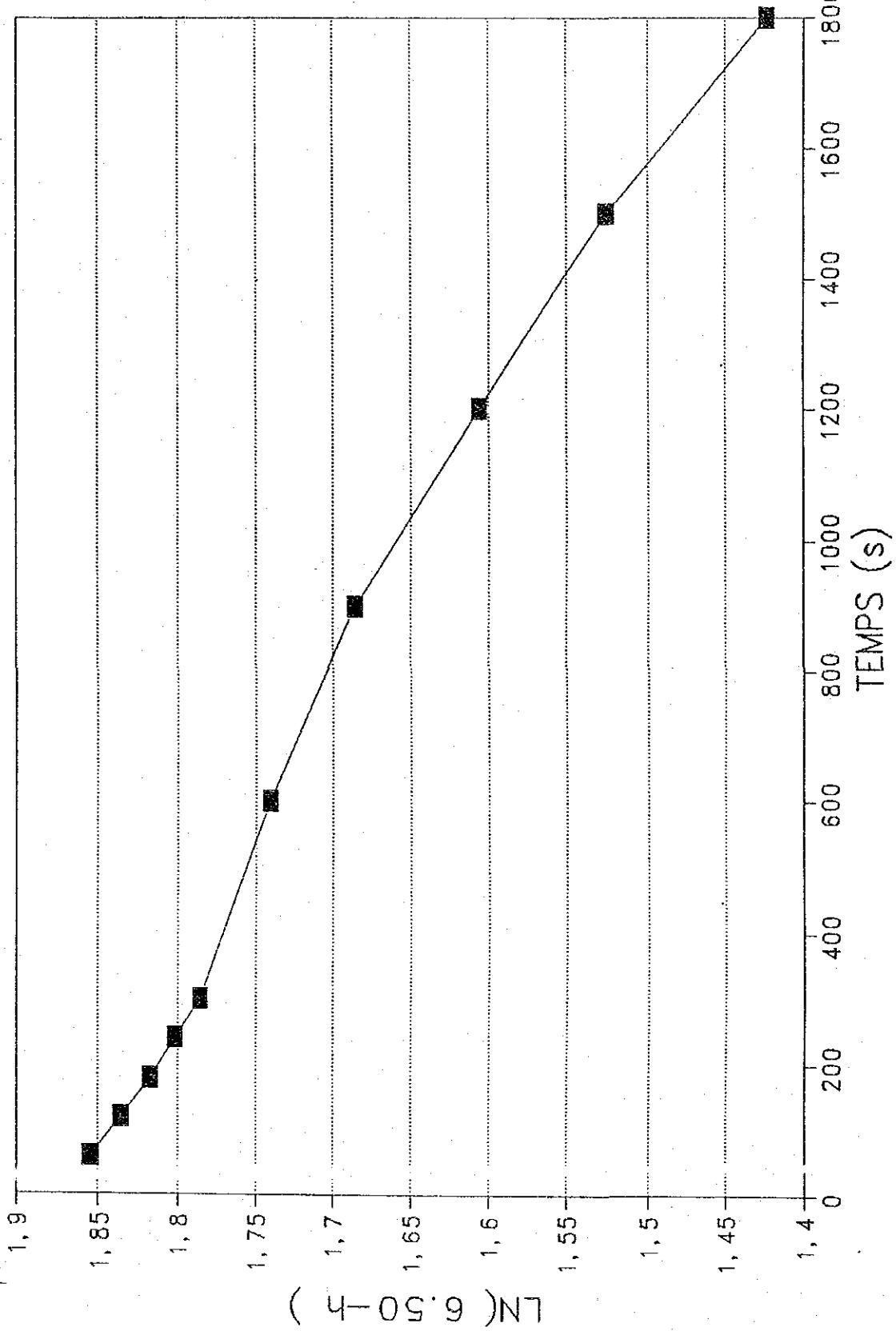
PROFONDEUR /



PROTECTION CONTRE INONDATION - SOUSSE  
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

ENQUETE N°  
1

PROFONDEUR /  
DE 15.00 à 20.00m

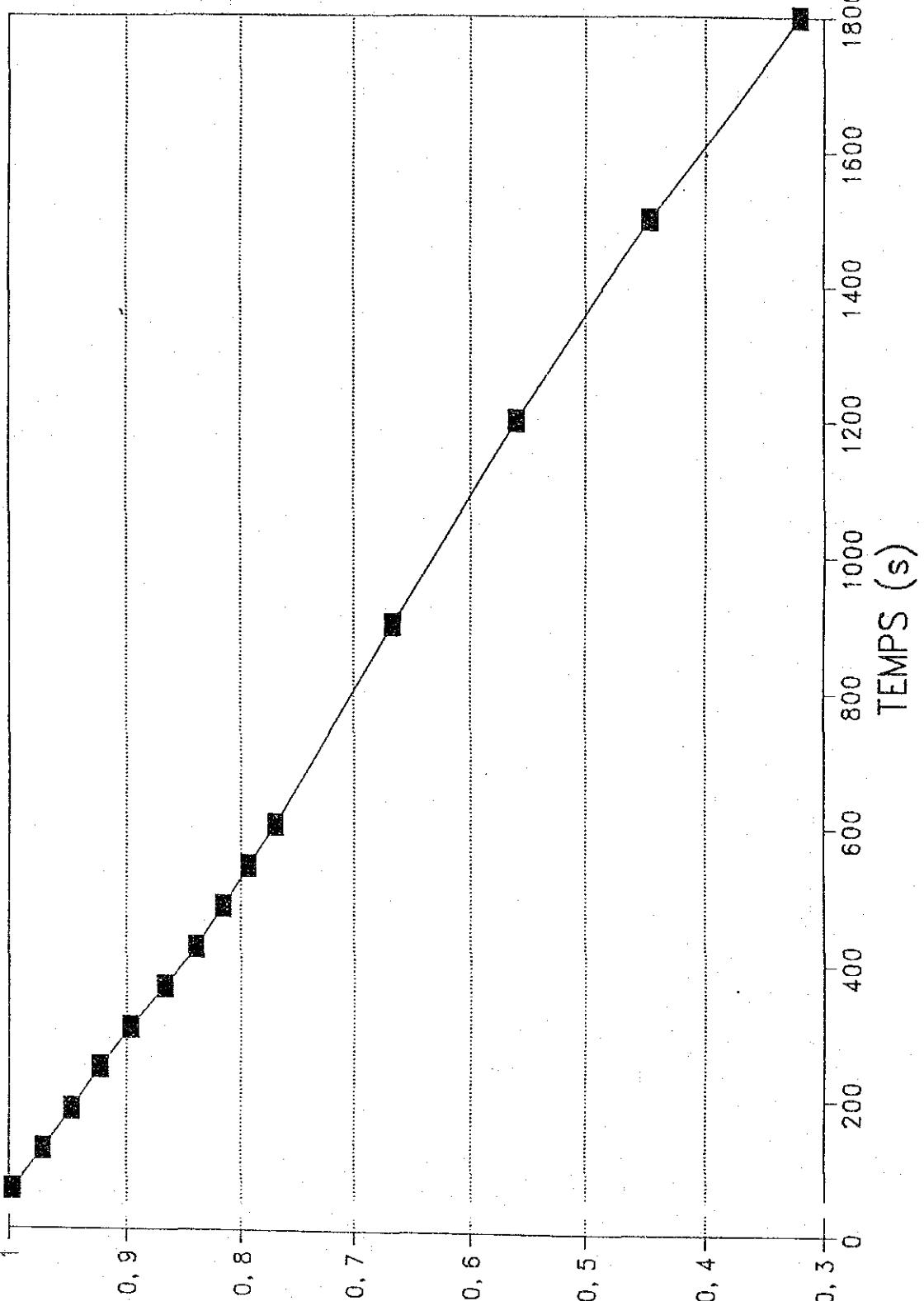


PROTECTION CONTRE INONDATION - SOUSSE  
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

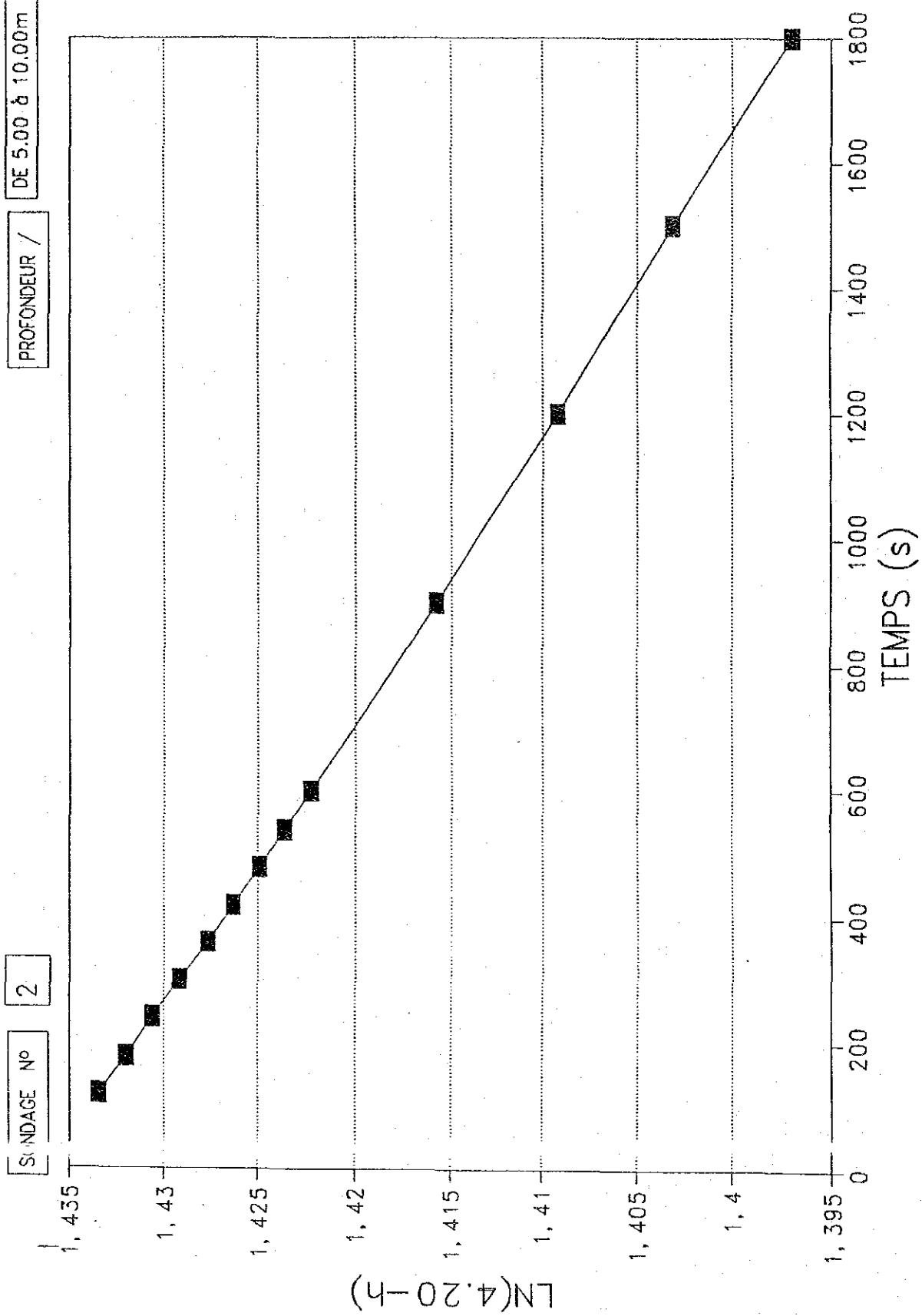
SISSAGE N° 2

PROFONDEUR / DE 0.00 à 5.00m

$$\ln(2.70 - \frac{t}{\tau})$$



PROTECTION CONTRE INONDATION - SOUSSE  
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

