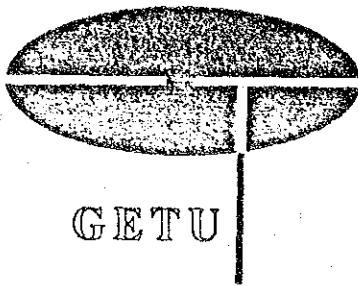


GEOTECHNICAL INVESTIGATION DATA

II. Feasibility Study Stage

GEOTECHNIQUE TUNISIE

15, Rue 8601 - Zone Industrielle
LA CHARGUIA 1
Tél.: 786.876 - 792.474
Fax : 783.644 - Téléx : 15552
BP : 223 - Tunis - CEDEX : 1080



الحقيقة الارضية
التونسية

15 ، نهج 8601 - الحي الصناعي
الشرقية 1
الهاتف : 786.876 - 792.474
فاكس : 783.644 - 15552
ص.ب : 223 - 1080 تونس

JICA STUDY TEAM

Protection Contre les Inondations de la Ville de Sousse et l'Ariana

CAMPAGNE GEOTECHNIQUE

Rapport d'Interprétation

AFFAIRE			typ doc	origine	n° dossier	n° sous-dossier	n° ordre	ind.
H								
G								
F								
E								
D								
C								
B								
A				1ère émission				
IND	DATES	ETABLIS	MODIFICATIONS		VERIFIE		CJ	Nb

PREAMBULE

Dans le cadre de l'étude de protection contre les inondations des villes de SOUSSE ET DE L'ARIANA, L'Association Internationale de Coopération Japonaise, J.I.C.A, nous a confié la réalisation d'une deuxième phase de reconnaissance de sol.

Les investigations correspondantes ont porté sur l'exécution de 6 sondages carottés de 10m de profondeur, 6 sondages à la tarière et 4 fouilles de 3 m de profondeur .

I / RESULTATS DE LA CAMPAGNE

1/ Sondages carottés

Nous avons exécuté six sondages carottés dans la région de l'ARIANA dont trois sont disposés transversalement à la route de la Carrière EL MELKI. Les trois autres ont été réalisés transversalement à la route ENNAHLI.

Ces sondages ont été exécutés 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 coupes des sondages carottés 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 10.00m de profondeur. Il nous a permis de reconnaître, sous un horizon de caillasse de 0.1m d'épaisseur, une couche d'alluvions constituée d'argile , de galets et de débris de coquillages, de 2,9m d'épaisseur. Le nombre de coups de l'essai SPT, relatif à un enfoncement de 30 cm est compris entre 44 et 53.

Sous jaçant et au delà de 3,00m de profondeur, nous avons traversé une succession de couches d'argile tuffeuse beige jaunâtre à jaune verdâtre de fortes valeurs SPT, relatives également à un enfoncement de 30m, comprises entre 61 et 100 coups.

Sondage SC2

Exécuté sur la route d'ELMELKI, il a été descendu à 10.00m de profondeur. Il nous a permis de recouper sous un premier niveau d'alluvions d'oued de 0.65m d'épaisseur une succession de couches d'argiles compactes beiges à jaunes verdâtres de 4,80m

d'épaisseur, de fortes valeurs SPT (relatives à une pénétration de 30 cm) comprises entre 74 et 97 coups.

Sondage SC3

Au niveau du troisième sondage, poussé également à 10.00m de profondeur, nous avons rencontré sur les 4,55m de profondeur une formation argileuse constituée par une succession de couches d'argile altérée, tuffeuse ou compacte brune claire de fortes valeurs SPT (relatives à une pénétration de 30cm) comprises entre 49 et 84 coups.

Elle surplombe une deuxième formation marneuse, argileuse entre 4,55 et 5,00m de profondeur, présentant des niveaux marno-calcaire fracturés entre 5,00 et 10,00m de profondeur.

Ce sondage a fait l'objet d'un prélèvement d'échantillon de marno-calcaire entre 8,30 et 8,45m pour essai d'écrasement en compression simple .

La résistance à la compression simple mesurée est de 72 bars .

Sondage SC4

Poussé également à 10,00m de profondeur, ce sondage a fait apparaître une formation argileuse constituée, surtout, d'une alternance d'argiles compactes et d'argiles plastiques, tuffeuse au sommet, graveleuse légèrement sableuse à la base.

Cette dernière a présenté de fortes caractéristiques mécaniques. Les valeurs SPT enregistrées (relatives à une pénétration de 30cm) évoluent en fonction de la profondeur, de 44 à 89 coups.

Sondage SC5

Le SC5, exécuté sur l'axe de la route d'ENNAHLI, a présenté sous un premier horizon constitué de terre végétale reposant sur un 0,1m de galets calcaires, la même formation argileuse, altérée en surface , tuffeuse graveleuse plastique en profondeur.

Elle s'étend jusqu'à 5,45m de profondeur. Elle est caractérisée, également, par de fortes valeurs SPT qui évoluent en fonction de la profondeur de 42 à 83 coups.

Sondage SC6

Le dernier sondage, SC6, poussé à 10.00m de profondeur, nous a permis de reconnaître, sous un horizon de 0.2m de terre végétale, une couche d'argile plastique légèrement sableuse beige jaunâtre de 1,45m d'épaisseur de nombre de coups SPT, relatif à une pénétration de 30 cm, de l'ordre de 36.

Sous jaçant, nous avons traversé une alternance de couches de marne argileuse et de marno-calcaire, fracturés à la base, de

fortes valeurs SPT (relatives à une pénétration de 30 cm), comprises entre 30,5 et 50 coups.

Un échantillon de marno-calcaire a été prélevé entre 1,45 et 1,67m de profondeur.

Ce dernier a donné une résistance en compression simple de 228 bars.

2/ Sondages à la tarière et fouilles:

Les 6 sondages à la tarière et les quatre fouilles ont été descendus jusqu'à 3.00m de profondeur.

Sondages exécutés au gouvernorat de SOUSSE

ST1 :

Le sondage à la tarière N° 1 nous a permis de reconnaître sous une couverture de remblai un premier niveau de sable moyen beige légèrement graveleux humide de 0.60m d'épaisseur.

Celui-ci surmonte une couche d'argile sableuse brunâtre.

ST2 :

Au niveau de la ST2, nous avons traversé une formation sableuse, vaseuse entre 0,8 et 1,25m de profondeur.

ST3 :

Sous un premier niveau de terre végétale de 0,50m d'épaisseur, nous avons rencontré un niveau de sable fin propre, jaunâtre humide.brunâtre.

ST4 :

La tarière ST4 nous a permis de recouper une formation sableuse graveleuse en surface, argileuse en profondeur.

Sondages exécutés au gouvernorat de L'ARIANA

TL1 :

Réalisé au niveau de Sebkhet ARIANA, La première tarière nous a permis de reconnaître une formation à prédominance sableuse.

TL2 :

Au niveau de TL2, nous avons réalisé une fouille de 3,00m de profondeur.

Celle-ci a permis de rencontrer une formation à prédominance argileuse, limoneuse brune claire en surface, plastique brune grisâtre en profondeur.

TL3 :

Cette fouille a permis de traverser, sous un horizon de terre végétale, une formation argileuse, limoneuse en surface, plastique en profondeur.

TR1 :

La tarière TR1, exécutée au niveau de la route ENNAHLI nous a permis de reconnaître, sous 0,3m de terre végétale un premier niveau d'argile sableuse brune claire sèche, de 2,20m d'épaisseur.

Sous jaçant et au delà de 2,50m de profondeur nous avons rencontré un niveau de galets.

TR2 :

La fouille TR2 a présenté sous 0,3m de terre végétale, une couche d'alluvions d'oued de 0,40m d'épaisseur. Celle-ci surmonte un niveau d'argile silteuse brune claire avec présence de galets par endroits.

TR4 :

Au niveau de la dernière fouille, TR4, nous avons rencontré, sous 0.30m de terre végétale, une couche d'argile altérée graveleuse brune grisâtre qui surmonte un niveau de marne grise reconnu jusqu'à la fin du sondage.

Les 10 échantillons remaniés prélevés *in situ* 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 IN SITU

L'interprétation des résultats des essais d'eau a été effectuée conformément à la note donnée en annexe.

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	$1.7 \cdot 10^{-7}$
	de 5.00 à 10.00	$4.7 \cdot 10^{-7}$
2	de 0.00 à 5.00	$1.62 \cdot 10^{-6}$
	de 5.00 à 10.00	$5.02 \cdot 10^{-7}$
3	de 0.00 à 5.00	$1.1 \cdot 10^{-8}$
	de 5.00 à 10.00	$1.6 \cdot 10^{-7}$
4	de 0.00 à 5.00	$2.2 \cdot 10^{-7}$
	de 5.00 à 10.00	$5.0 \cdot 10^{-7}$
5	de 0.00 à 5.00	$6.6 \cdot 10^{-8}$
	de 5.00 à 10.00	$4.4 \cdot 10^{-7}$
6	de 0.00 à 5.00	$3.9 \cdot 10^{-7}$
	de 5.00 à 10.00	$3.2 \cdot 10^{-7}$

Les valeurs de perméabilité, K, varient entre 1.1×10^{-8} et $1.62 \cdot 10^{-6}$ cm/s.

Ces valeurs sont très faibles.

L'analyse conjuguée des différents sondages carottés réalisés au niveau de la ville de l'ARIANA a mis en relief un sol de nature argileuse marneuse en profondeur et par endroits. Cette nature géologique du sol permet d'expliquer la faiblesse des valeurs de perméabilité mesurées in situ.

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 à moyens, vaseux ou graveleux qui concerne les échantillons ST2 (de 0.00 à 0.80m de profondeur) et ST3 (de 0.00 à 3.00m),
- classe de l'argile silteuse, sableuse ou légèrement graveleuse représentée par l'échantillon ST2 (prélevé entre 0.80 et 3.00m de profondeur) et ST1 et ST4 (prélevé entre 0.00 et 3.00m) .

* Teneur en eau W:

Les valeurs de la teneur en eau varient entre 1.5% et 23.9%. La plus faible valeur extrême(1.5%) correspond aux matériaux sableux graveleux qui présentent des nodules de calcaire.

* Densité spécifique:

La densité spécifique des matériaux prélevés varie d'une valeur minimale de 2.63 g/cm³, correspondant aux sables graveleux riches en nodules de calcaire, à une valeur maximale de 2.68 g/cm³ des argiles silteuse brunâtres.

* Limites d'Atterberg:

Les limites de liquidité, LL, des matériaux de la première classe varient entre une valeur indéterminable et 18,9%. Celles des matériaux argileux varient entre 25,4 et 28,7%.

L'indice de plasticité , Ip, est indéterminable au niveau des matériaux sableux. Il varie de 12 à 15,7% pour les matériaux de la deuxième classe.

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 très peu plastiques.

* Proctor Normal

Les matériaux de la première classe présentent des teneurs en eau optimales Wopt variant entre 8 et 10.6% pour des densités sèches optimales, γ_{opt} , comprises entre 1.726 et 1.86 t/m³. Cependant les matériaux de la deuxième classe présentent des Wopt qui varient entre 11,9 et 12,7 % pour des densités opt comprises entre 1,86 et 1.92 t/m³.

* Perméabilité:

Les coefficients de perméabilité K varient d'une valeur extrême de $5,3 \cdot 10^{-3}$ cm/s pour les matériaux de l'échantillon sableux graveleux de ST3 à une moyenne de $4,6 \cdot 10^{-7}$ cm/s pour les autres matériaux.

1/ VILLE DE L'ARIANA:

L'analyse de l'ensemble des résultats des essais de laboratoire, relatifs à la ville de l'ARIANA, permet de classer les matériaux des six échantillons prélevés dans deux catégories distinctes:

- classe des matériaux sableux, représentée par les échantillons de TL1 et TL3, prélevés entre 2,40 et 3,00m,
- classe des matériaux argileux qui comprend les échantillons TL2, TL3 (prélevé de 0.6 à 2.4m de profondeur), TR1, TR2 et TR4.

* Teneur en eau W:

Les valeurs de la teneur en eau varient entre 3.3% et 26.7%.

* Densité spécifique:

Les densités spécifiques des matériaux de la première classe varient de 2.64 à 2.66 t/m³. Celles des matériaux de la deuxième classe sont comprises entre 2,67 et 2,69 t/m³.

* Limites d'Atterberg:

La limite de liquidité, LL, des matériaux de la première classe varie entre une valeur indéterminable et 20,2%. Par contre celle des matériaux argileux évolue entre 30,6 et 61,5%.

L'indice de plasticité, Ip, est indéterminable pour les matériaux sableux de la première classe. Cependant il varie entre 15 et 38.1 pour les matériaux argileux de la deuxième classe.

L'ensemble des couples (LL, Ip) reporté sur le diagramme de plasticité de Casagrande nous a permis de reclasser les matériaux argileux de la deuxième catégorie à la classe:

- des argiles peu plastiques comprenant les matériaux des échantillons de TR1, TR2, TR4,
- des argiles très plastiques représentée par les matériaux des échantillons de TL2 et TL3.

* Proctor Normal

Les matériaux sableux, compactés au Proctor Normal, présentent des teneur en eau, W_{opt}, qui varient entre 8.4 et 11.2% pour une densité sèche proctor, ρ_{opt} , comprises entre 1,7 et 1.9t/m³.

Cependant, les matériaux argileux de la deuxième classe ont présenté une teneur en eau W_{opt} qui varie de 13,3%, au niveau des argiles peu plastiques, à 21,5 % au niveau des argiles très plastiques. La densité sèche optimale proctor correspondante, varie respectivement de 1.83 à 1,62 t/m³.

* Perméabilité:

Les coefficient de perméabilité K varient entre une valeur maximale de $8,3 \times 10^{-4}$ cm/s, correspondant aux matériaux sableux, et une autre minimale de $3,6 \times 10^{-9}$ cm/s relative aux échantillons d'argile très plastique.

Les coefficients mesurés au niveau des formations argileuses sont très faibles. Ils confirment les résultats des essais de perméabilité exécutés in situ.

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.

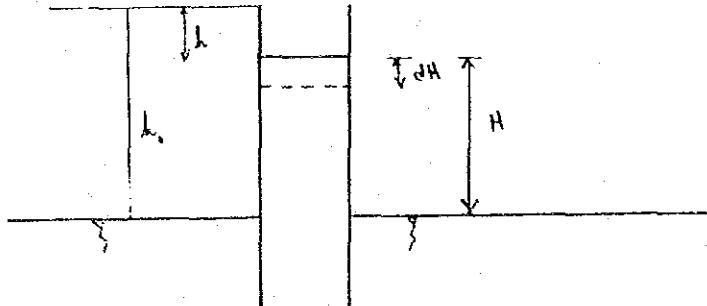
Les essais ont été exécutés à charge variable:

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 $\ln(h_0 - h)$ en fonction de t .