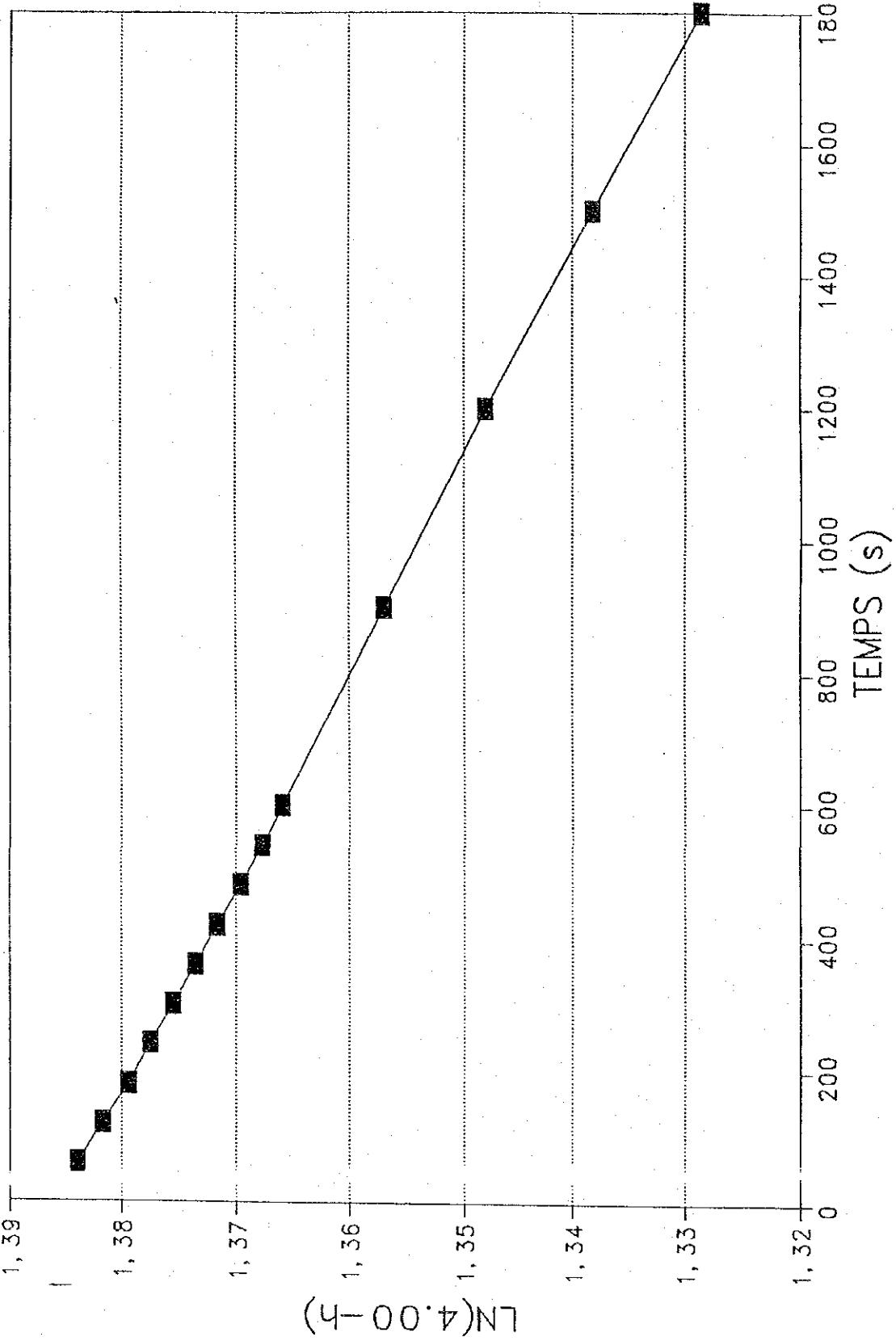


PROTECTION CONTRE INONDATION - SOUSSE  
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

SCONDAGE N° 2

DE 10.00 à 15.00M

PROFONDEUR /



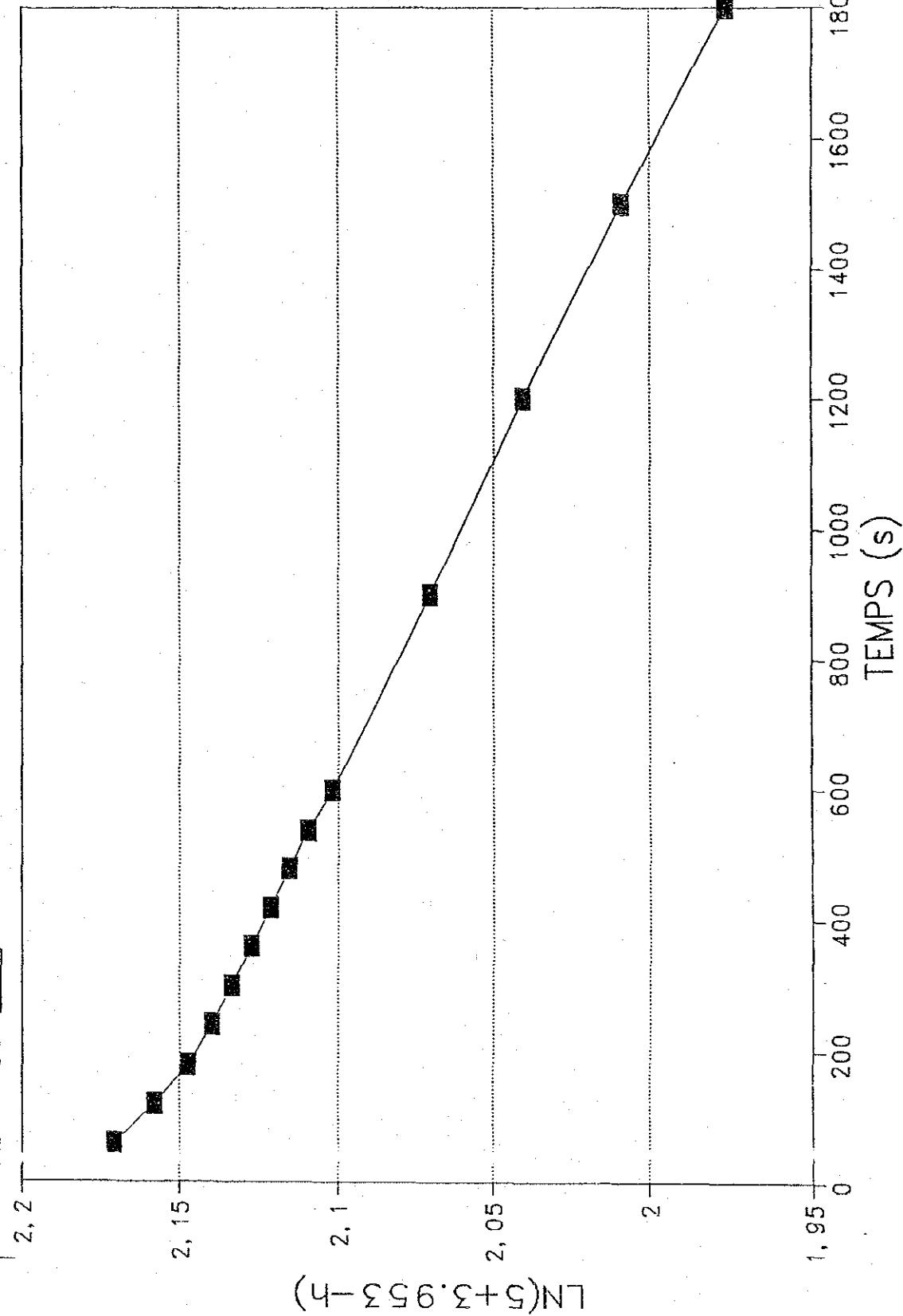
PROTECTION CONTRE INONDATION - SOUSSE  
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

SONDAGE N°

3

PROFONDEUR /

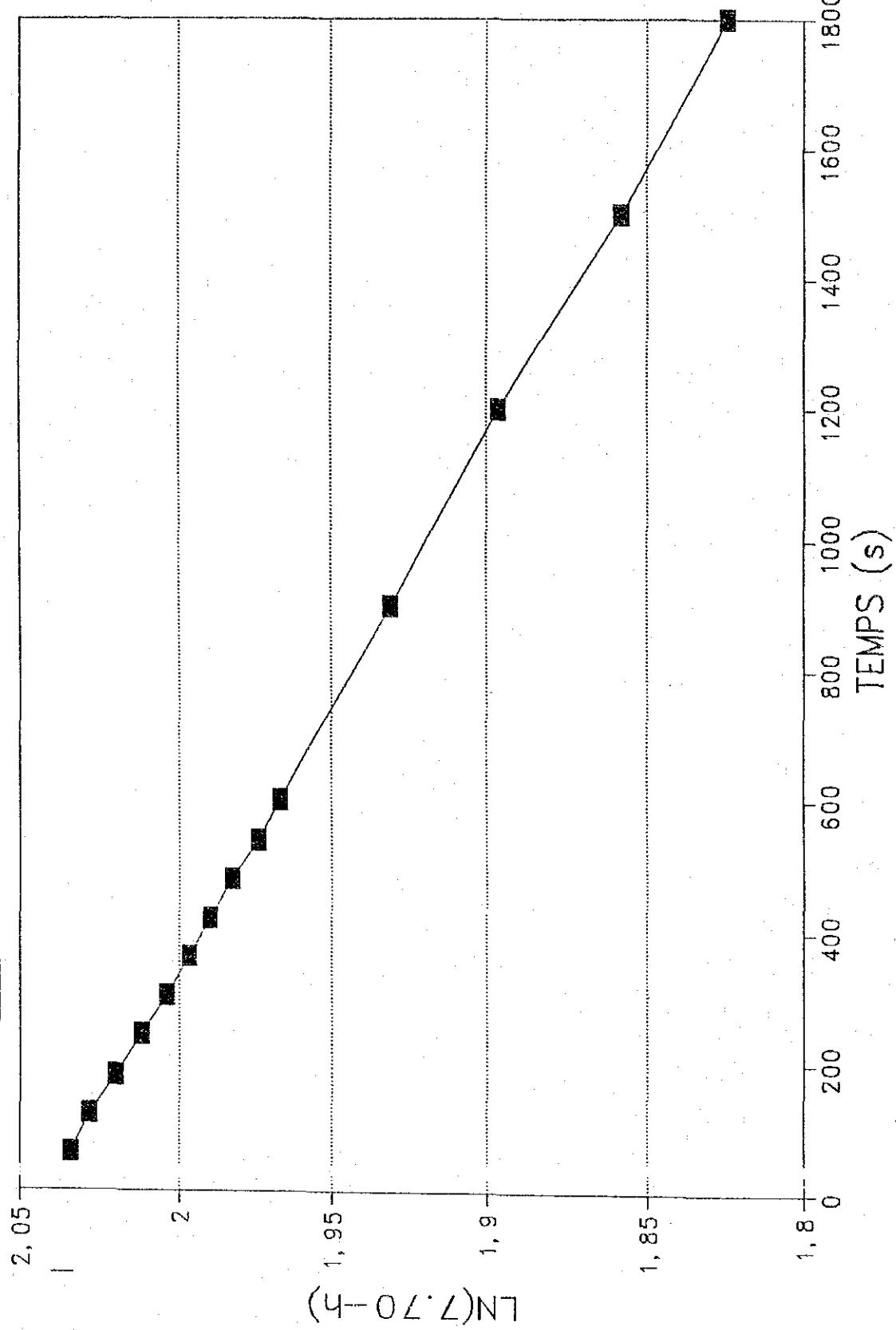
DE 0.00 0 5.00M



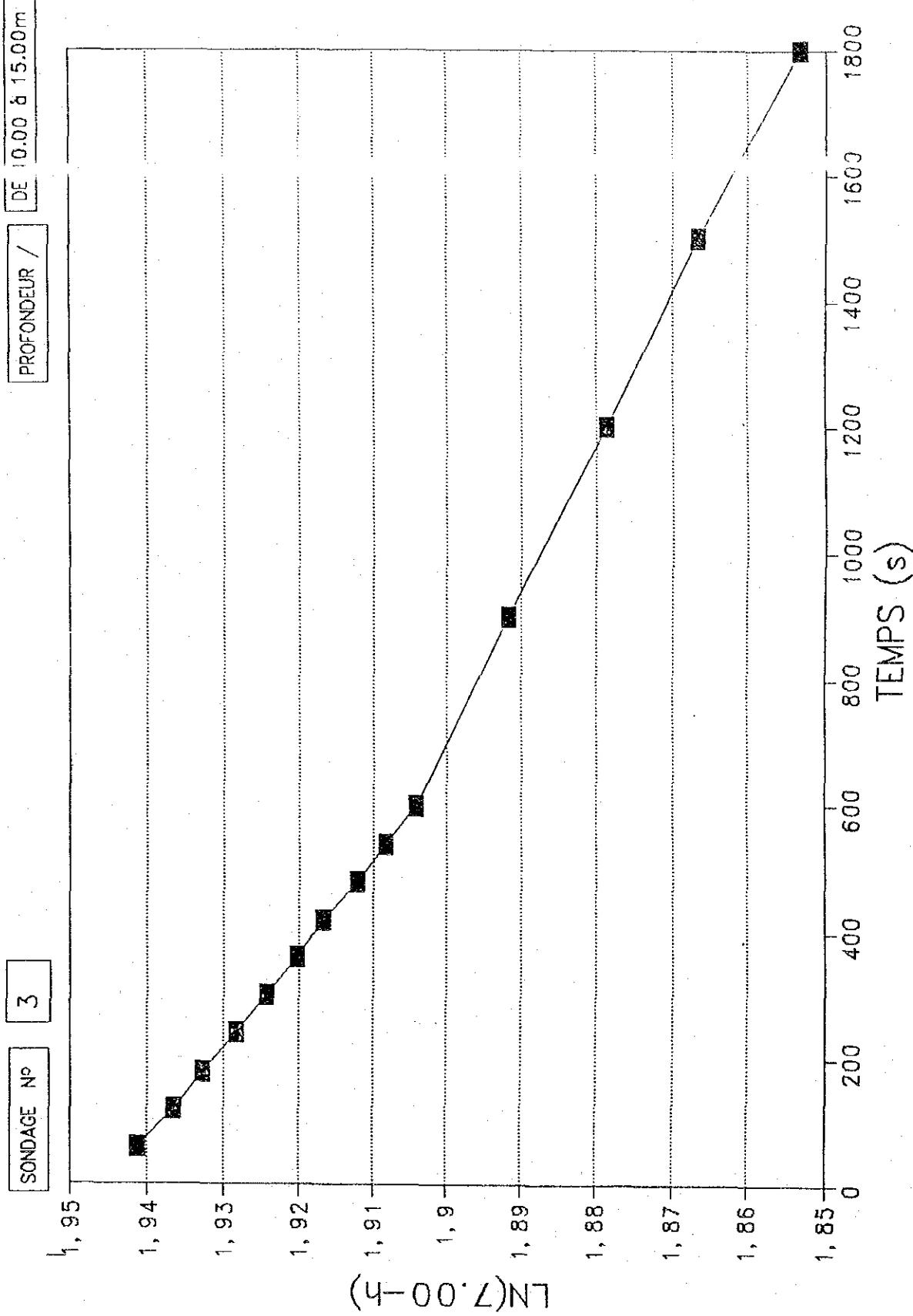
PROTECTION CONTRE INONDATION - SOUSSE  
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

SONDAGE № 3

PROFONDEUR /  
de 5,00 à 10,00m



PROTECTION CONTRE INONDATION - SOUSSE  
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC



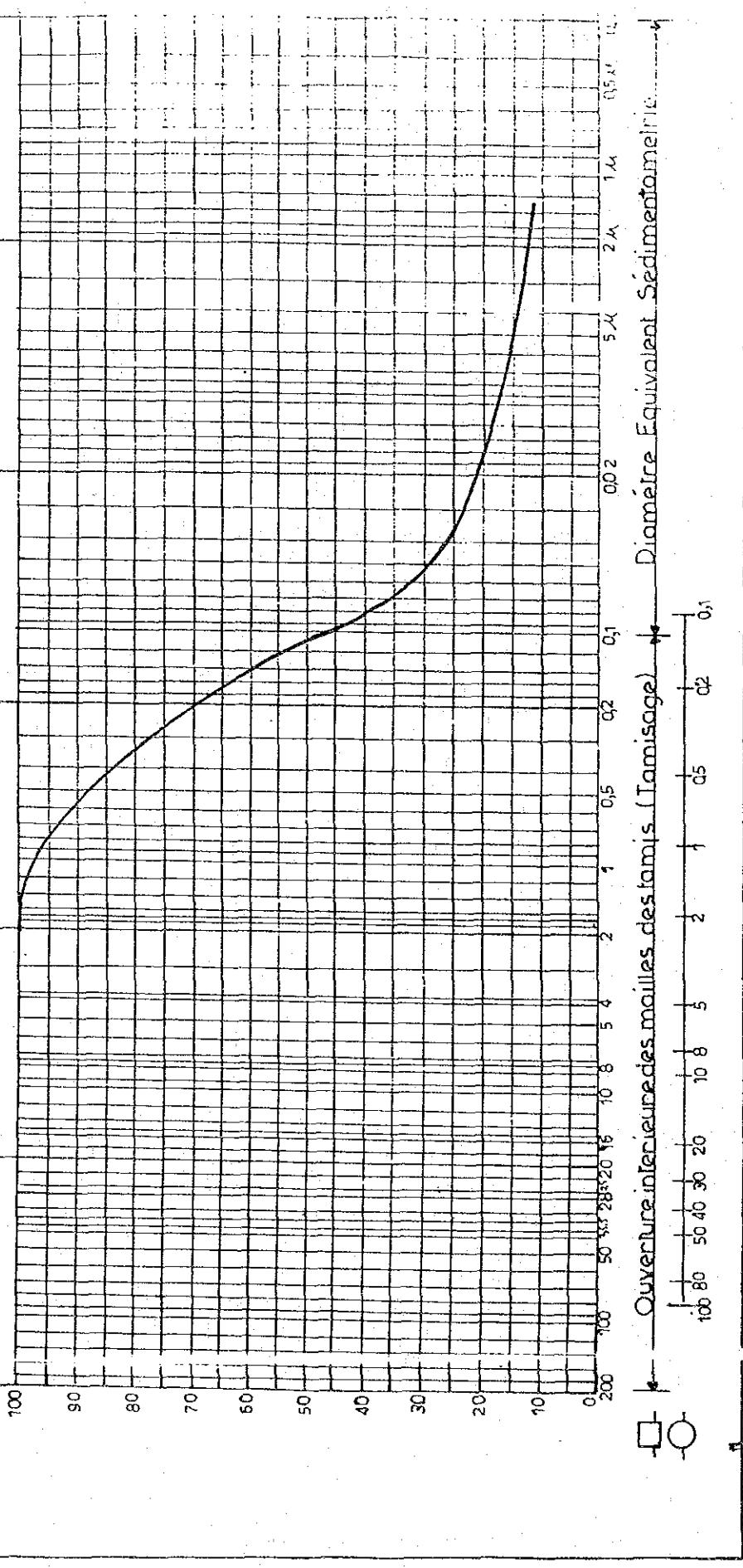
## **RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE**

G.T.U.