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

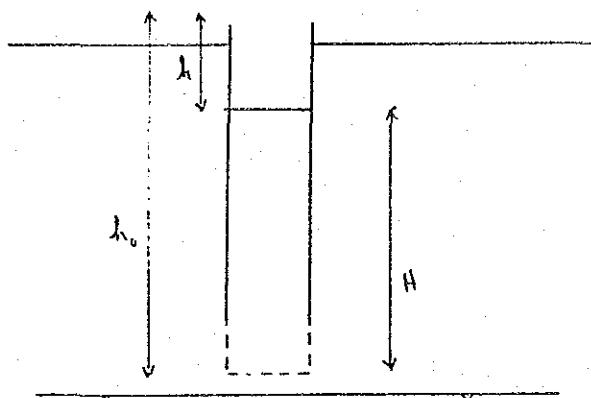
$$\text{on a: } P = \frac{K C}{S} ;$$

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

C

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 :

$$\ln \left(H + \frac{b L}{a} \right) = - \frac{4 K a L t}{D^2} + \text{constante} .$$

D étant le diamètre intérieure 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.

Abaque donnant les coefficients a et b
Pour essai de Permeabilité type le Franc

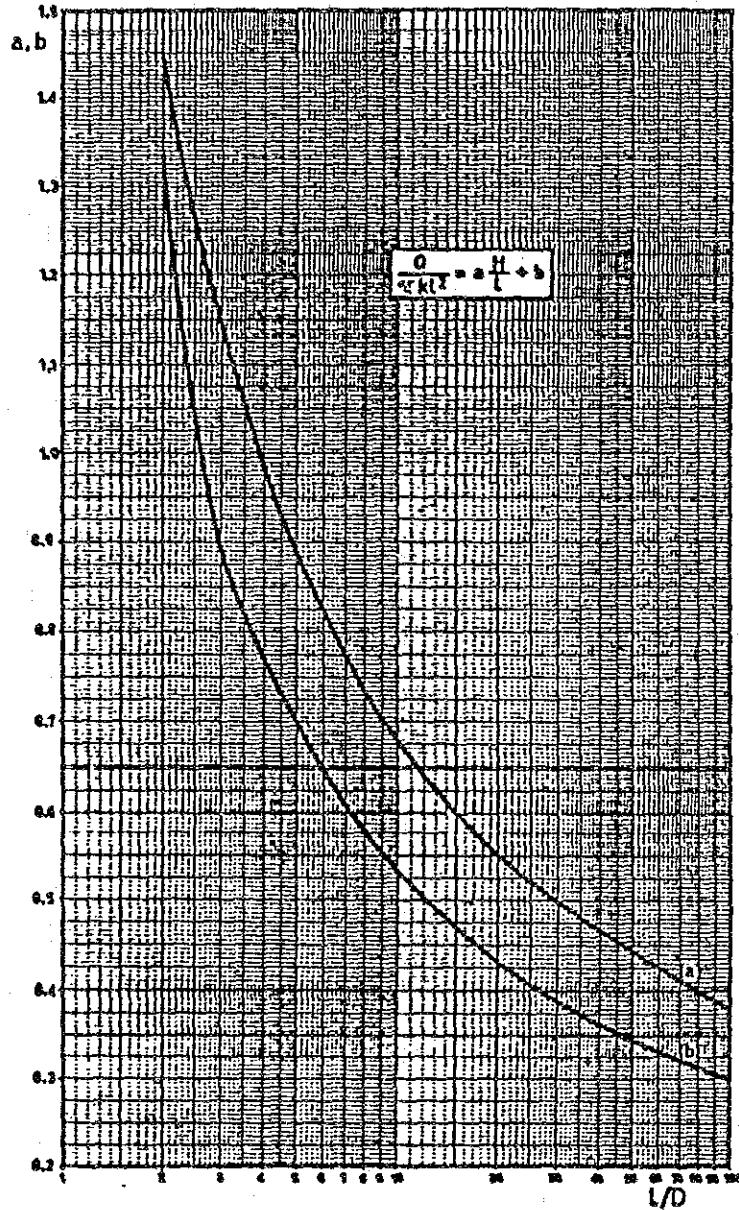


FIG. VII.2

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

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

Fait à Tunis, le 15 Novembre 1993

ANNEXE:

PLANS D'IMPLANTATION DES POINTS DE SONDAGES

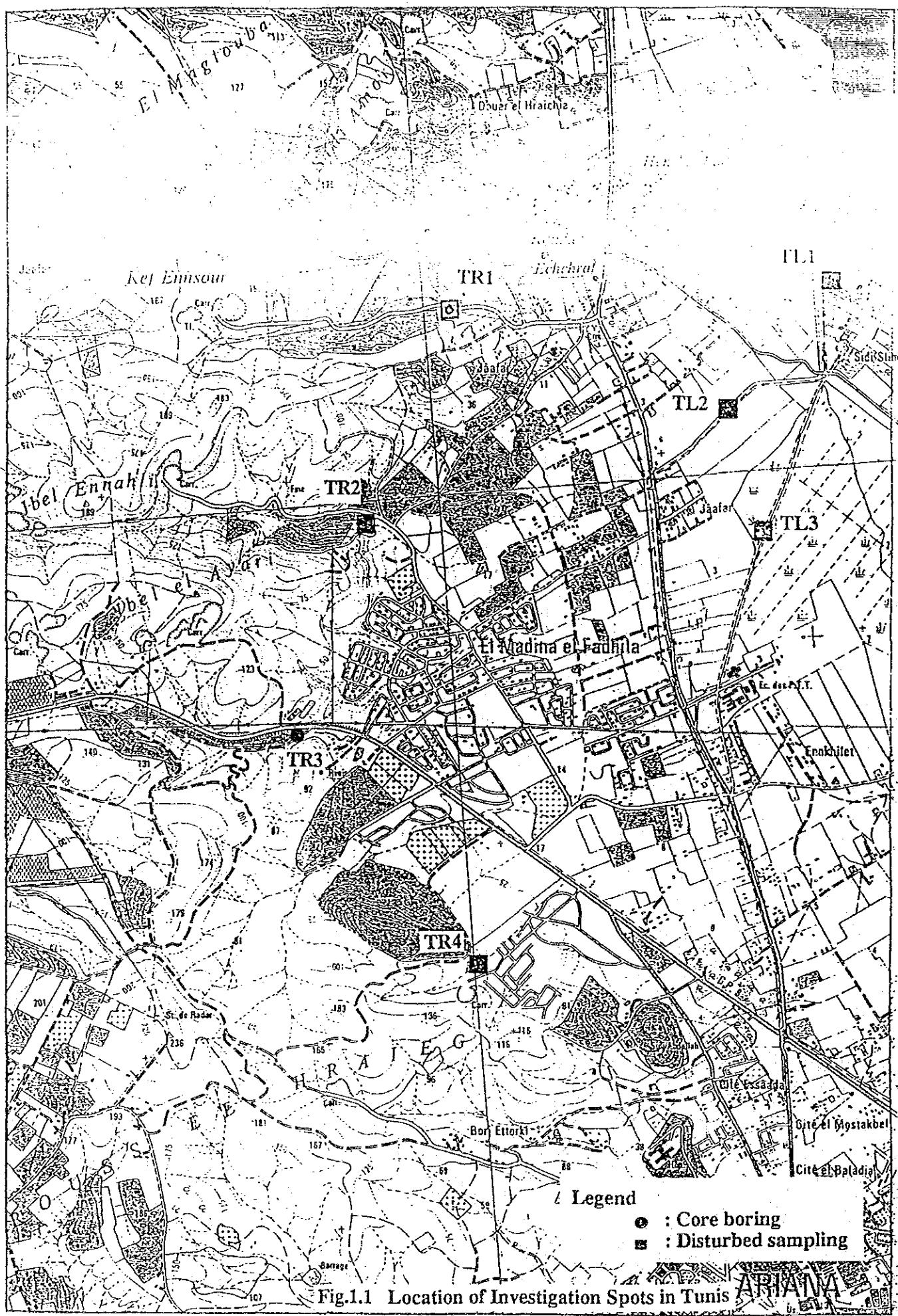


Fig.1.1 Location of Investigation Spots in Tunis



Fig.1.2 Location of Investigation Spots in Sousse

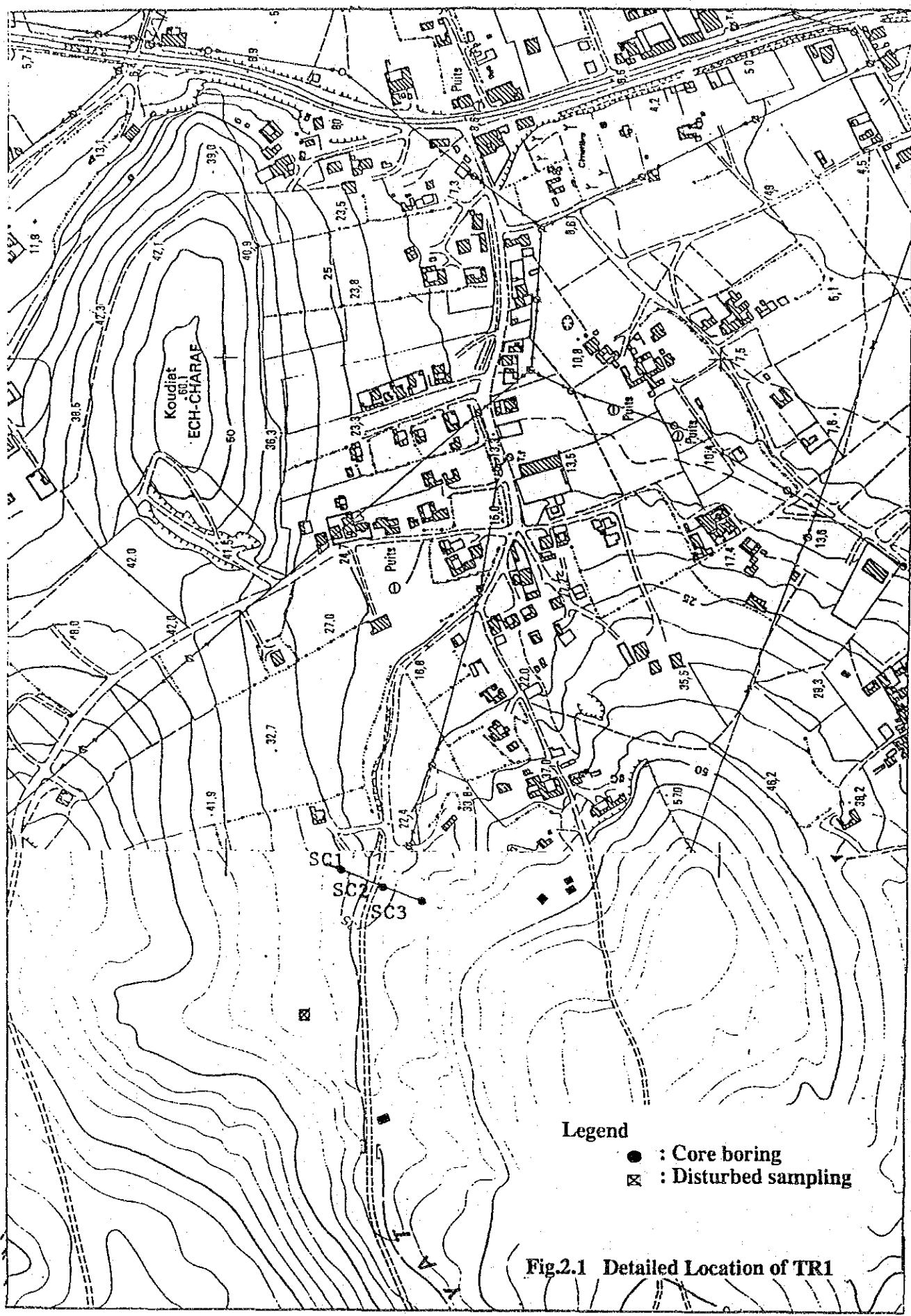
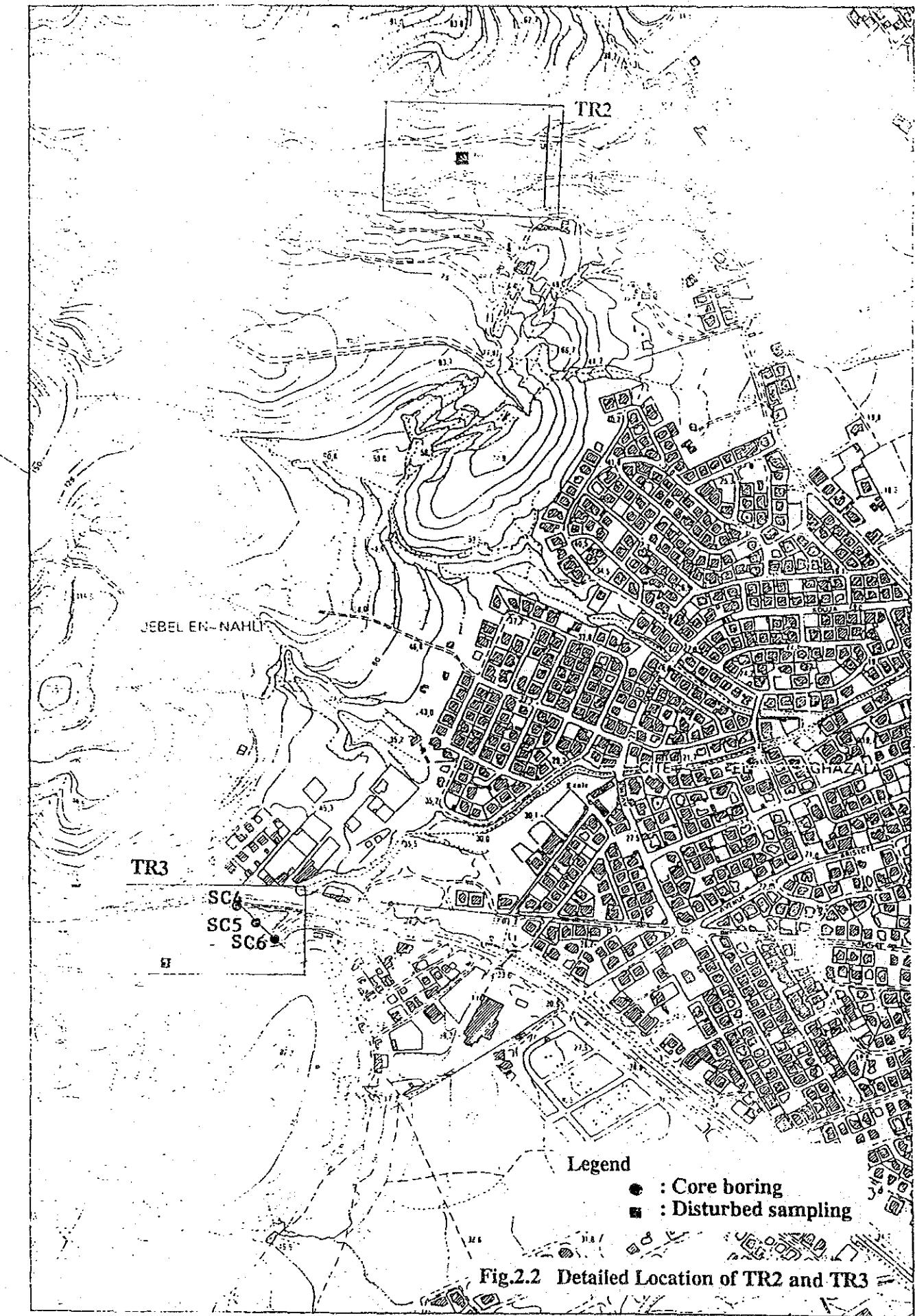