TABLEAU RECAPITULATIF DES ESSAIS DE  
LABORATOIRE  
IDENTIFICATION SUR ECHANTILLONS REMANIES

GIE . TU	TABLEAU RECAPITULATIF DES ESSAIS DE LABORATOIRE									
	IDENTIFICATION SUR ECHANTILLONS REMANIES					DOSSIER N°				
CHANTIER PROTECTION CONTRE LINONDATION DE LA VILLE DE SOUSSE	REPÉRAGE				NATURE					
	C	B.	R.	Pecmeabilité cm/sec						
					grain size mm	imbibe imbibition imbibition imbibition imbibition	indice CBR AVON index CBR index CBR index CBR	opt	1,8 . 10 <sup>-4</sup>	
Profondeur Réperage	W %	σ; gt %	Limites LL IP gt %	Granulométrie >2m 2m <2m μ	ES %	Gypse CCQ %	Proctor %	w% opt	1,5 . 10 <sup>-3</sup>	Sable fin vaseux, peu argileux grisâtre
T1	0,00 3,00	10,3 2,9	2,6,3	28,1 0 0	84 40 12,5			11,9 1,89		
T2	0,00 3,00	5,3 2,6,7	24,9	ind 0	97 28	4		12,5 1,86		Sable fin jaunâtre
T3	0,00 3,00	9,9 2,6,9	30,6	16,1 0	1 94	59 27		14,6 1,80		Sable fin argileux, légèrement graveleux jaunâtre
T4	0,00 3,00	6,4 2,6,5	28,1	15,2 1	2 92	35 11		10,7 1,92		Sable fin graveleux rougeâtre

ANALYSE GRANULOMETRIQUE		Dossier N°	Obs. n°
CHANTIER	KALAA KEBIRA	Eléments mm > 5	0
REPERAGE	T1	Eléments mm > 2	0
PROFONDEUR	0,00 à 3,00	Eléments mm < 0,42	84
NATURE		Eléments mm < 0,083	40
OBSERVATIONS		Eléments mm < 2 $\mu$	12,5