Fig.2.1 Detailed Location of TR1



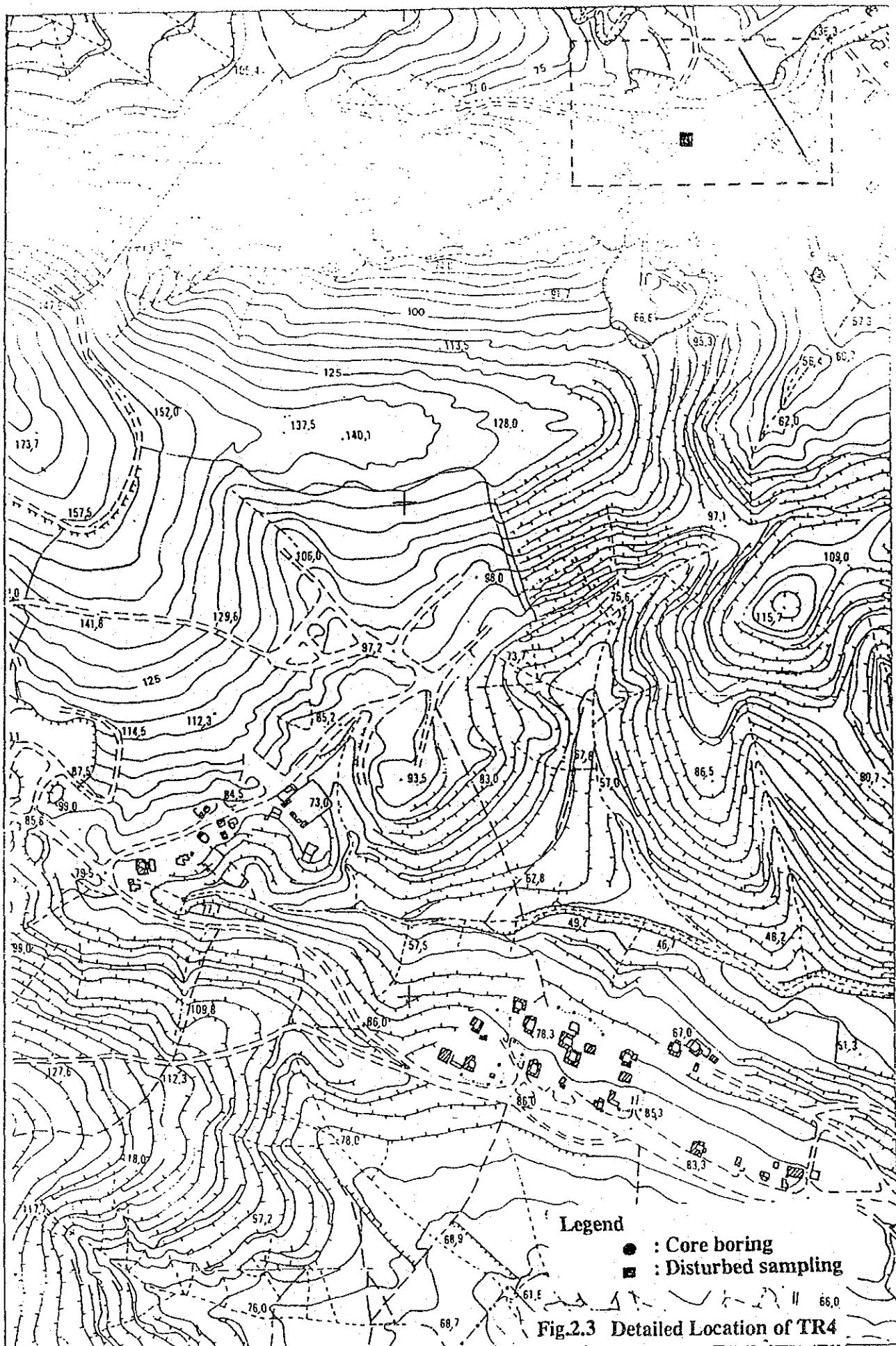
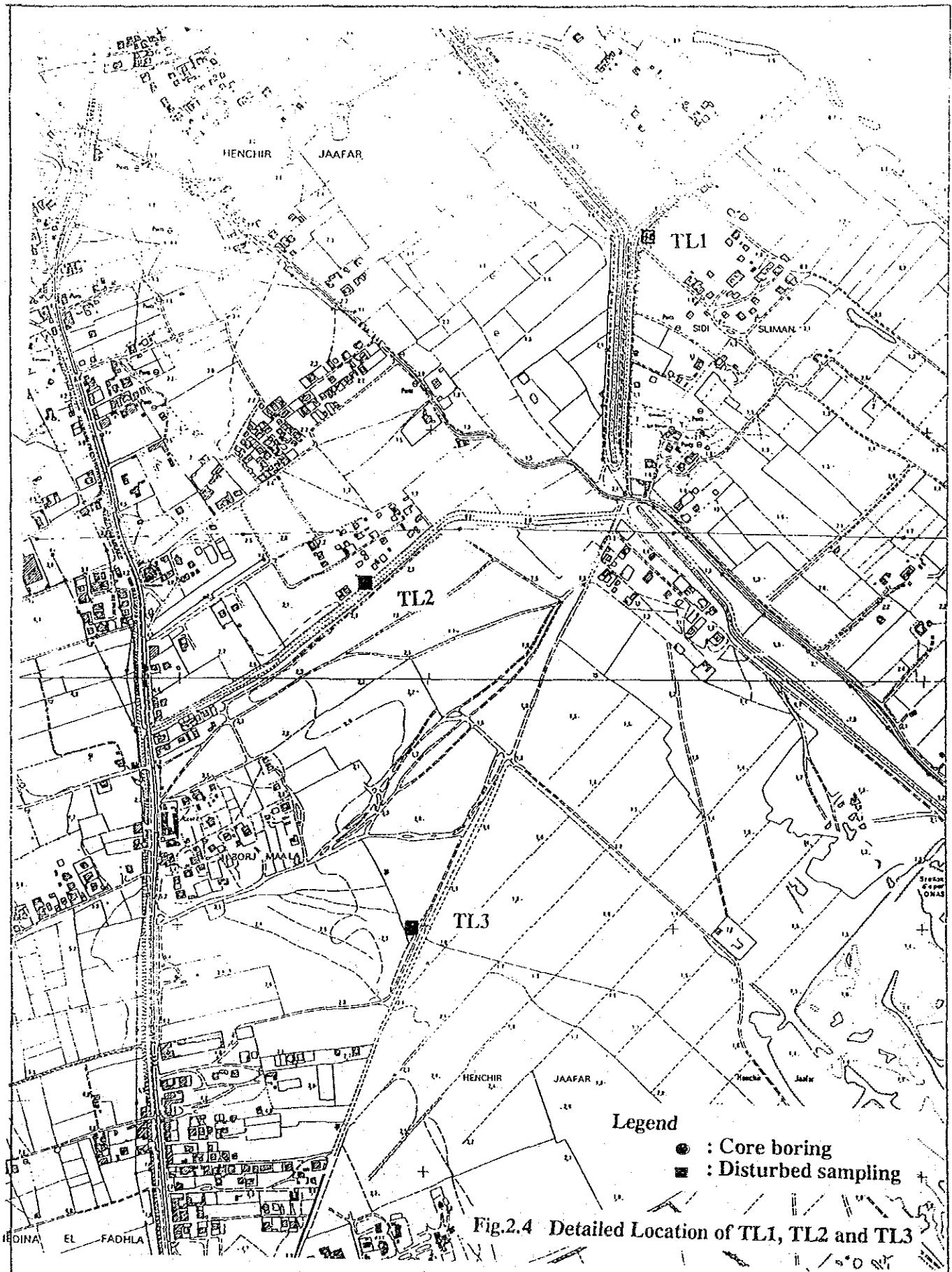


Fig.2.3 Detailed Location of TR4



COUPES DES SONDAGES CAROTTES

SONDAGE CAROTTE

GETU

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L'ARTANA

SC 1

Date D'exécution: 6-7/11/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	ECH Rem Int	NIV D'EAU	PIREZ	ESSAI SPT				Observations
							20	40	60	80	
0,1		Calcaire.									SPT 1,00-1,45m 15/18/26
1		Alluvions: argile, galets et débris de coquillages.	Diamètre 69mm				44				SPT 2,00-2,45m 17/22/31
2					Néant.		53				SPT 3,00-3,45m 17/23/33
3							56				
4		Argile tuffeuse beige jaunâtre.	Carottier double diamètre 128mm				57				SPT 4,00-4,45m 19/23/34
5							52				SPT 5,00-5,45m 18/21/31
0,45							54				SPT 6,00-6,45m 18/28/36
6							65				SPT 7,00-7,45m 18/29/36
7		Argile tuffeuse jaune verdâtre.					70				SPT 8,00-8,45m 20/30/40
8							64				SPT 9,00-9,45m 18/28/36
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											



SONDAGE CAROTTE

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L'ARIANA

SC 2

Date D'exécution: 6-7/11/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	RCH Rem Int	NIV D'EAU	PIZZO	Essai SPT				Observations
							20	40	60	80	
0,65	Alluvions d'oued, avec galets de calcaire à la base.										SPT 1,00-1,45m
1	Argile compacte grise verdâtre.							57			15/25/32
2	Argile compacte beige avec présence de galets calcaires.							74			18/34/40
0,65											SPT 3,00-3,45m
3	Argile compacte jaune verdâtre.		Carottier double diamètre 76mm		Néant			83			21/38/45
4								89			25/41/48
5								97			19/45/52
0,45											
6											
7	Marne et marno-calcaire fracturés avec passage de sable marneux										
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											



SONDAGE CAROTTE

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L'ARIANA

SC 3

Date D'exécution: 4-5/11/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	ECH Rem Int	NIV D'EAU	PIERZO	Essai SPT				Observations
							20	40	60	80	
1		Argile altérée brune claire.	Diamètre 66mm		Néant.		49				SPT 1,00-1,45m 8/19/30
0,45		Argile compacte brune claire sèche.					58				SPT 2,00-2,45m 13/25/33
2		Argile tuffeuse brune claire.	Diamètre double				65				SPT 3,00-3,45m 18/30/35
0,45		Argile compacte brune.					42				SPT 4,00-4,45m 25/38/46
3		Argile grise verdâtre. Marne argileuse grise verdâtre.	Carottier								
0,45											
4											
0,55											
5											
6											
7		Marne et marno-calcaire fracturés grises.									
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

SONDAGE CAROTTE

GETU

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L'ARIANA

SC 4

Date D'exécution: 10-11/11/93

PROF(m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	ECH Rem Int	NIV D'EAU	PIEZO	Essai SPT				Observations
							20	40	60	80	
0, 5		Argile altérée jaune verdâtre.									SPT 1,00-1,45m 12/19/25
1		Argile compacte brune roussâtre.									SPT 2,00-2,45m 11/18/27
2											SPT 3,00-3,45m 15/21/32
3		Argile plastique, tuffeuse et coquillée par endroits, brune claire									SPT 4,00-4,45m 16/19/28
4											SPT 5,00-5,45m 19/27/38
0,4		Alternance d'argiles plastiques brunes claires et de calcaires.									SPT 6,00-6,45m 19/28/41
5											SPT 7,00-7,45m 18/25/37
6		Argile plastique brune roussâtre.									SPT 8,00-8,45m 20/34/41
7											SPT 9,00-9,45m 22/38/51
0,45		Argile compacte brune roussâtre.									
8											
9		Argile graveleuse légèrement sableuse brune roussâtre.									
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

GETU

SONDAGE CAROTTE

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L'ARIANA

SC5

Date D'exécution: 8-9/11/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	RCH Rem Int	NIV D'EAU	PIRZO	Essai SPT				Observations
							20	40	60	80	
0,4	T	Terre végétale.									SPT 1,00-1,45m
0,5	ROUVRECO	Caïete de calcaire.									12/20/22
1	— — —	Argile altérée brune claire.			Néant		42				SPT 2,00-2,45m
0,45	— — —										
2	— ^ —	Argile tuffeuse jaune verdâtre					77				23/35/42
0,45	— ^ — ^										
3	— o —	Argile graveleuse brune claire.					76				25/31/45
0,45	— o — o										
4	— — —	Marne et marno-calcaire fracturés.					76				SPT 4,00-4,45m
0,45	— — —										22/35/41
5	— — —	Argile plastique brune roussâtre.									SPT 5,00-5,45m
0,45	— — —										22/34/49
6	— — —	Marne et marno-calcaire fracturés.									
7	— — —	Brèche calcaire rougeâtre avec intercalations de sable beige à ciment de calcaire.									
8	— — —										
9	— — —	Marne et marno-calcaire fracturés.									
10	— — —										
11	— — —										
12	— — —										
13	— — —										
14	— — —										
15	— — —										
16	— — —										