GE.TU

ESSAI N

PROCTOR M

CHANTIER KALAY KEBIRA

REPERAGE ST

PROFONDEUR 0,0 < 3,00 m

Teneur en eau optimale 11,2 %

Densité sèche maximale 1,887 g/cm<sup>3</sup>

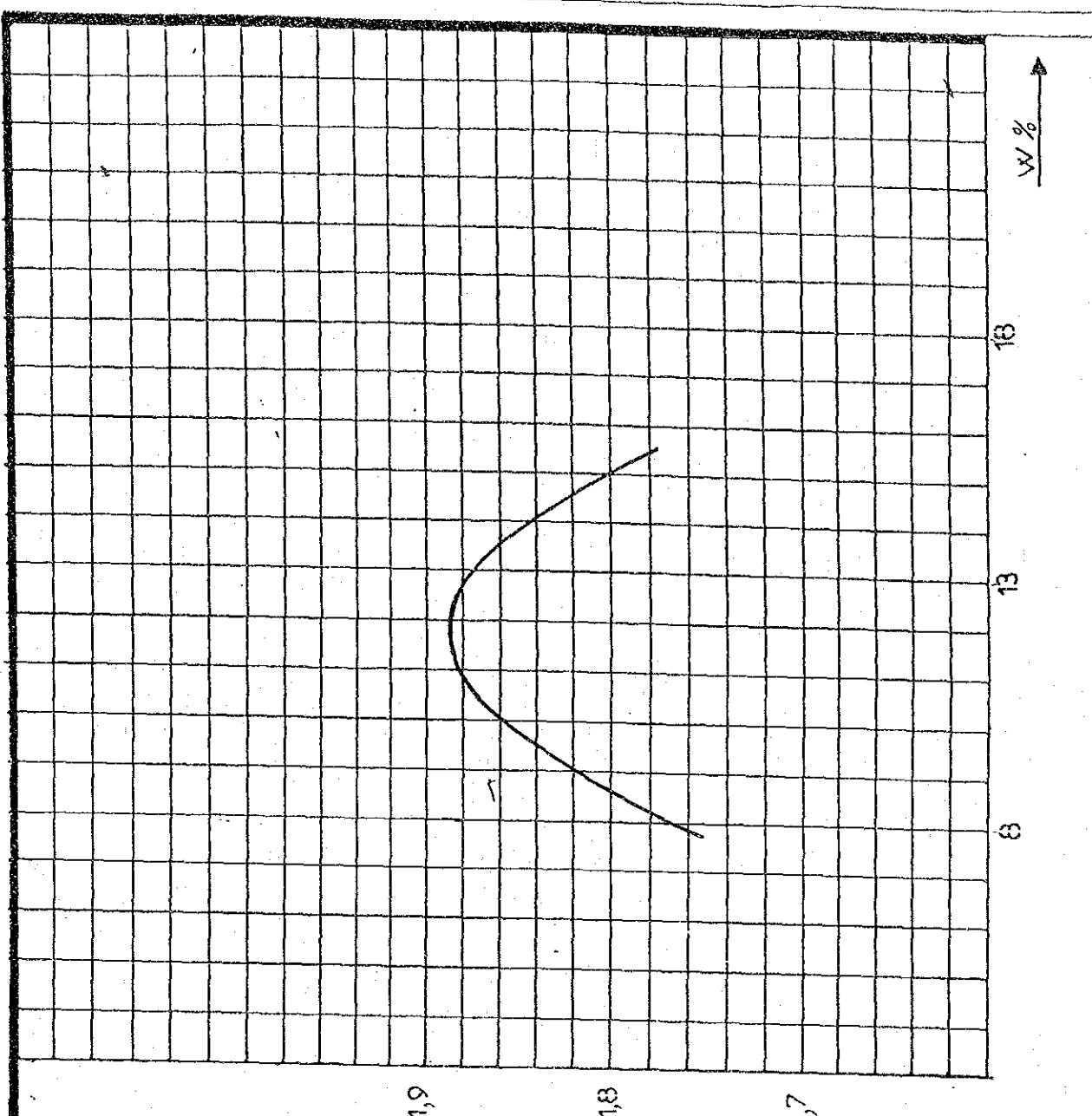
indice CBR avant imbibition

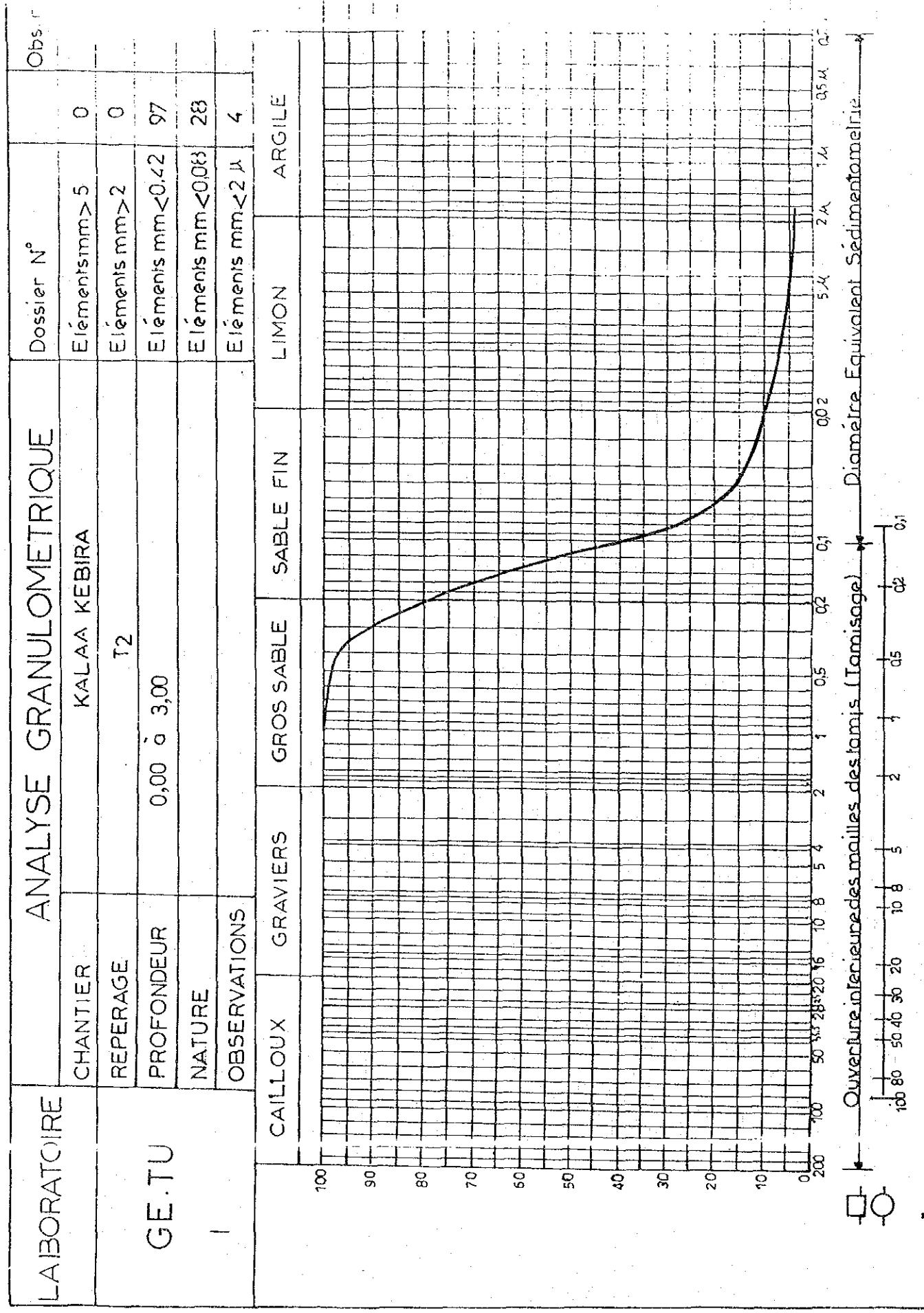
indice CBR après imbibition

Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif %

$\rho = 8 \text{ g/cm}^3$





GE.TU

ESSAI N°

PROCTOR M°

CHANTIER YALA KEBIRA

REPORAGE ST2

PROFONDEUR 0,00 / 3,00 m

Teneur en eau optimale 12,5 %

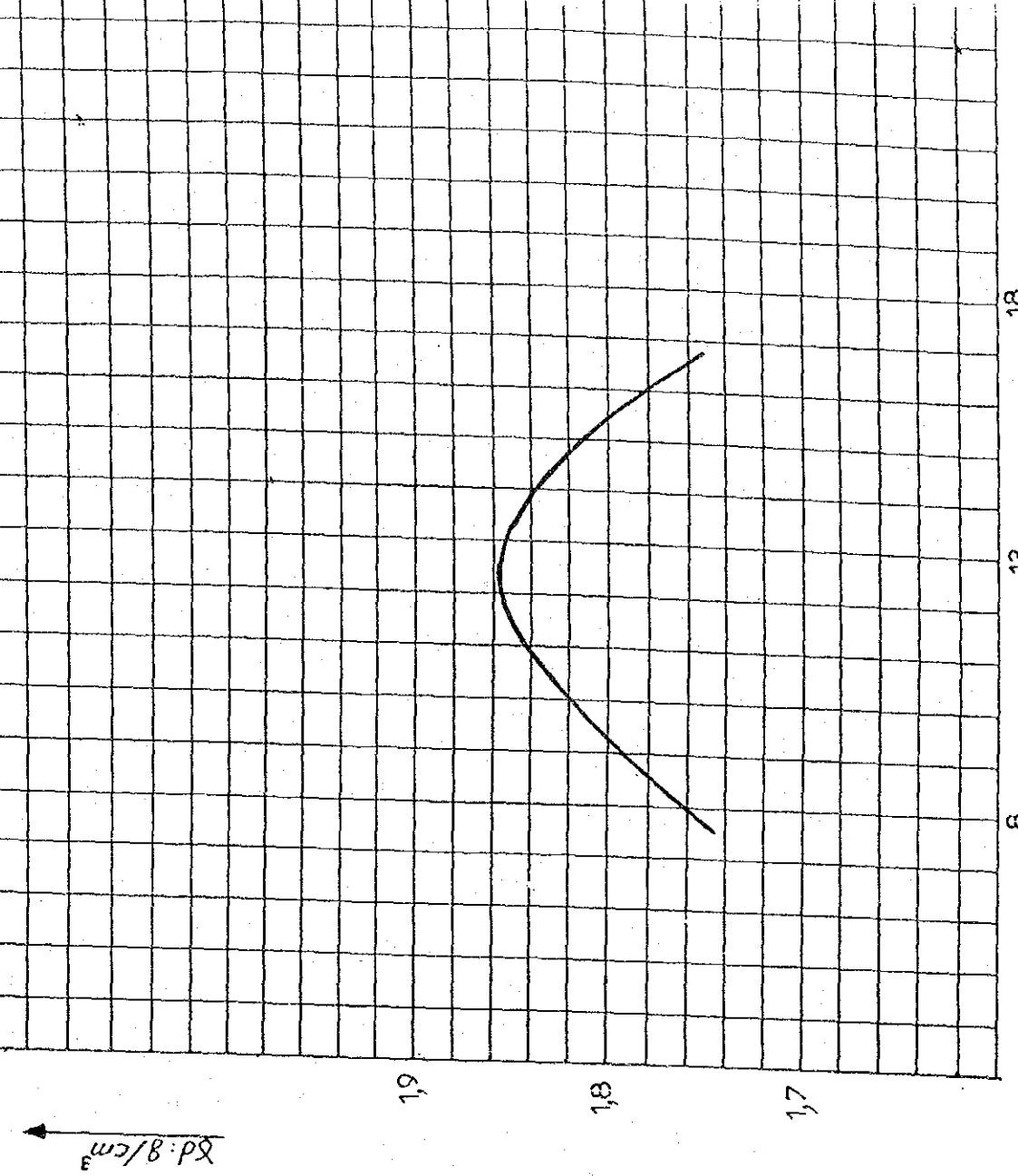
Densité sèche maximale 1,86 g/cm<sup>3</sup>

indice CBR avant imbibition

indice CBR après imbibition

Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif %



LABORATOIRE		ANALYSE GRANULOMETRIQUE			Dossier N°	Observation
CHANTIER	KALAA KEBIRA				0	
REPERAGE	T3				1	
PROFONDEUR	0,00 à 3,00				94	
NATURE					59	
OBSERVATIONS					27	
	CAILLOUX	GRAVIERS	GROS SABLE	SABLE FIN	LIMON	ARGILE
	100	90	80	70	60	50
	40	30	20	10	8	5
	2	1	0,5	0,2	0,1	0,02
	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
	0,02	0,04	0,08	0,16	0,32	0,64
	0,01	0,02	0,04	0,08	0,16	0,32

Diagramme de Ganguillet pour l'analyse granulométrique.

Échelle logarithmique des diamètres équivalents (mm) sur l'axe vertical (de 0,01 à 200 mm).

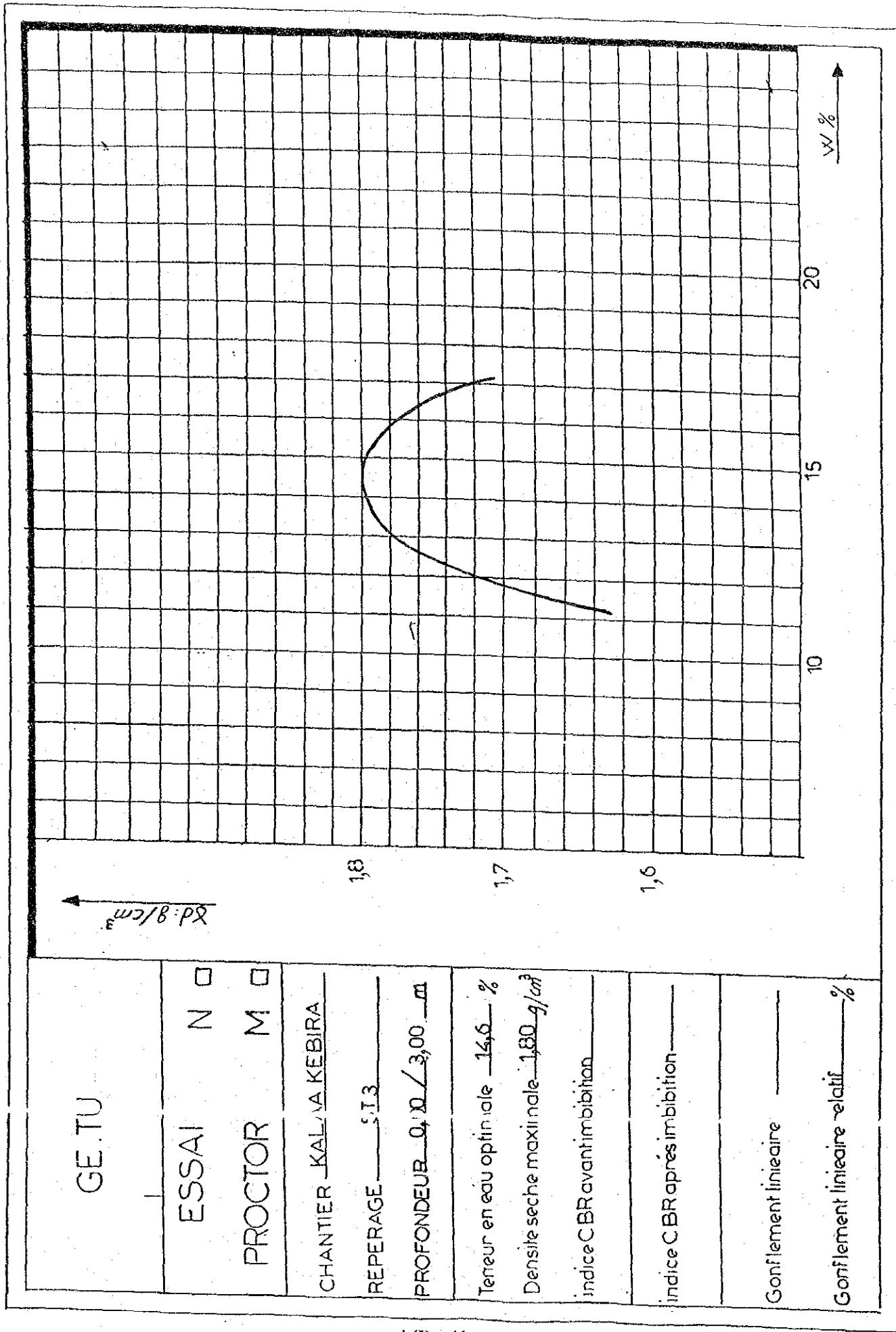
Échelle linéaire des pourcentages (de 0 à 100 %) sur l'axe horizontal.

La courbe montre une distribution unimodale et moyenne, caractéristique d'un sable fin.

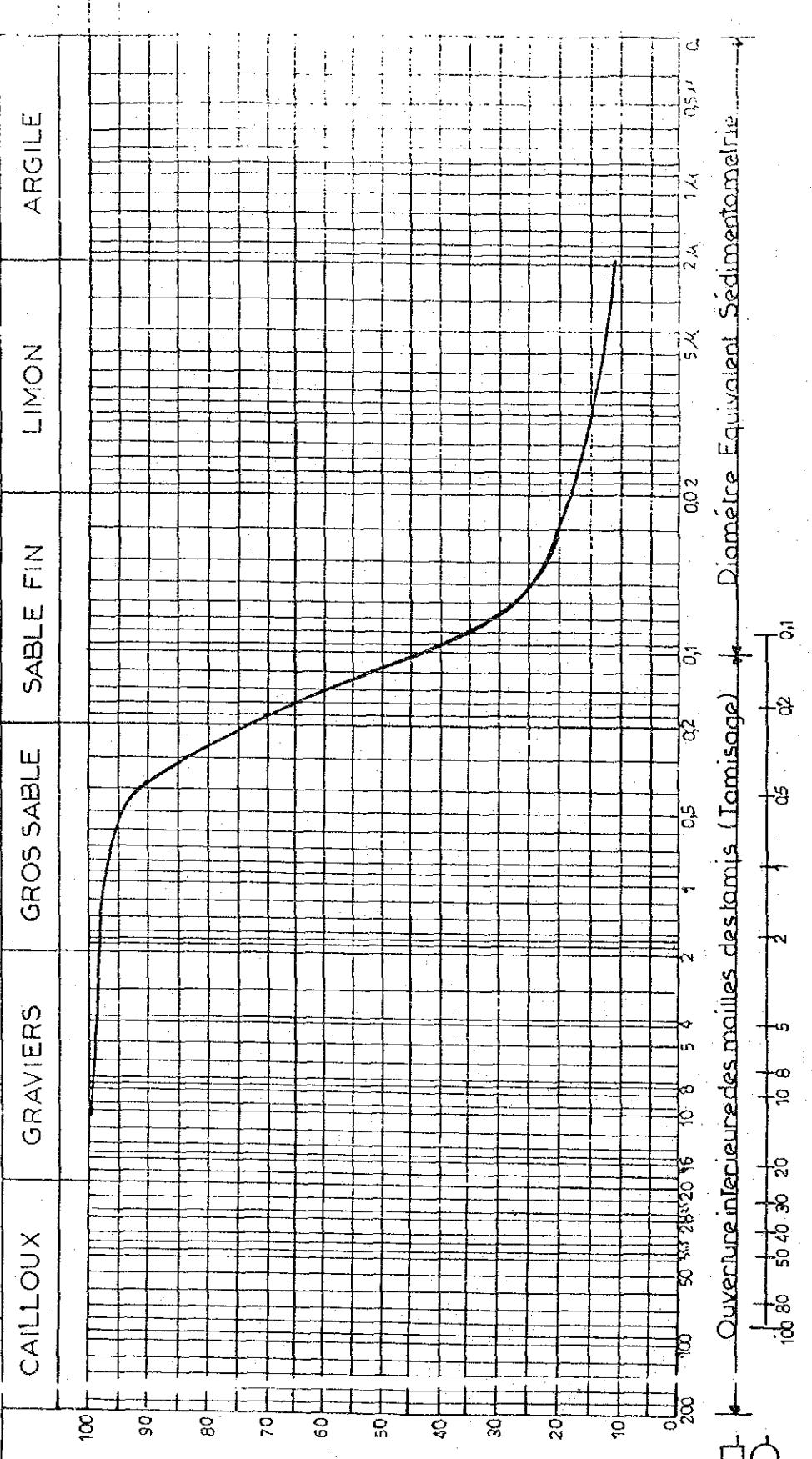
Legendes pour les fractions granulaires :

- CAILLOUX : 100% à 0,1%
- GRAVIERS : 0,1% à 0,02%
- GROS SABLE : 0,02% à 0,01%
- SABLE FIN : 0,01% à 0,001%
- LIMON : 0,001% à 0,0001%
- ARGILE : 0,0001% et moins

Indication : Ouverture inférieure des mailles de tamisage.



LABORATOIRE		ANALYSE GRANULOMETRIQUE		Dossier N°	Obs.
CHANTIER	M'SAKEN		Éléments mm > 5	1	
REPERAGE	T4		Éléments mm > 2	2	
PROFONDEUR	0,00 à 3,00		Éléments mm < 0,42	92	
NATURE			Éléments mm < 0,08	35	
OBSERVATIONS			Éléments mm < 2 $\mu$	11	



GE.TU

ESSAI N

PROCTOR M

CHANTIER — M'SAKEN

REPERAGE — SITE

PROFONDEUR 0,00 / 3,00 m

Teneur en eau optimale 10,2 %

Densité sèche en maximum 1,92 g/cm<sup>3</sup>

Indice CBR av. imbibition

Indice CBR après imbibition

Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif %

$\sigma = 8 \text{ kN/m}^2$

1,9

1,8

1,7

7

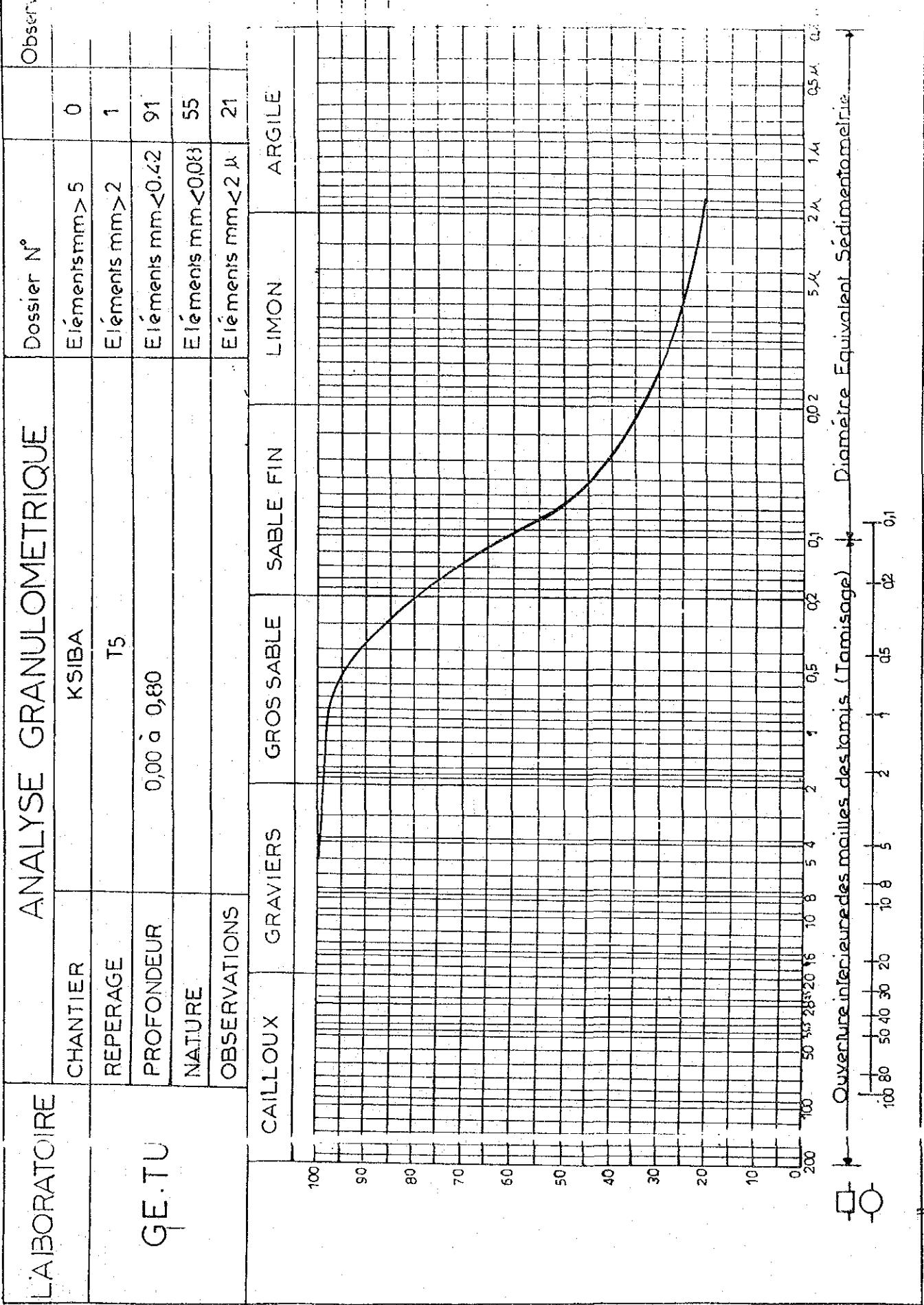
12

17

$W \% \rightarrow$

G.E.T.U

TABLEAU RECAPITULATIF DES ESSAIS DE  
LABORATOIRE  
IDENTIFICATION SUR ECHANTILLONS REMANIES



GE.TU

ESSAI N

PROCTOR M

CHANTIER — KSIBA

REPERAGE STS

PROFONDEUR 0,00 / 0,30 m

Teneur en eau optimale 11,5 %

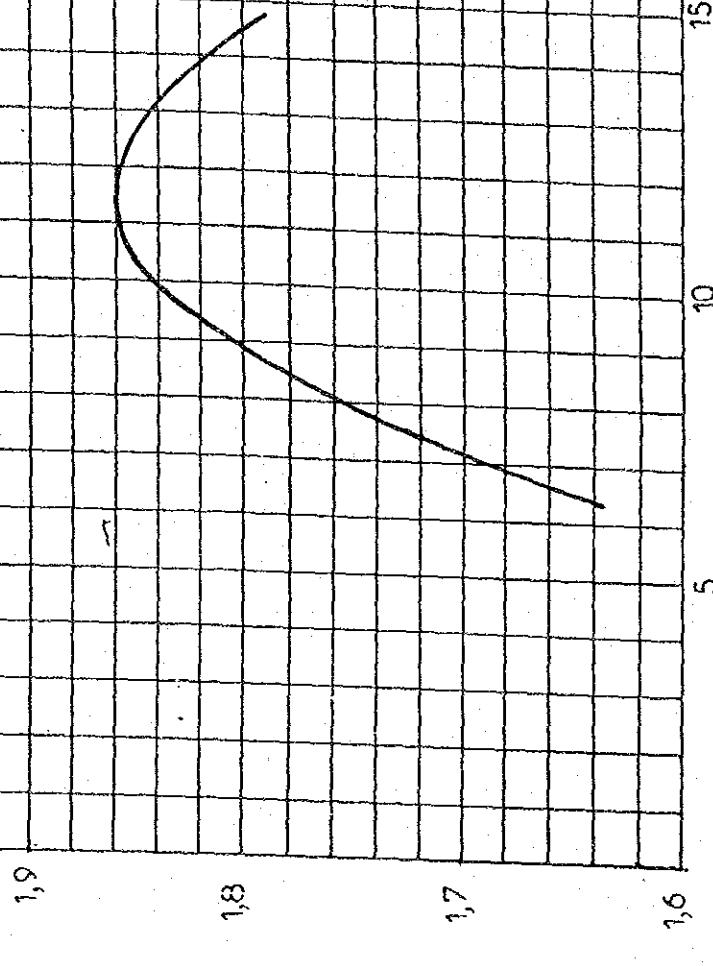
Densité sèche maximale 186 g/cm<sup>3</sup>