SONDAGE CAROTTE

GETU

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L'ARIANA

SC6

Date D'exécution: 8-9/11/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	ECH Rem Int	NIV D'EAU	PIEZO	Essai SPT				Observations
							20	40	60	80	
0, 2	T	Terre végétale.									
1		Argile plastique légèrement sableuse beige jaunâtre.			Néant		36				SPT 1,00-1,45m 8/15/21
0, 45		Marno-calcaire fracturé.									SPT 2,00-2,45m 16/23/38
2		Marne argileuse grise verdâtre.									SPT 3,00-3,45m 18/27/41
3		Marne et marno-calcaire fracturés.									SPT 4,00-4,45m 25/34/45
4		Marne argileuse brune grisâtre.									SPT 5,00-5,45m 24/36/44
5											SPT 6,00-6,45m 30/38/51
6											SPT 7,00-7,45m 33/42/58
7		Marne argileuse grise.									SPT 8,00-8,45m 25/33/50
8											SPT 9,00-9,45m 27/38/53
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

COUPES GEOLOGIQUES DES TARIERES

SONDAGE A LA TARIERE

GETU

**PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE SOUSSE**

ST1

**Date D'exécution:
25/10/93**

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	RCH Rem Int.	NIV D'EAU	PIREZO	Observations
0,4	R	Remblai.					
1	D	Sable moyen beige légèrement graveleux humide.			1m		
2		Argile sableuse brunâtre.	Tarière diamètre 150mm.				
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

SONDAGE A LA TARIERE



**PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE SOUSSE**

GETU

ST2

Date D'exécution:
25/10/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	ECH Rem Int	RIV D'EAU	PIEZO	Observations
0,8		Sable moyen jauniâtre humide.			0,5m		
1		Sable vaseux grisâtre.					
0,25							
2		Sable fin argileux brunâtre.					
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							



SONDAGE A LA TARIERE

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE SOUSSE
ST3

Date D'exécution:
25/10/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	ECH Rem Int	NIV D'EAU	PIEZO	Observations
0,5		Terre vegetale: sable fin légèrement argileux.					
1		Sable fin propre, jaunâtre humide.	Tariere diamètre 150mm		Néant		
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							



SONDAGE A LA TARIERE

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE SOUSSE
ST4

Date D'exécution:
25/10/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	RCH Rem Int	NIV D'EAU	PIEZO	Observations
0,0	0 0 0	Sable moyen graveleux par endroit jaunâtre.	Tarière diamètre 150mm		0,9m		
0,8	0 0 0	Sable argileux brun jaunâtre.					
1	— — —	Sable argileux rougeâtre.					
0,6	— — —						
2	— — —						
3	— — —						
4	— — —						
5	— — —						
6	— — —						
7	— — —						
8	— — —						
9	— — —						
10	— — —						
11	— — —						
12	— — —						
13	— — —						
14	— — —						
15	— — —						
16	— — —						



SONDAGE A LA TARIERE

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L'ARIANA
TL1

Date D'exécution:
28/10/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	ECH Rem Int	RIV D'EAU	PIEZO	Observations
0,9		Sable moyen beige humide.			0,7m		
1							
2		Sable grossier, beige immerge.					
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

FOUILLE

GETU

**PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L'ARIANA**
TL2

Date D'exécution:
06/11/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBEAGE	ECH Rem Int	NIV D'EAU	PIEZO	Observations
0,3	T	Terre végétale.					
0,5	— — —	Argile limoneuse brune claire.					
1	— — —	Argile plastique brune gisâtre humide					
2	— — —	Argile grise verdâtre immérsee.			2,1m		
3	— — —						
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

FOUILLE

GETU

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L' ARIANA
TL3

Date D'exécution:
06/11/93

PROP (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	RCH Rem Int	NIV D'EAU	PIREZO	Observations
0,2		Terra vegetale.					
0,6		Argile limoneuse brune claire.					
1							
2		Argile plastique jaune verdâtre humide					
0,4		Sable moyen beige immergée.					
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

SONDAGE A LA TARIERE

GETU

**PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L' ARIANA**

Date D'exécution:
28/10/93

FOUILLE

GETU

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L'ARIANA
TR2

Date D'exécution:
07/11/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	ECH Rem Int	NIV D'EAU	PIRZO	Observations
0,3	T	Terre végétale.					
0,7	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 c	Alluvions d'oued.					
1							
2		Argile silteuse brune claire avec présence de galets par endroits.			Neant		
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

FOUILLE

GETU

PROJET: PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS
DE LA VILLE DE L' ARIANA

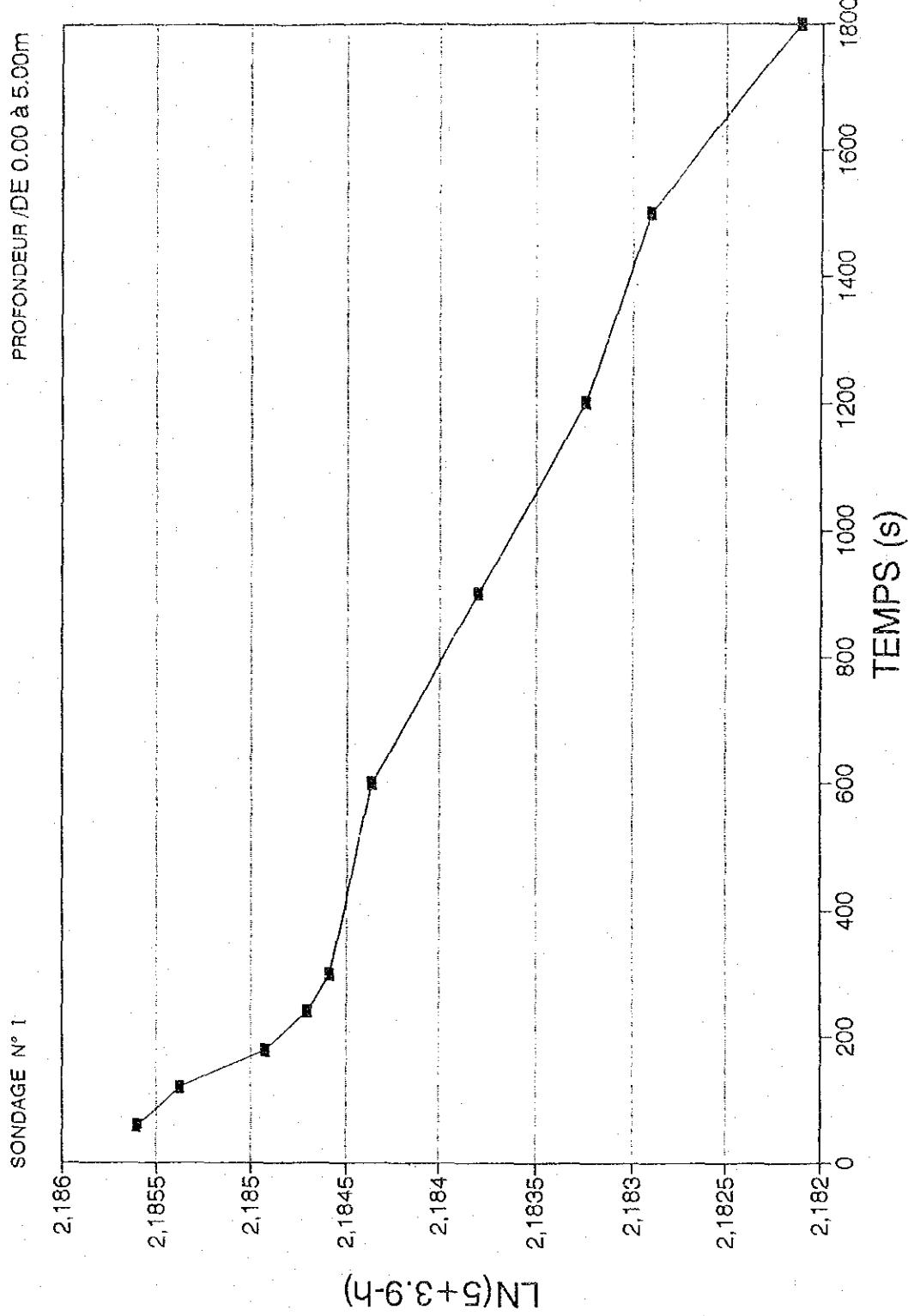
TR 4

Date D'exécution:
8/11/93

PROF (m)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION DU TERRAIN	OUTIL ET TUBAGE	RCH Rem Int	NIV D'EAU	PIEZO	Observations
0,3	T	Terre végétale.					
1	O	Argile altérée graveleuse brune grisâtre.			Néant		
2	O	Marne grise.					
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

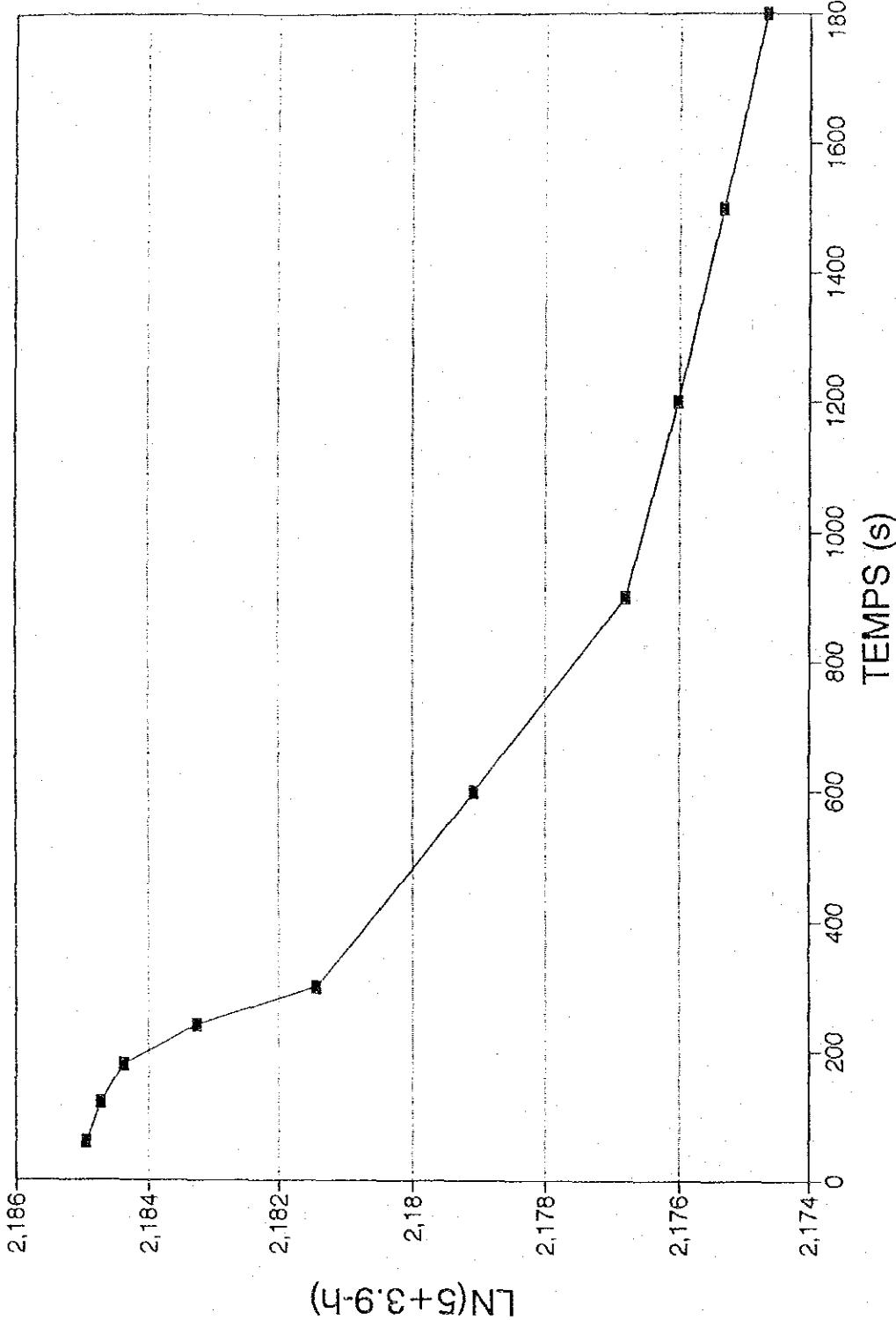
ESSAI DE PERMEABILITE

PROTECTION CONTRE INONDATION - ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

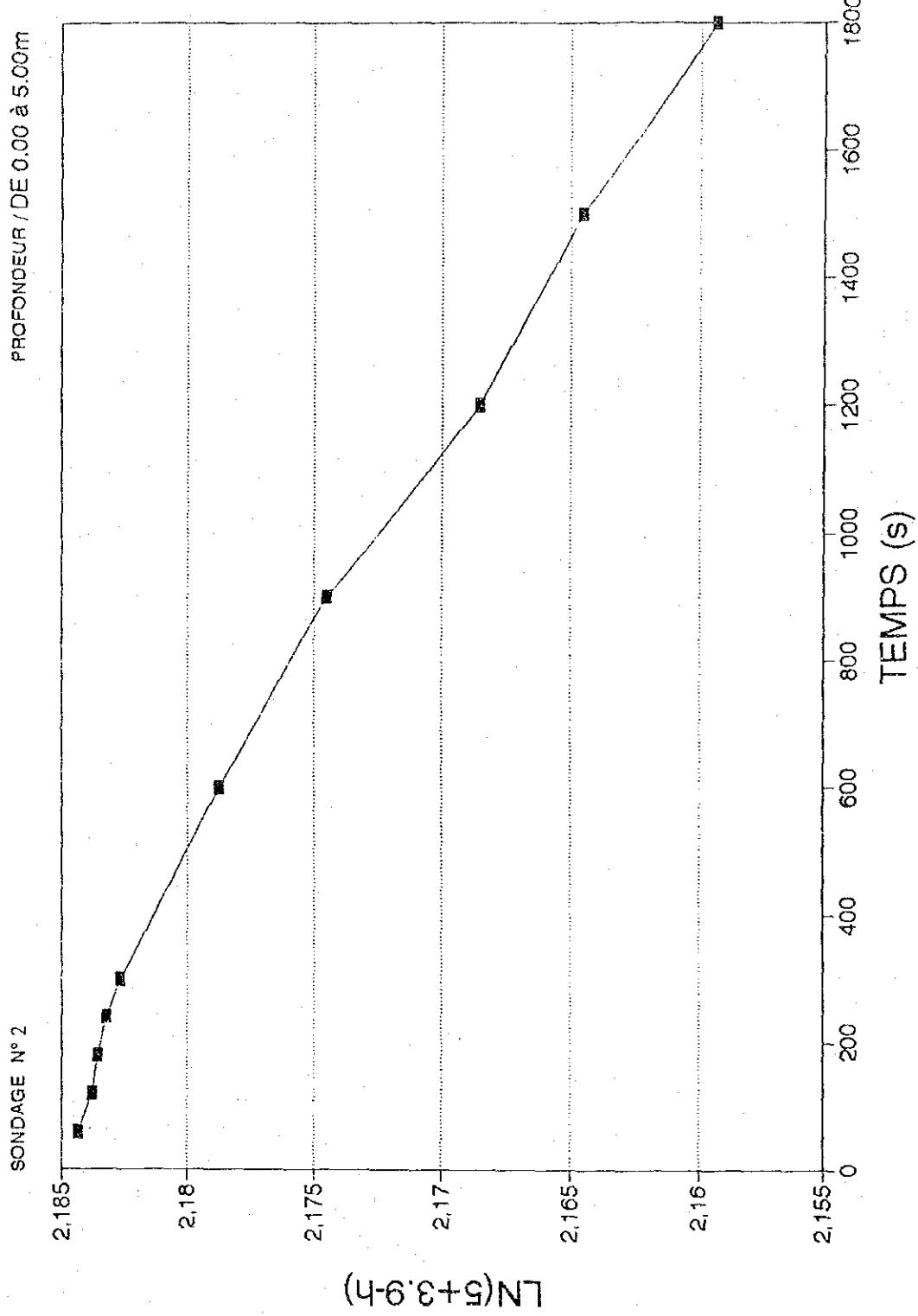


PROTECTION CONTRE INONDATION- ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

SONDAGE N° 1
PROFONDEUR /DE 5.00 0 10.00M

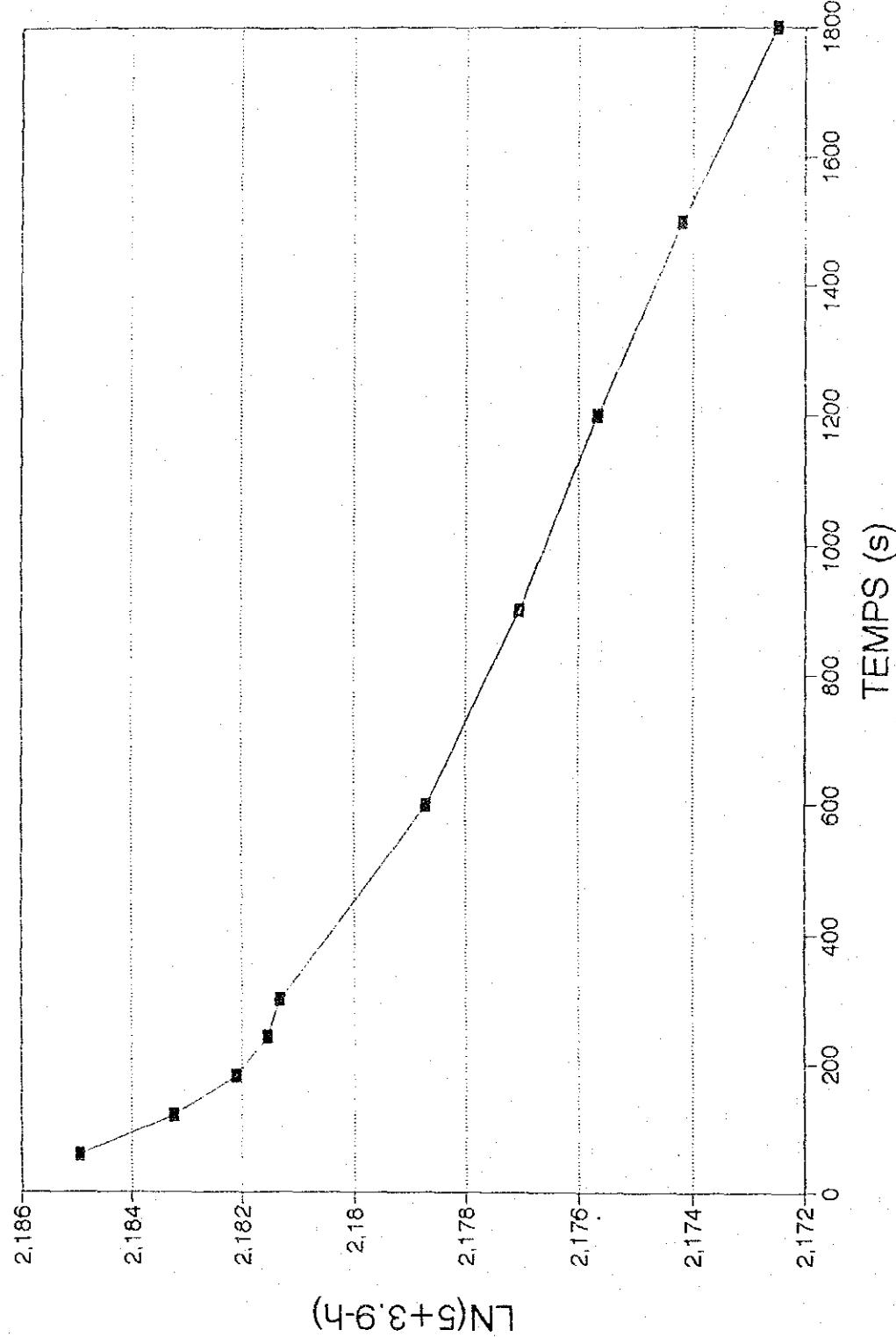


PROTECTION CONTRE INONDATION - ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

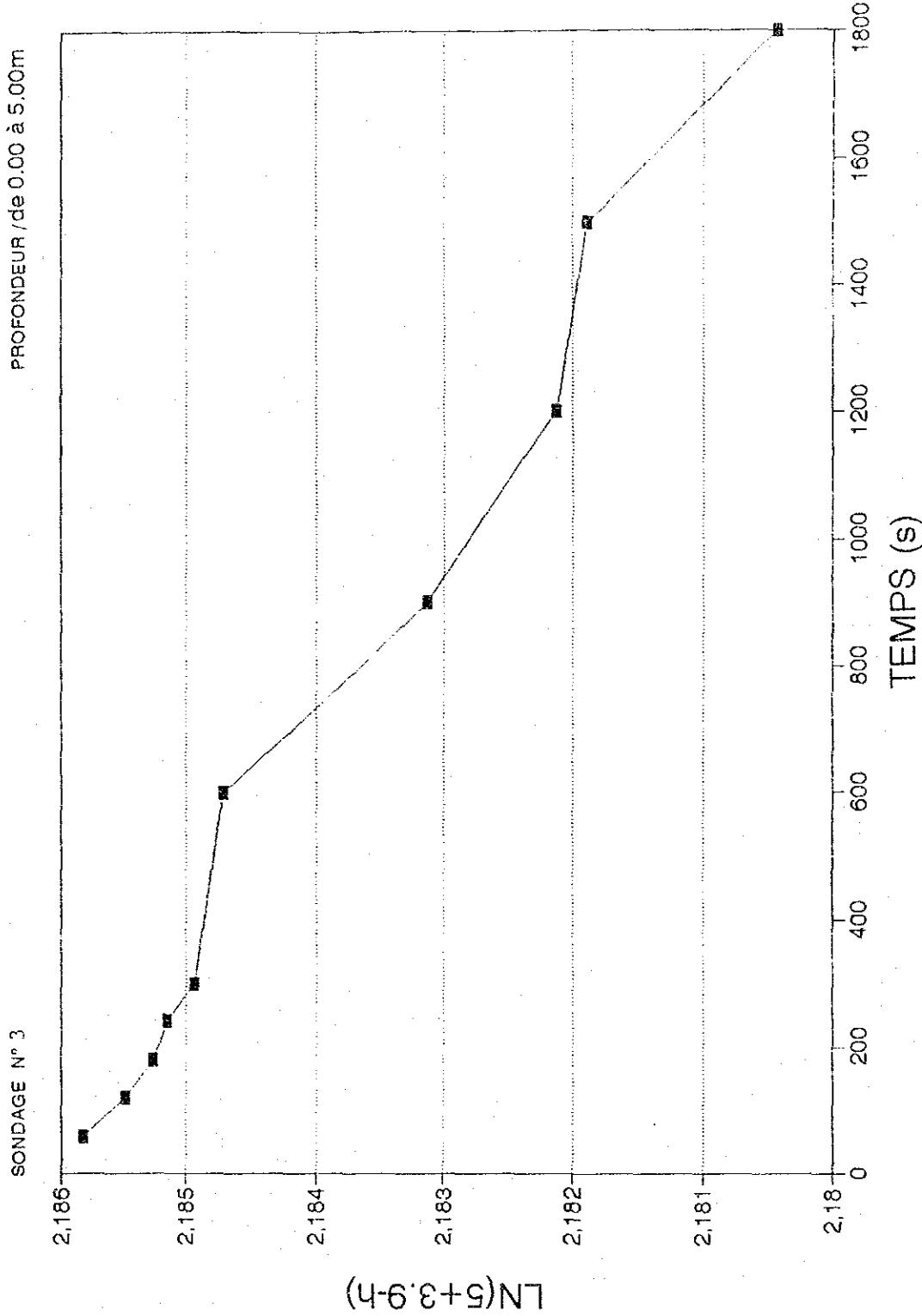


PROTECTION CONTRE INONDATION- ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

SONDAGE N° 2
PROFONDEUR / de 5.00 à 10.00m



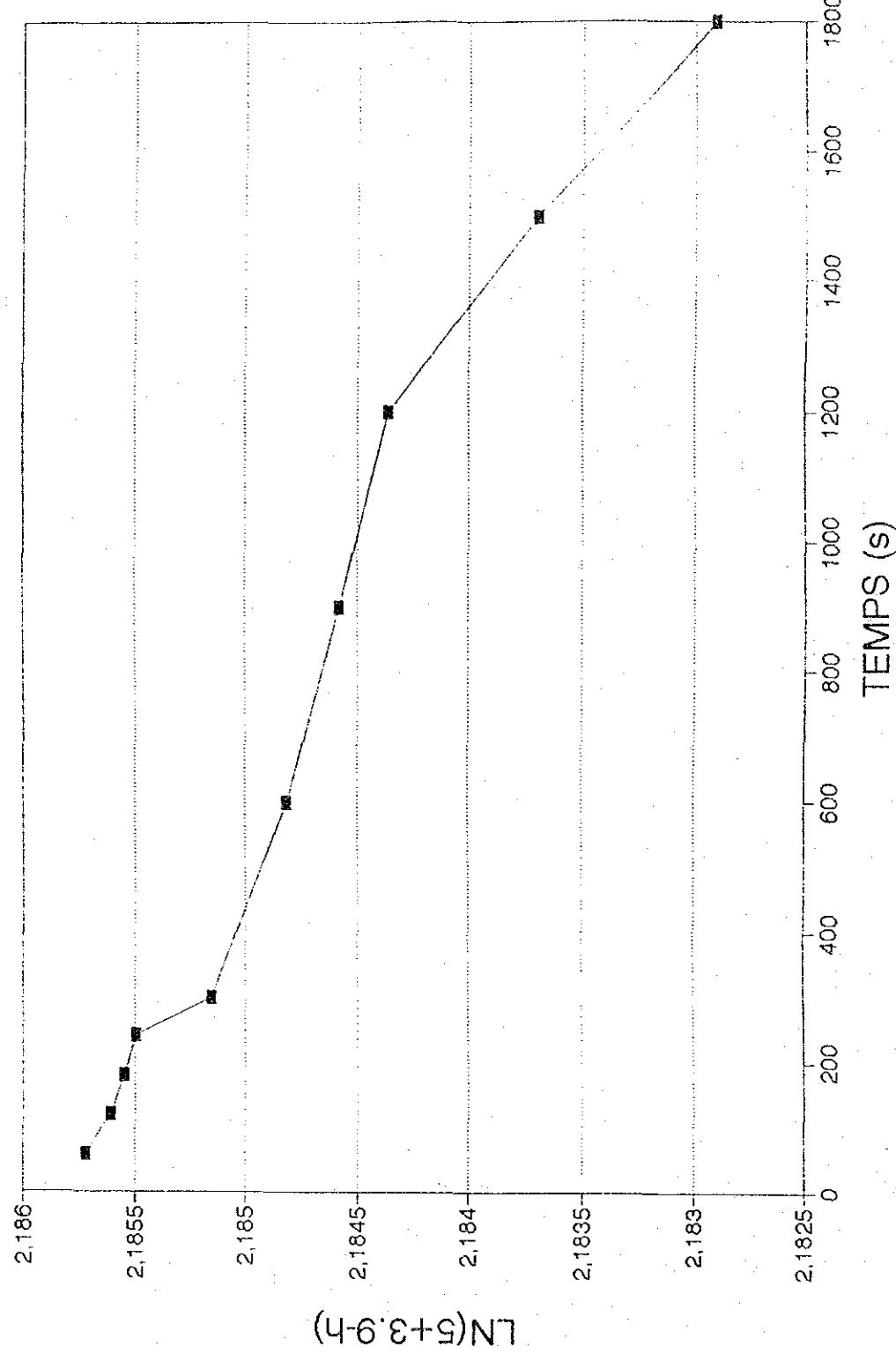
PROTECTION CONTRE INONDATION - ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC



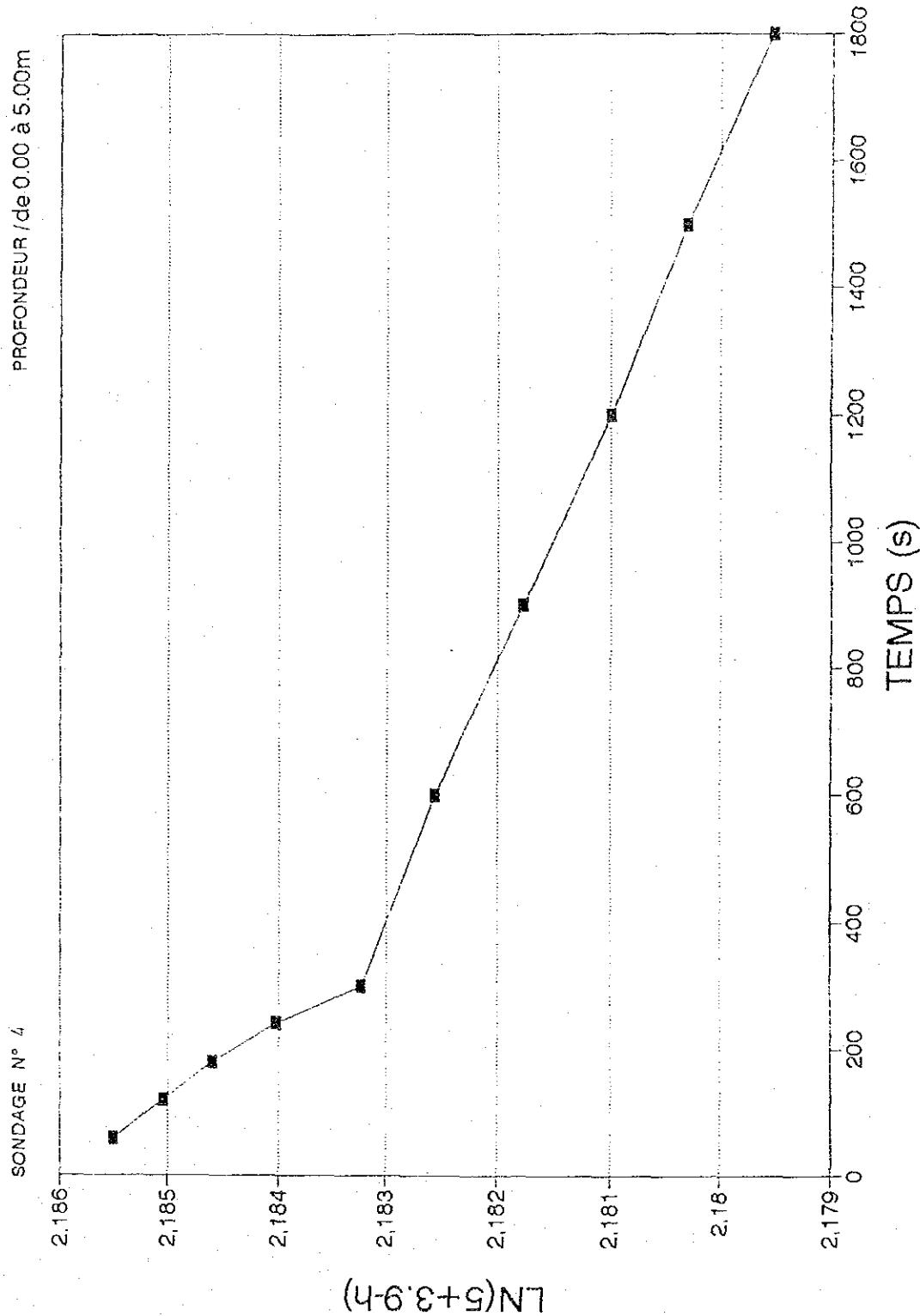
PROTECTION CONTRE INONDATION- ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

SONDAGE N° 3

PROFONDEUR / de 5.00 à 10.00m



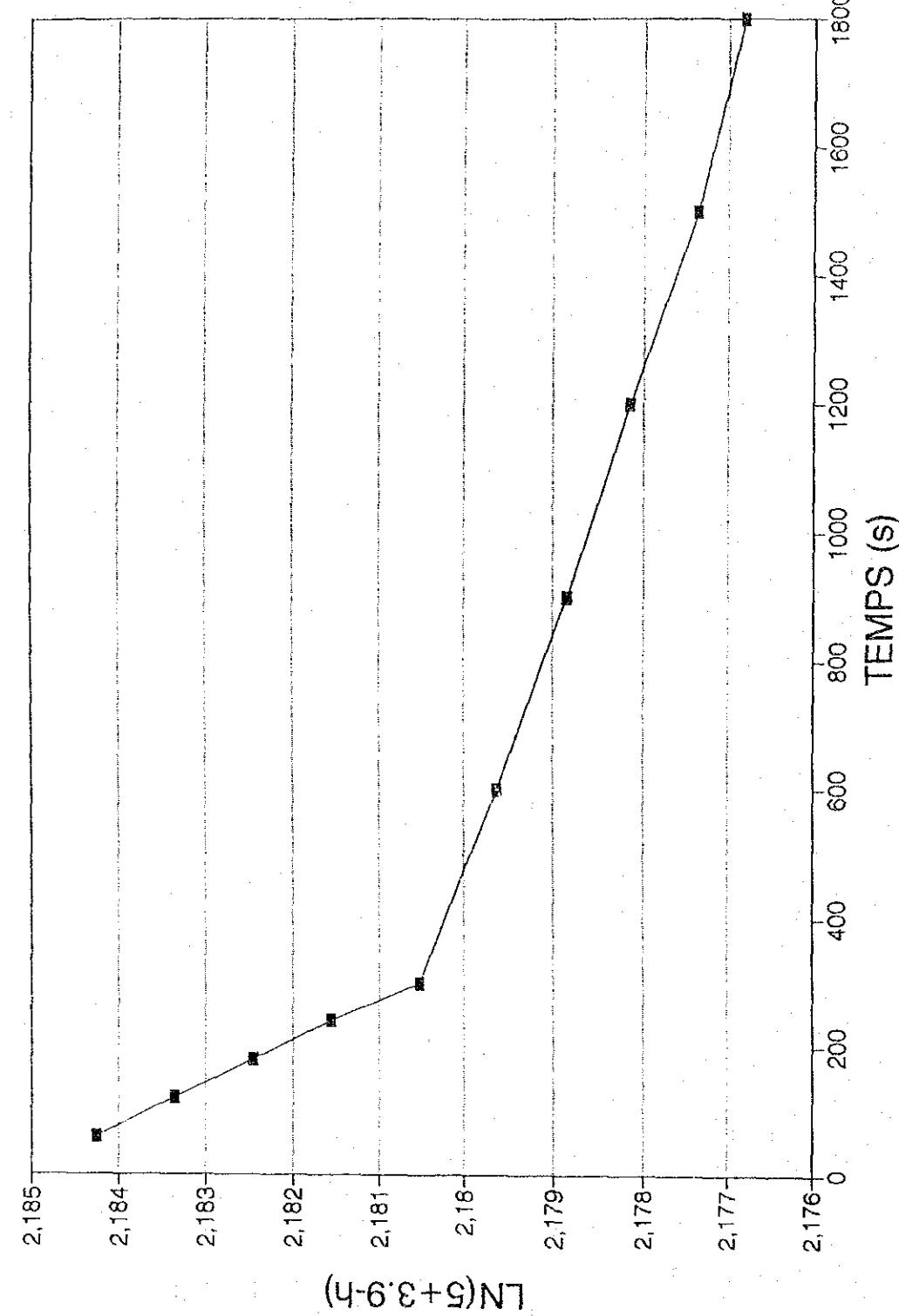
PROTECTION CONTRE INONDATION- ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC



PROTECTION CONTRE INONDATION- ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

SONDAGE N° 4

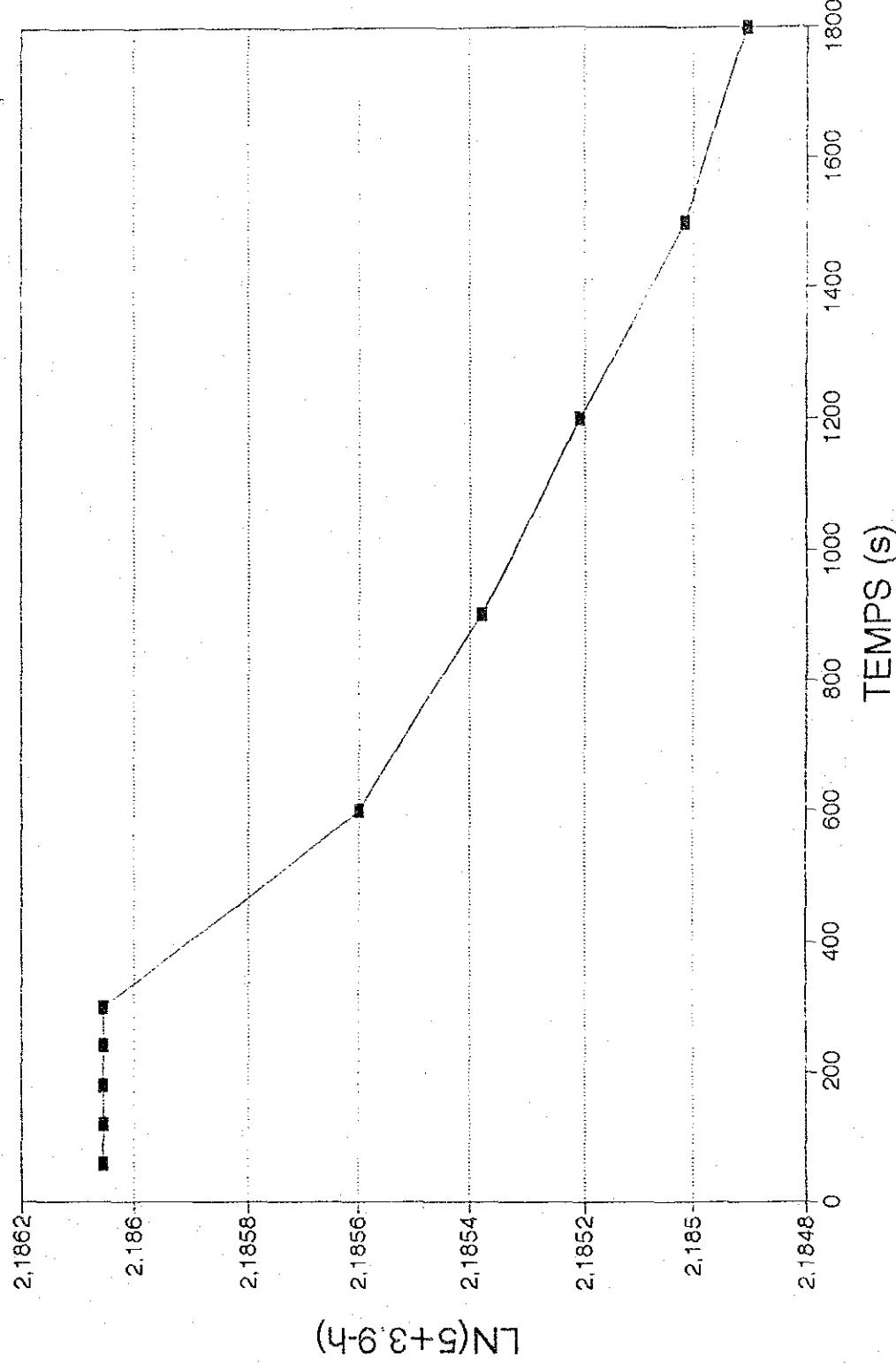
PROFONDEUR / DE 5.00 010.00M



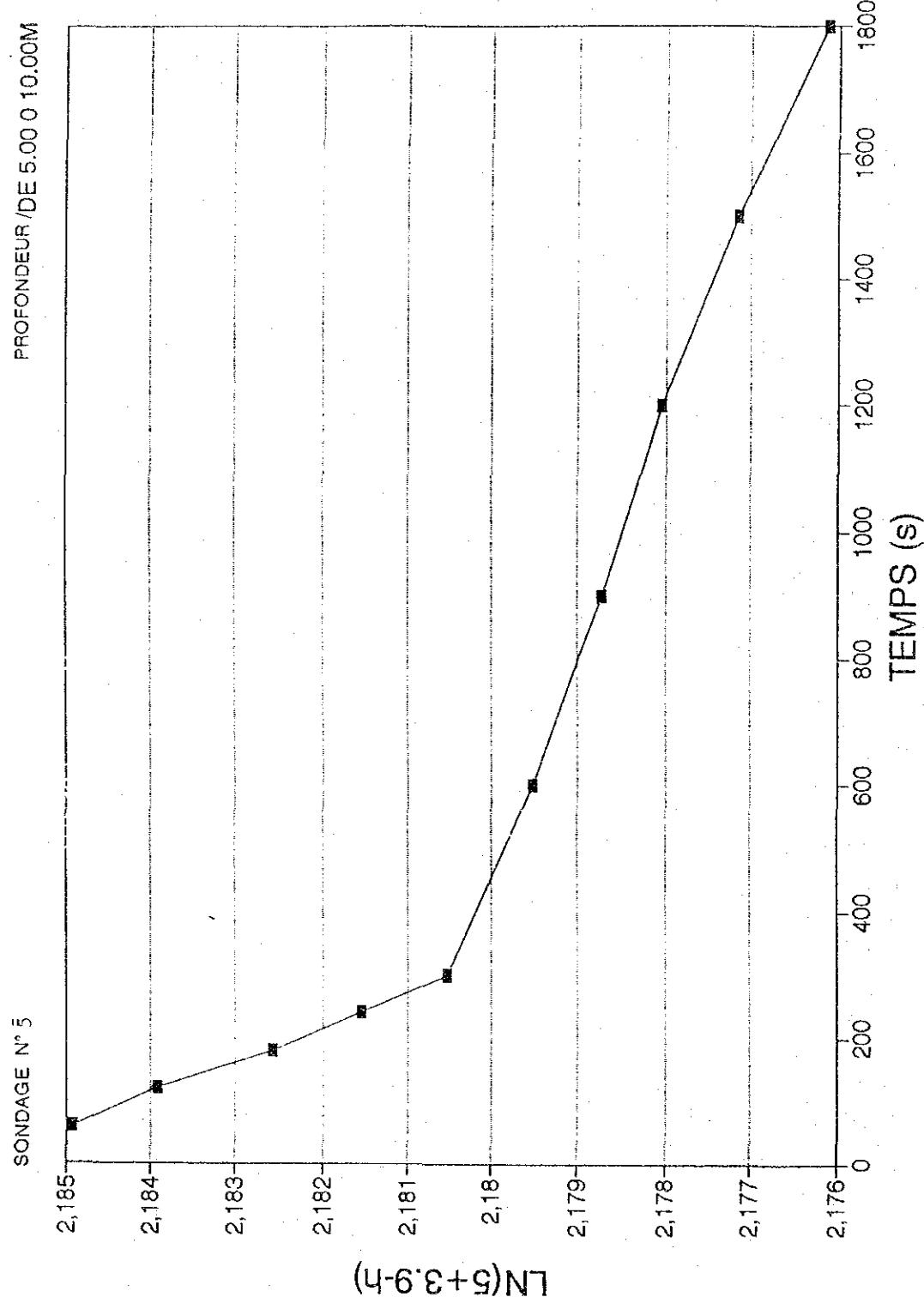
PROTECTION CONTRE INONDATION- ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