Indice CBR avant imbibition

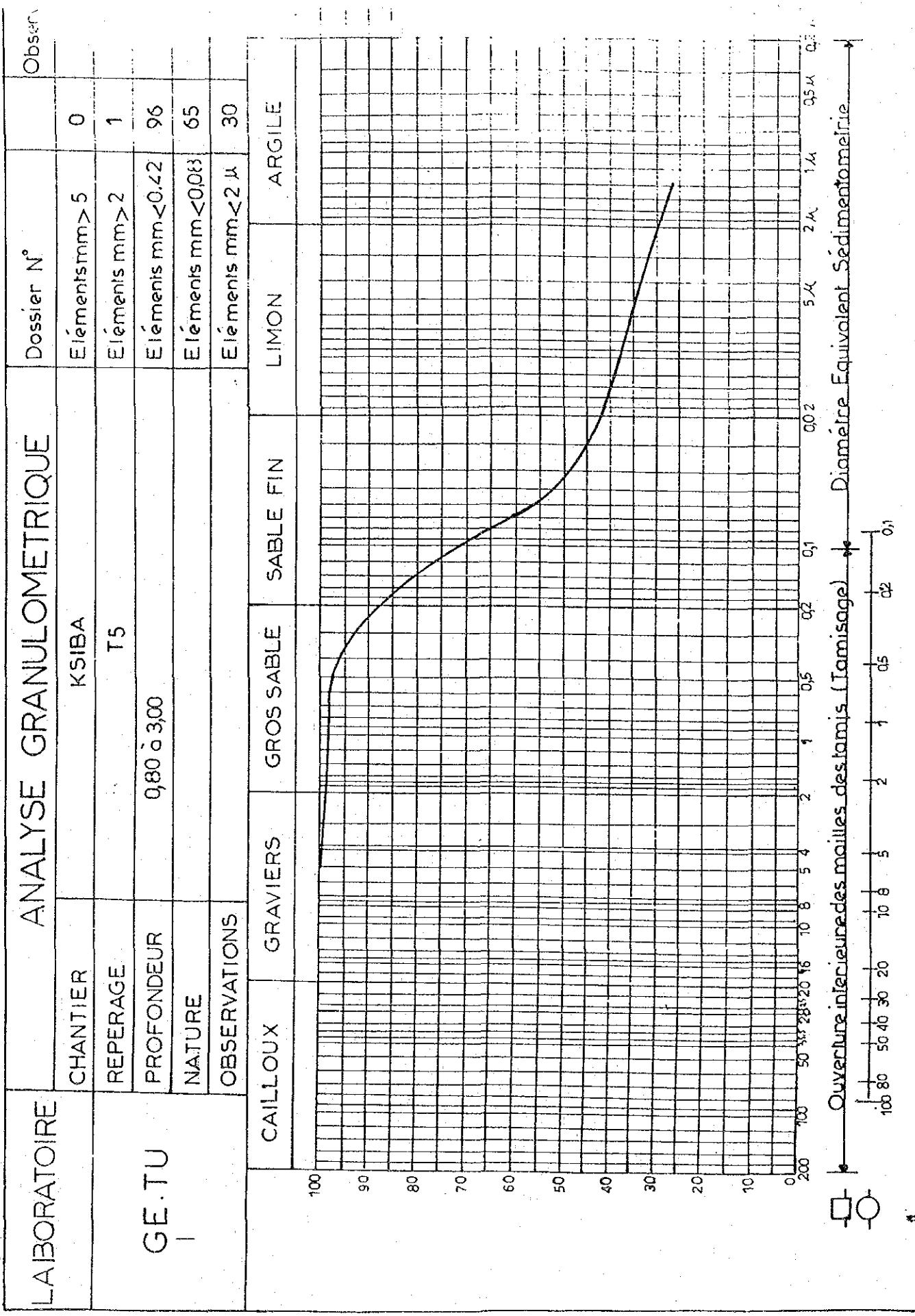
Indice CBR après imbibition

Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif %



$\rho_d = 8 \text{ g}/\text{cm}^3$



CE.TU

ESSAI

PROCTOR

N

M

CHANTIER — K.SIBA

REPERAGE — STS

PROFONDEUR — 0,80 / 3,00 m

Teneur en eau optimale — 15,2 %

Densité sèche maximale — 1,78 g/cm<sup>3</sup>

Indice CBR avant imbibition

Indice CBR après imbibition

Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif — %

1,8

1,7

1,6

10

15

20

W %

W<sub>opt</sub>/B.PQ

# **VILLE DE TUNIS**

# **COUPES GEOLOGIQUES DES TARIERES**

GETU

## SONDAGE A LA TARIERE

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA  
VILLE DE TUNIS

DATE D'EXECUTION: 27/04/93

BORJ CEDRIA

T1

X:

Y:

Z:

Echelle = 1/50

PROFONDEUR	COUPE	ETAGE GEOLOGIQUE	DESCRIPTION DES TERRAINS	PIEZOMETRE	NIVEAU D'EAU	ESSAIS D'EAU	ECHANTILL.
3,00	c c c c c c c c c c c c c c c c		Gravier argileux brun à marron.				

GETU

## SONDAGE A LA TARIERE

PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA  
VILLE DE TUNIS

M'HAMDIA

T2

DATE D'EXECUTION : 27/04/93

X:

Y:

Z:

Echelle = 1/50

PROFONDEUR	COUPE	ETAGE GEOLOGIQUE	DESCRIPTION DES TERRAINS	PIEZOMETRE	RIVIERE D'EAU	ESSAIS D'EAU	ECHANTILL.	
3,00			Argile plastique jaunâtre.					

GETU

SONDAGE A LA TARIERE  
PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA  
VILLE DE TUNIS  
OUED MELIANE-Autoroute

DATE D'EXECUTION : 27/04/93

T3

Echelle = 1/50

X:

Y:

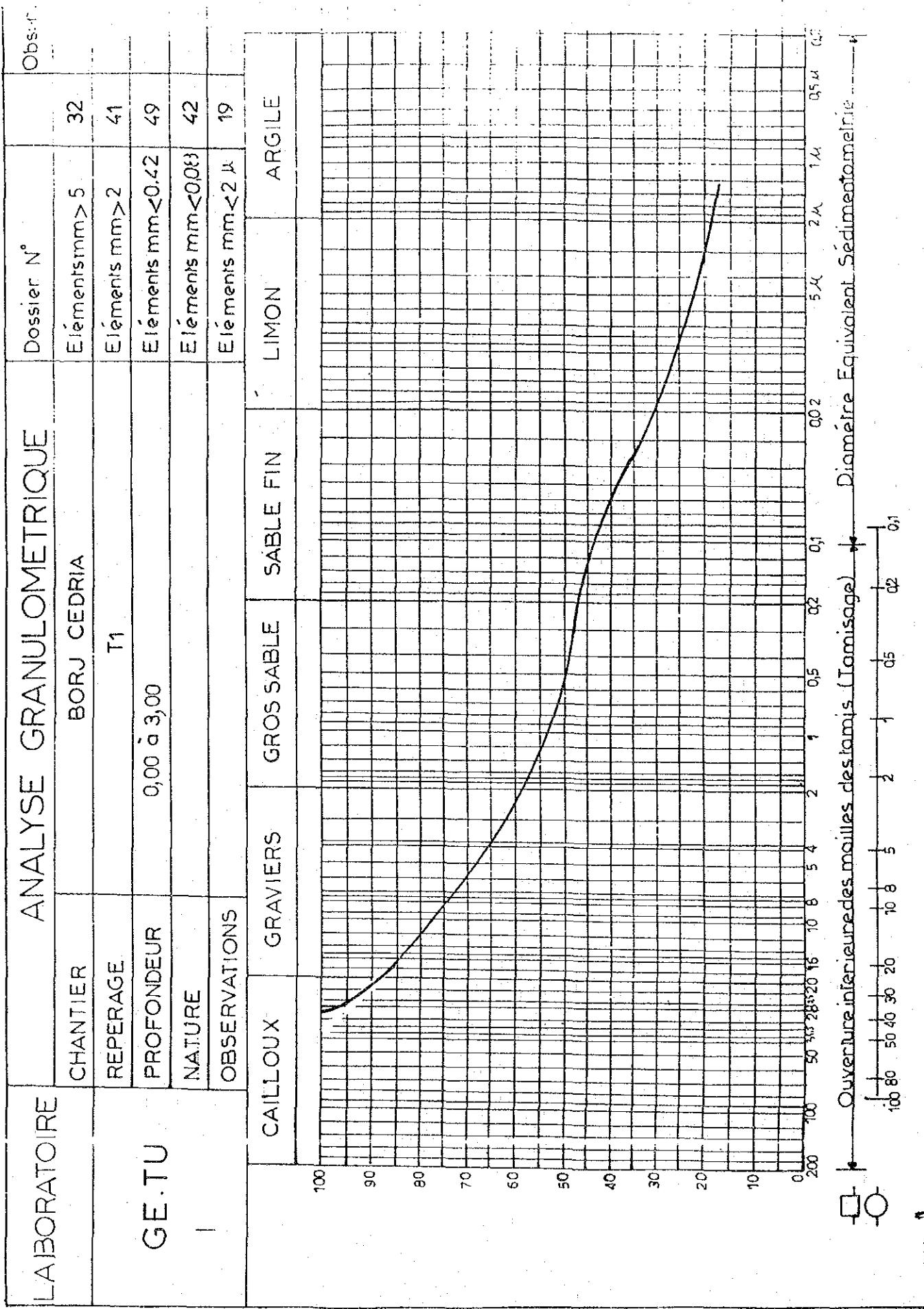
Z:

PROFONDEUR	COUPE	ETAGE GEOCHQUE	DESCRIPTION DES TERRAINS	PIEZOMETRE	NIVEAU D'EAU	ESSAIS D'EAU	ECHANTILL.
3,00			Margile silteuse brunâtre.				

## **RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE**

GE.TU

TABLEAU RECAPITULATIF DES ESSAIS DE  
LABORATOIRE  
IDENTIFICATION SUR ECHANTILLONS REMANIES



GE.TU

ESSAI N

PROCTOR M

CHANTIER BORU CEDRIA

REPERAGE ST1

PROFONDEUR 0,00 / 3,00 m

Teneur en eau optimale 15,7 %

Densité sèche maximale 1,29 g/cm<sup>3</sup>

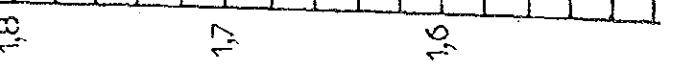
Indice CBR avant imbibition

Indice CBR après imbibition

Confluent linéaire

Confluent linéaire relatif

ED/8:px



21  
16  
11  
W %

GE.TU

ESSAI N °

PROCTOR M °

CHANTIER BORJ CEDRIA

REPÉRAGE ST1

PROFONDEUR 0,00 / 3,00 m

Teneur en eau optimale 11,5 %

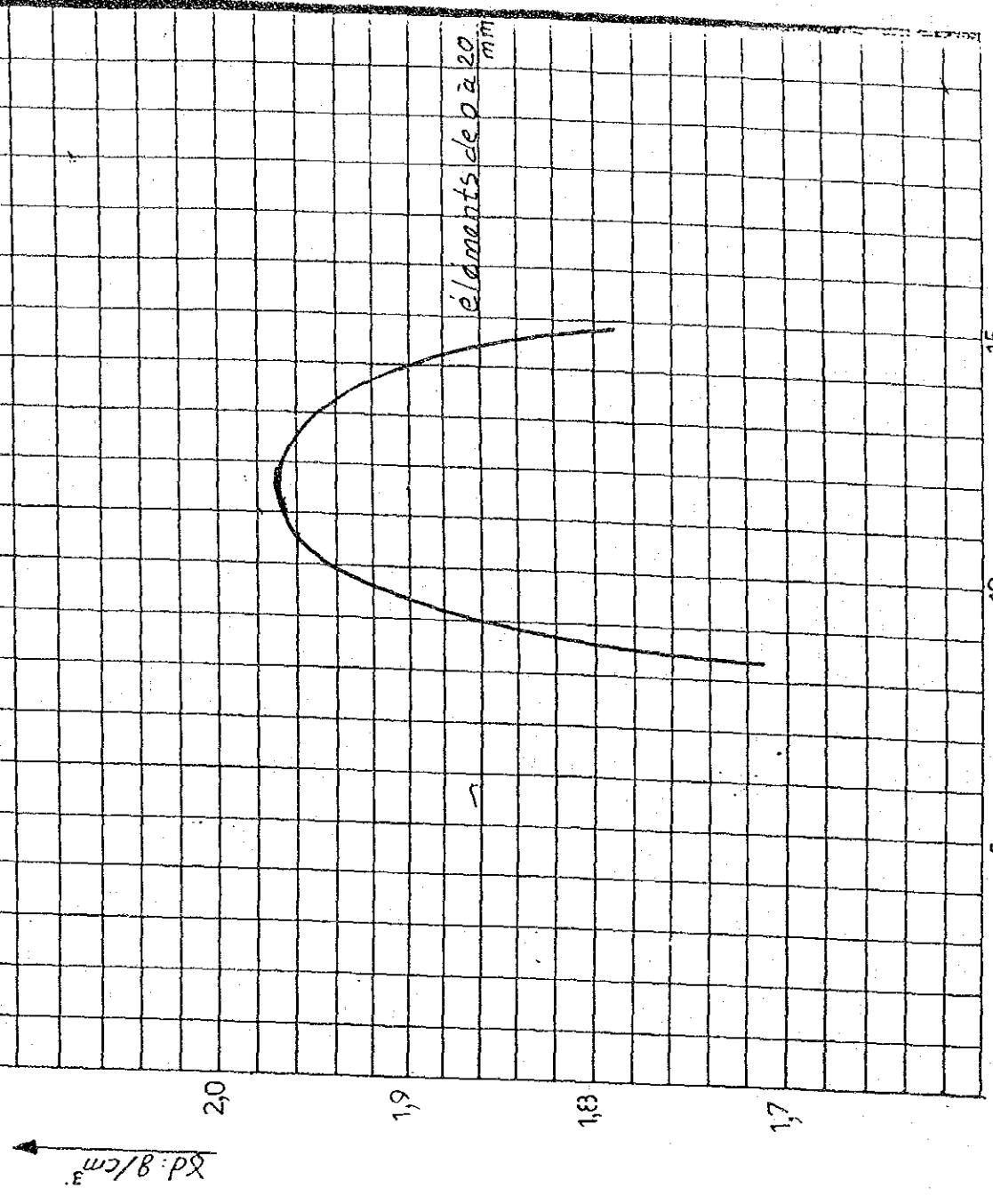
Densité sèche maximale 1,92 g/cm<sup>3</sup>