SONDAGE N° 5

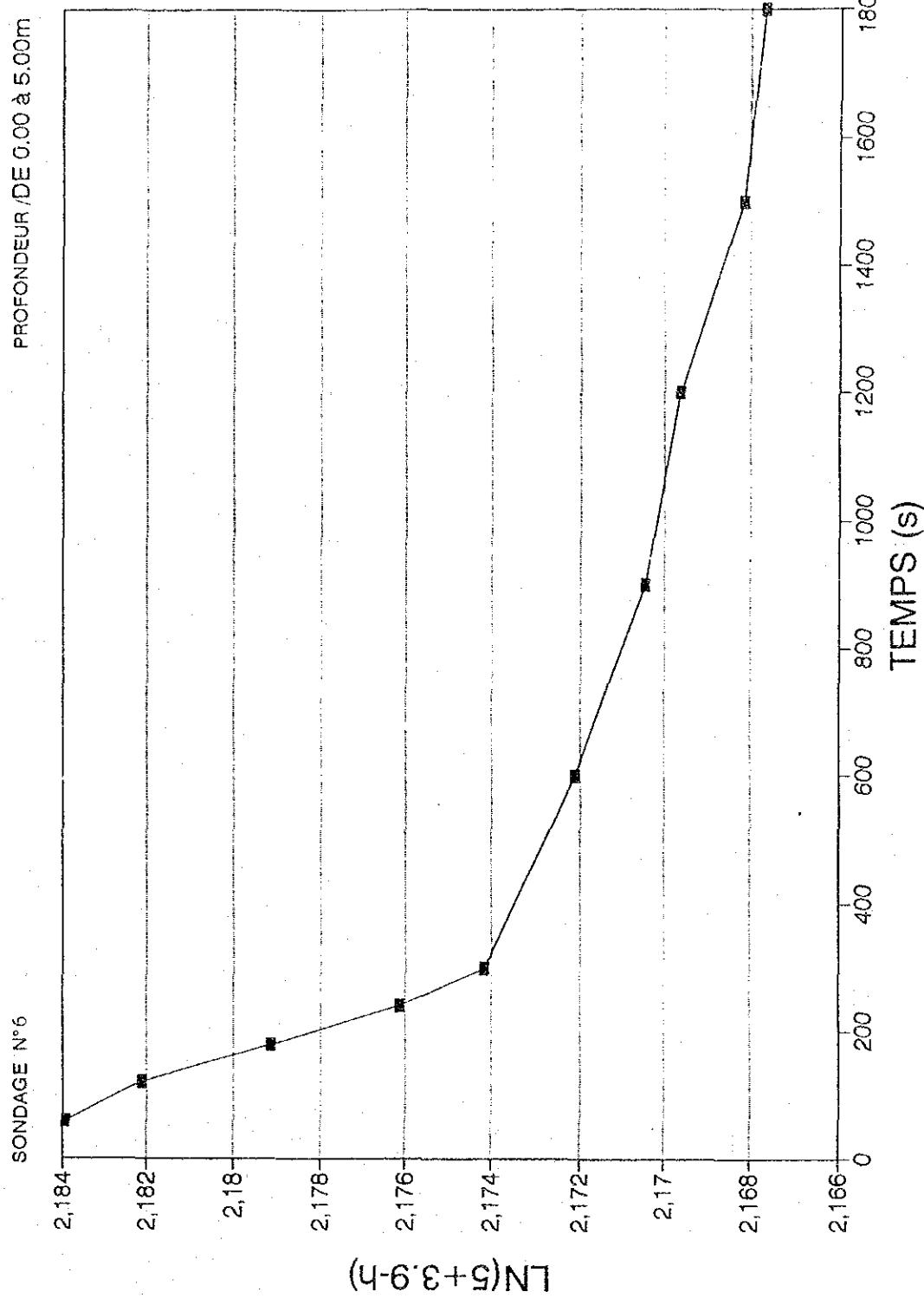
PROFONDEUR / de 5.00 à 10.00



PROTECTION CONTRE INONDATION- ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC



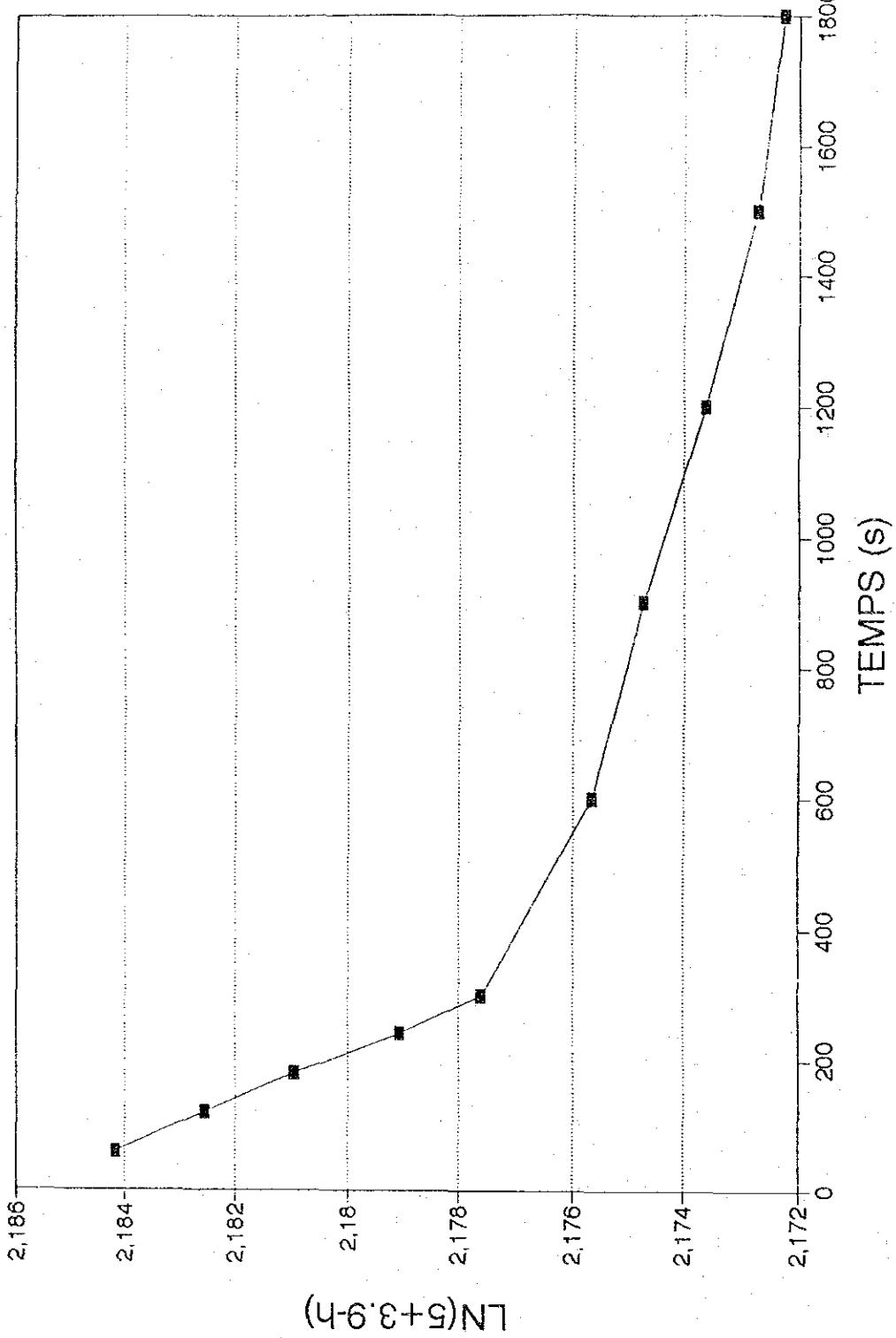
PROTECTION CONTRE INONDATION- ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC



PROTECTION CONTRE INONDATION- ARIANA
ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