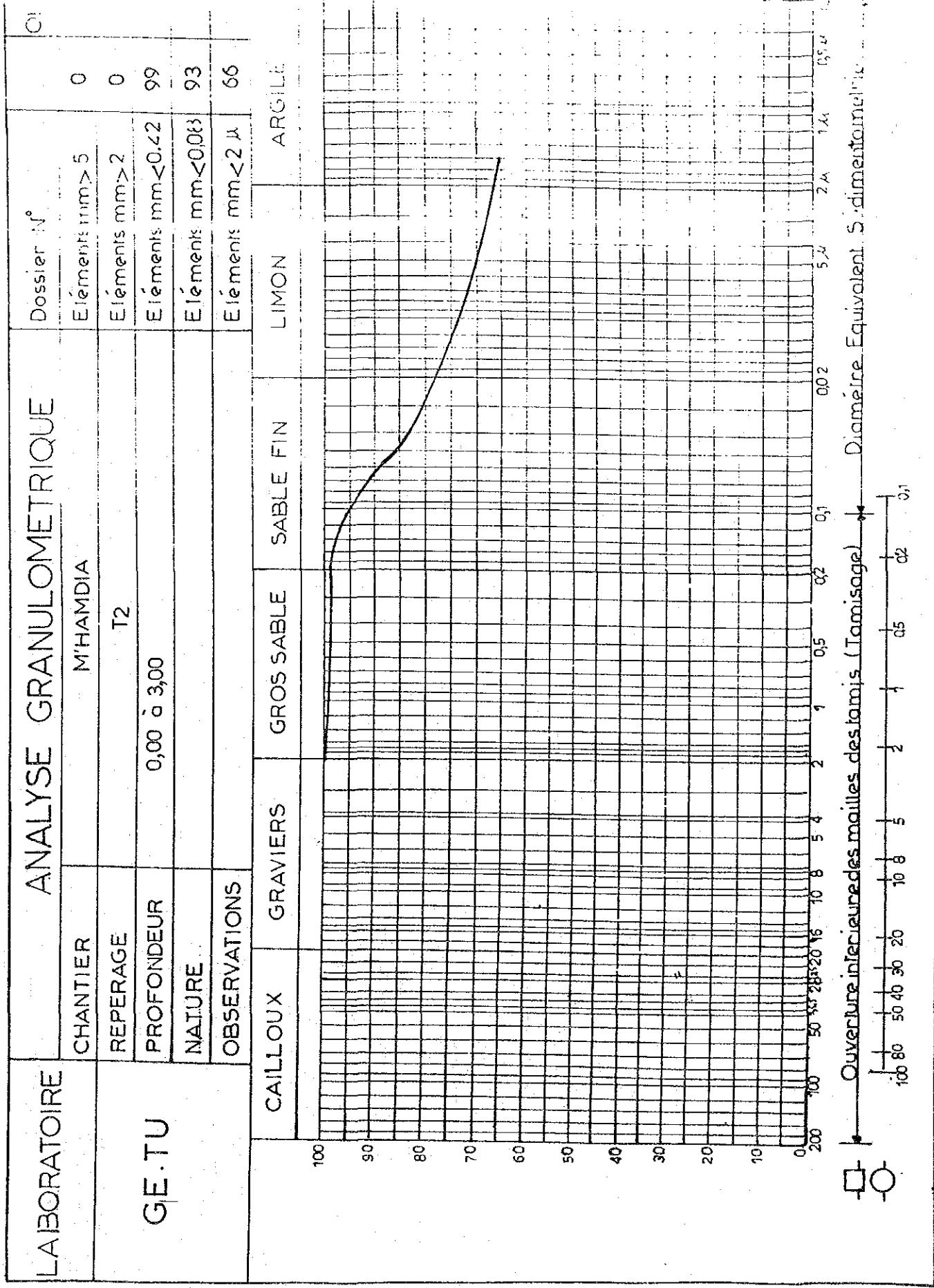
Indice CBR avant imbibition

Indice CBR après imbibition

Confluent linéaire

Confluent linéaire relatif %





GE.TU

ESSAI N°

PROCTOR M°

CHANTIER M'HAMdia

REPORAGE ST2

PROFONDEUR 0,00 / 3,00 m

Teneur en eau optimale 21,2 %

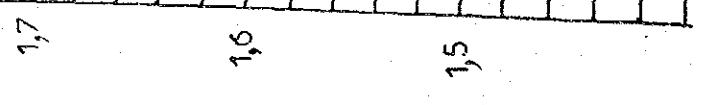
Densité sèche maximale 1,64 g/cm<sup>3</sup>

Indice CBR avant imbibition

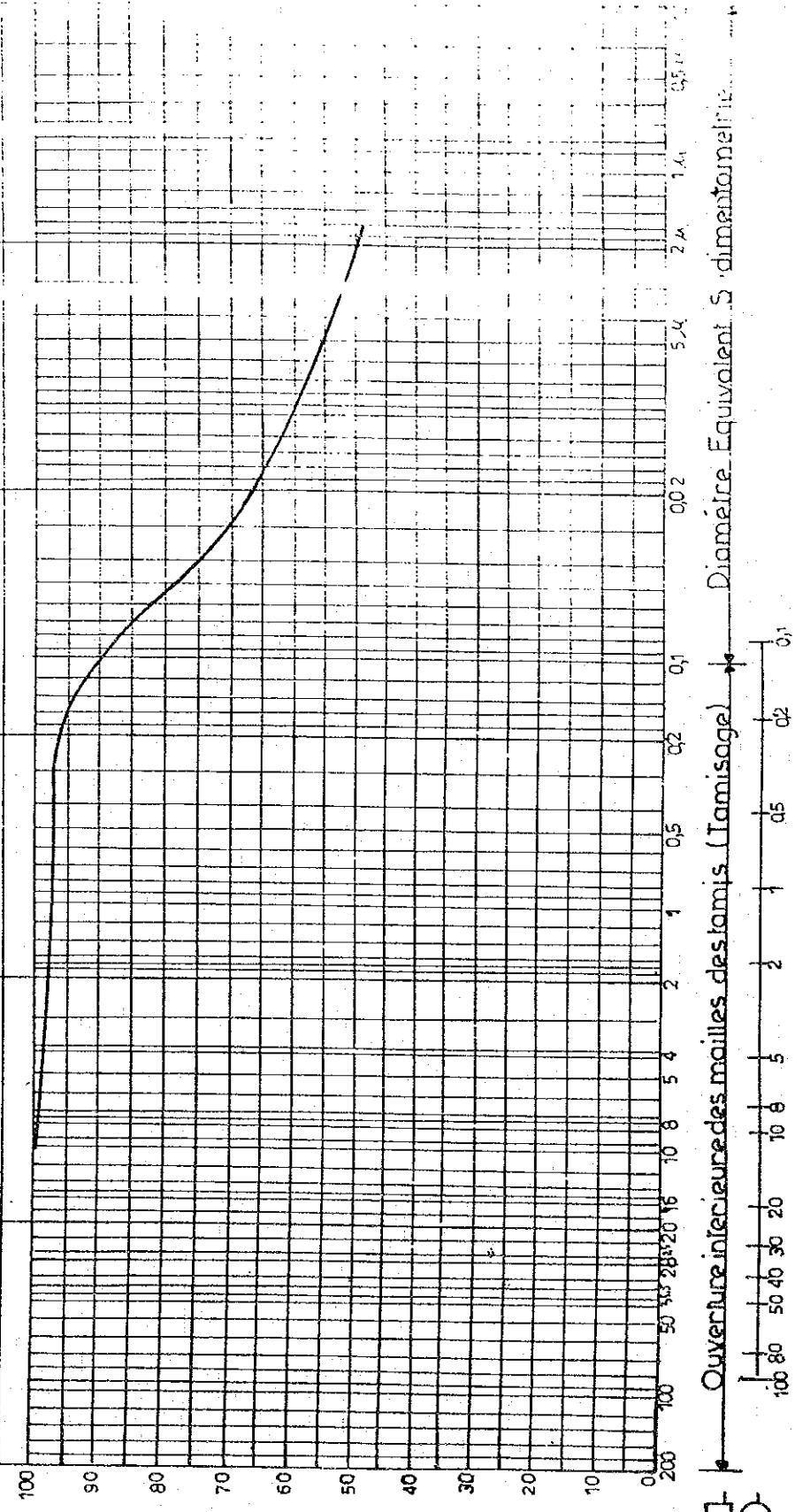
Indice CBR après imbibition

Gonflement linéaire

Gonflement limite relatif %



LABORATOIRE		ANALYSE GRANULOMETRIQUE		Dossier n°	Observe
CHANTIER	AUTOROUTE			Élement mm > 5	1
REPERAGE	T3			Éléments mm > 2	2
PROFONDEUR	0,00 à 3,00			Éléments mm < 0,42	97
NATURE				Éléments mm < 0,063	87
OBSERVATIONS				Éléments mm < 2 μ	50



A(I) - 61

GE.TU

ESSAI N °

PROCTOR M °

CHANTIER SOUD MELYEN

REPÉRAGE ST3

PROFONDEUR 0,00 / 3,00 m

Teneur en eau optimale 16,1 %

Densité sèche maximale 1,76 g/cm<sup>3</sup>

indice CBR avant imbibition

indice CBR après imbibition

Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif %

1,8

1,7

1,6

13 13 12

V/V %

$\omega_c/B \cdot p_0$