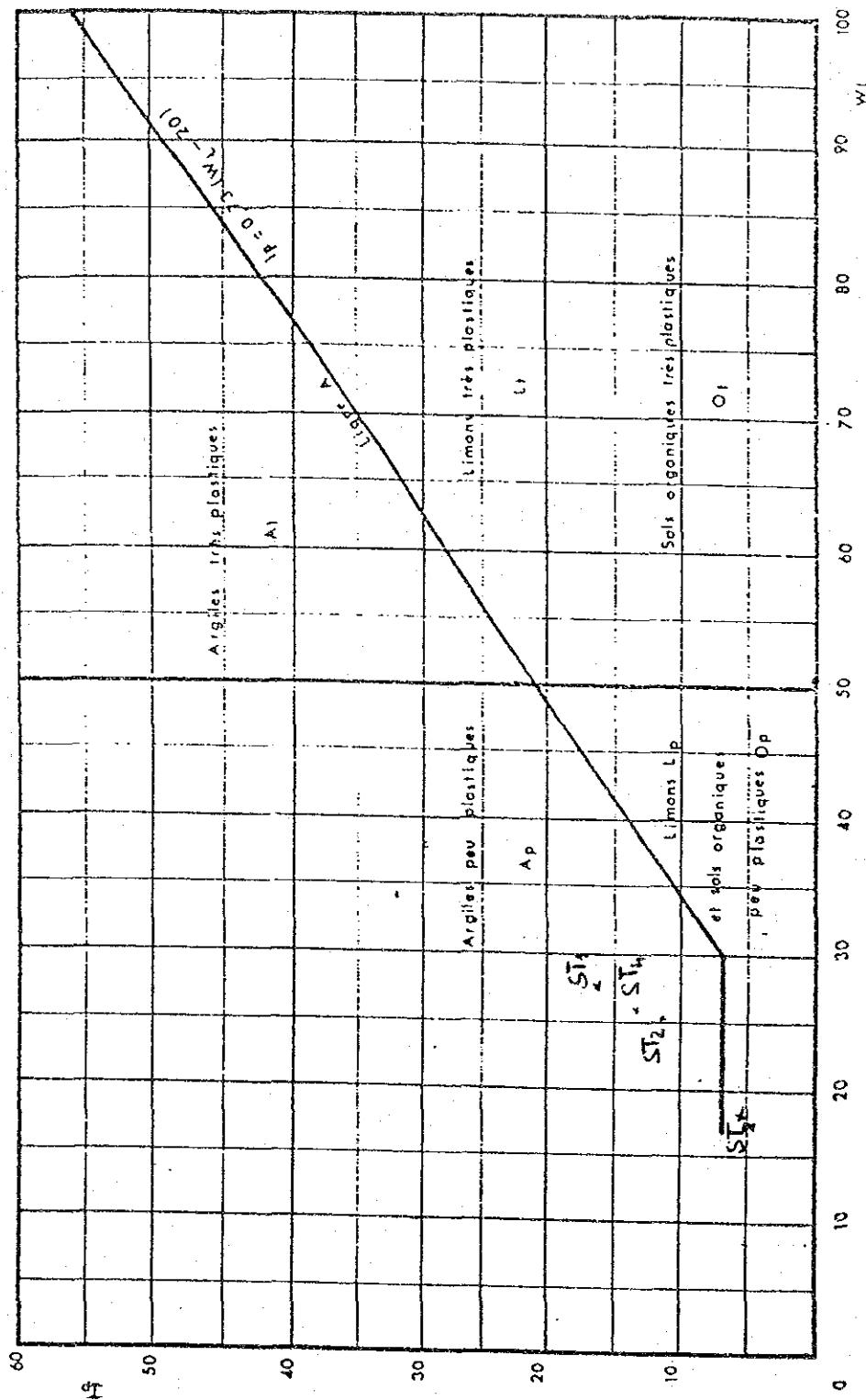
SONDAGE N° 6

PROFONDEUR / de 5.00 à 10.00

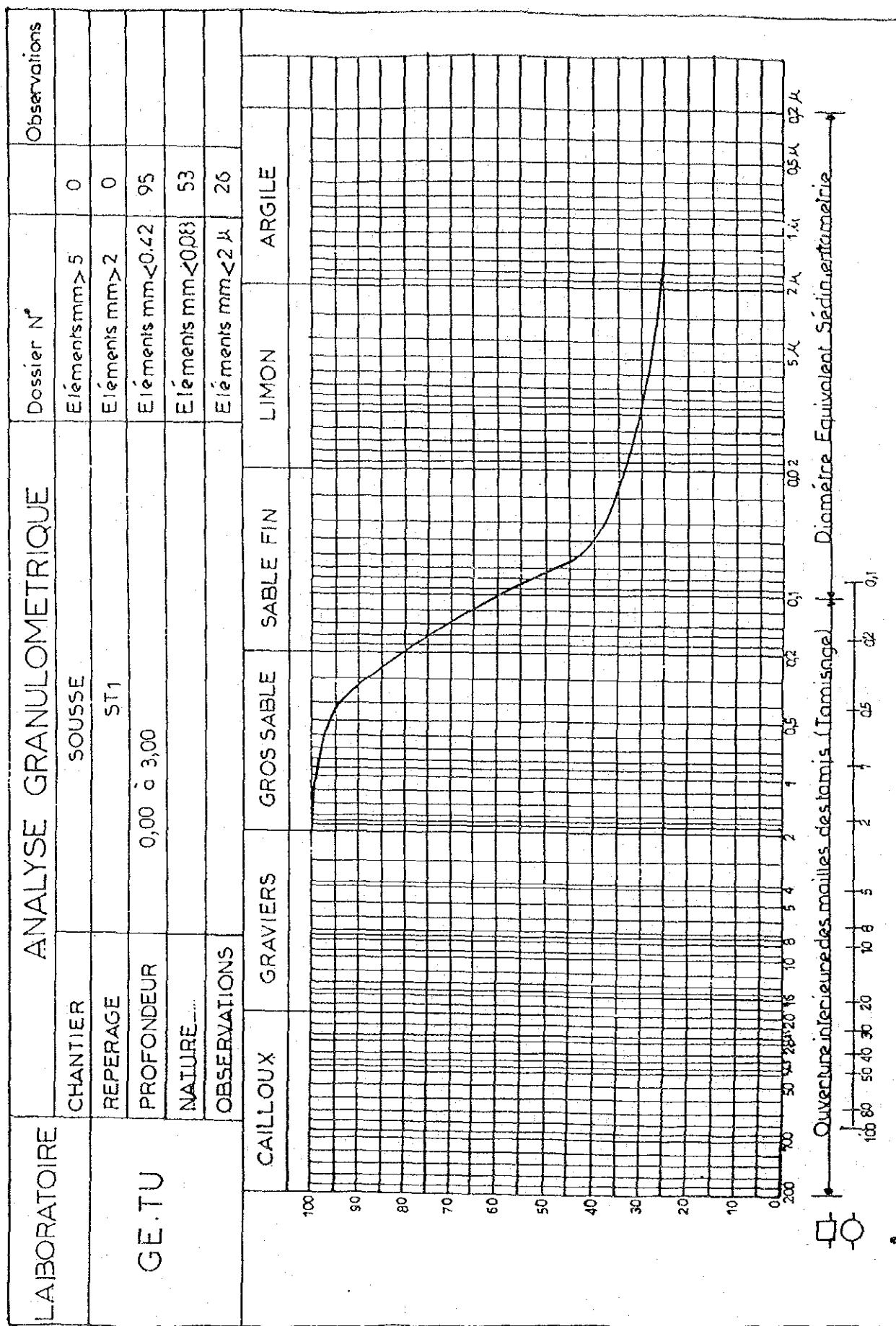


RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

DIAGRAMME DE PLASTICITE
 Protection contre les inondations de la
 Ville de Fouჭe



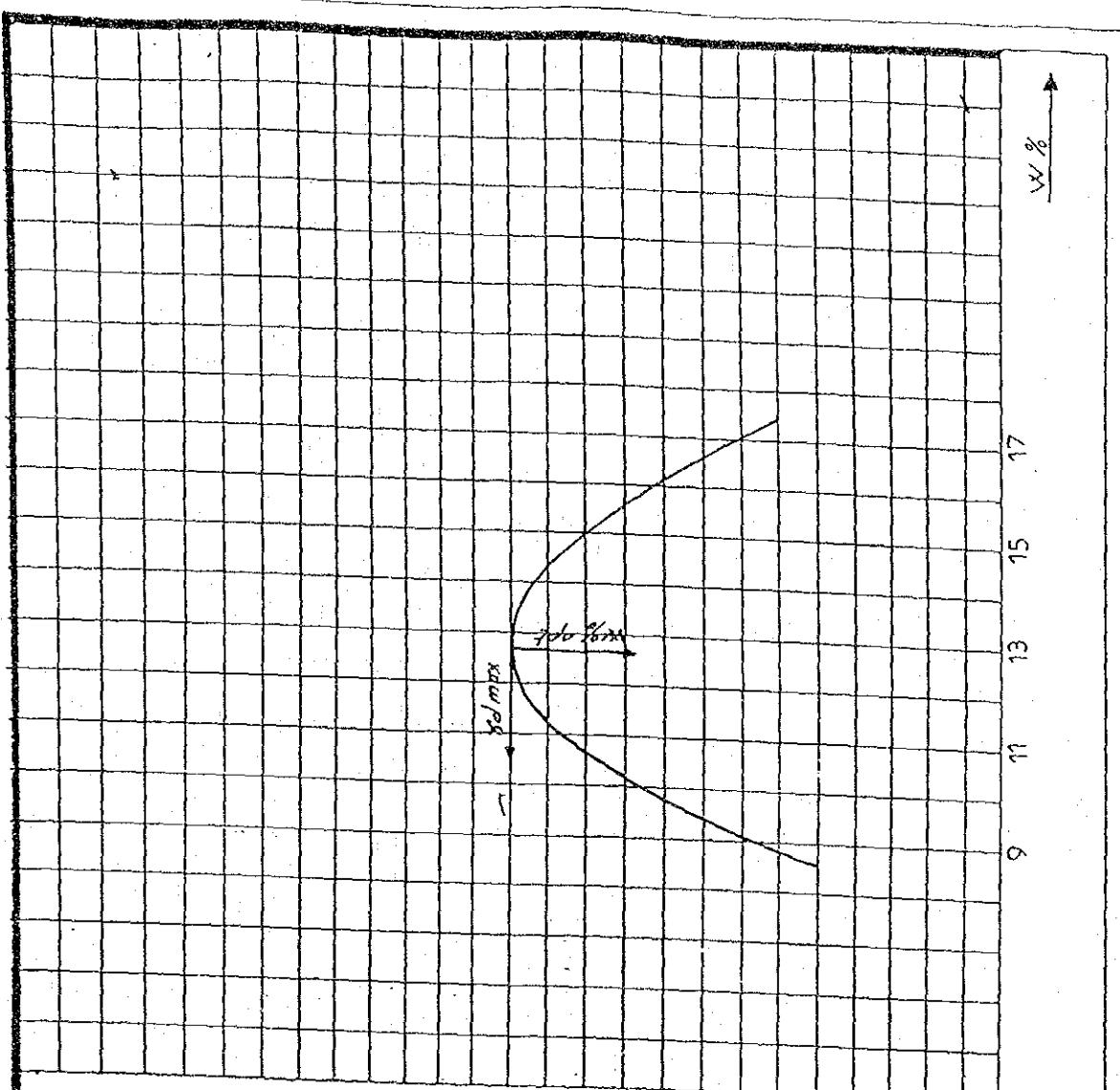
GEOTECHNIQUE TUNISIE G.E.T.U		PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE LA VILLE DE SOUSSE										REPERAGE:		DOSSIER N°: 263		NATURE GEOLOGIQUE	
												C B R					
Reperé	Profon- t m	W %	D. hum g/cm3	D.apé g/cm3	Limits	GRANULOMETRIE			K cm/a	T.gyp %	PROCTOR W% D.g/c	Avent CBR	Après Imbibi CBR	Indice Gonfle- ment en %	Indice Gonfle- ment en %		
					L.L.	> 5mm	< 0,42	< 0,08	< 0,02								
ST1	0.00	19,8	2,67	28,7	16,7	0	0	95	63	28	4,3 10^{-8}	12,7	1,88				
	3,00																
ST2	0,00	23,9	2,66	18,9	Indéte	0	0	97,5	30	11,6 10^{-7}	6,4	10,6	1,88				
	0,80																
ST2	0,80	22,6	2,68	26,4	12	0	0	97,5	53	23 10^{-7}	5,6	12,4	1,88				
	3,00																
ST3	0,00	1,6	2,63	Indeterminab	1	1,5	93	7	—	6,3 10^{-3}	8	1,726					
	3,00																
ST4	0,00	19,7	2,68	28,8	13,2	1	1	92	60	24,5 10^{-7}	6,2	11,9	1,92				
	3,00																

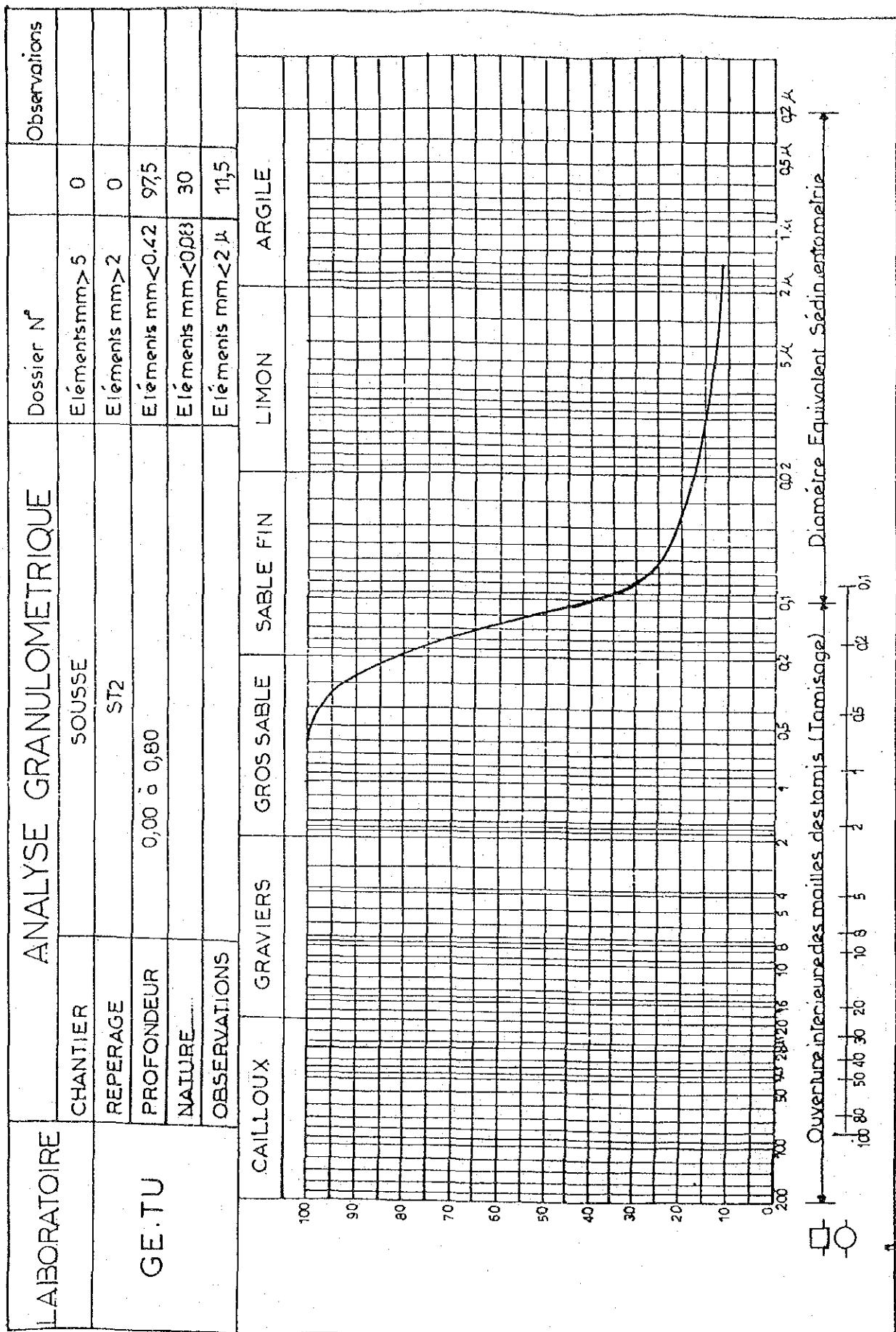


GE.TU

ESSAI	N	<input type="checkbox"/>
PROCTOR	M	<input type="checkbox"/>
CHANTIER	SOUSSÉ	
REPÉRAGE	ST1	
PROFONDEUR	0,00 / 3,00	m
Teneur en eau optimale	12,2	%
Densité sèche maximale	1,86	g/cm ³
indice CBR avant imbibition		
indice CBR après imbibition		
Gonflement linéaire		%
Gonflement linéaire relatif		%

$w/8:px$





GE.TU

ESSAI N°

PROCTOR M

CHANTIER SOUSSE

REPÉRAGE ST2

PROFONDEUR 0,00 / 0,80 m

Teneur en eau optimale 10,6 %

Densité sèche maximale 1,86 g/cm³

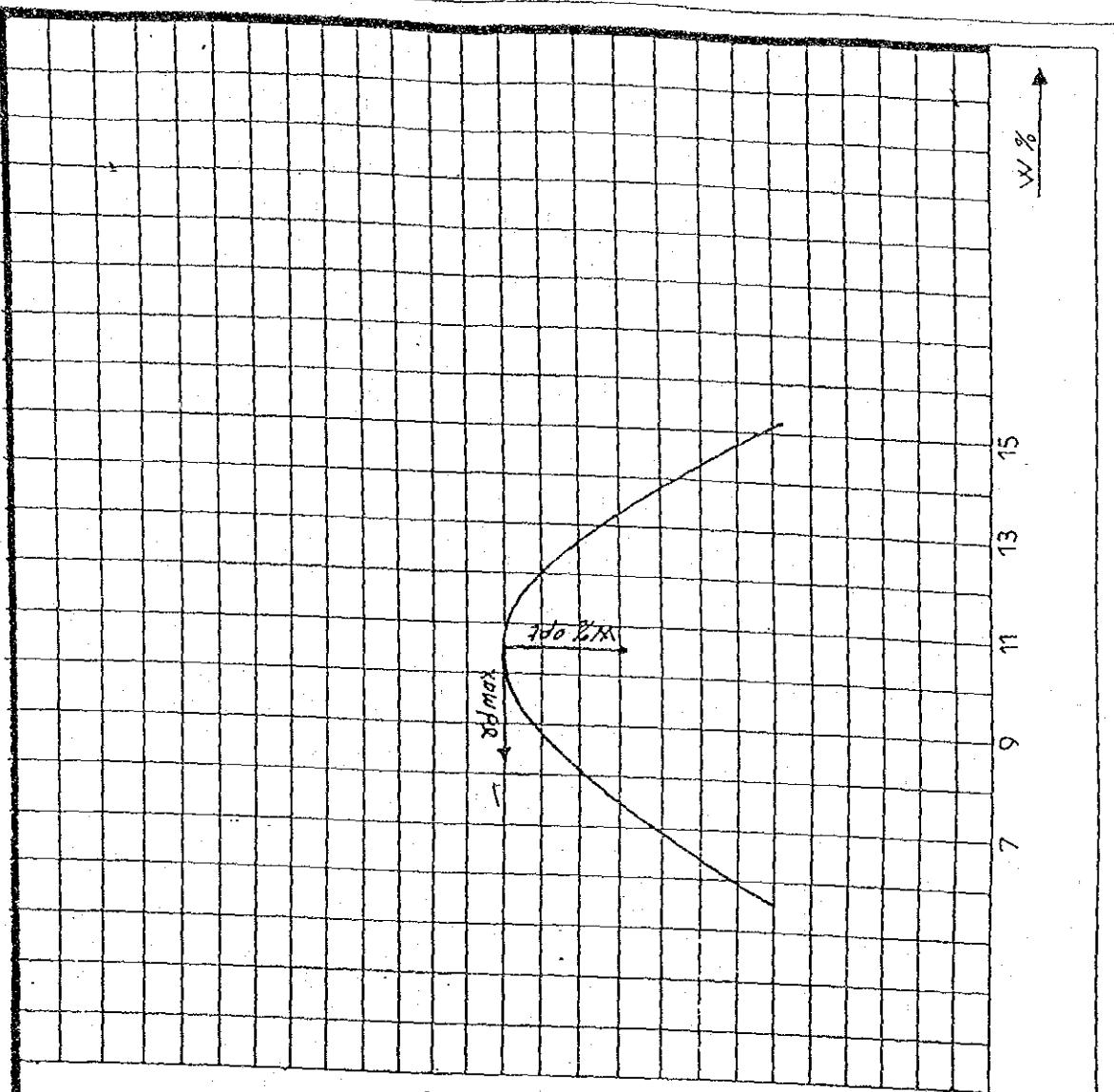
indice CBR avant imbibition

indice CBR après imbibition

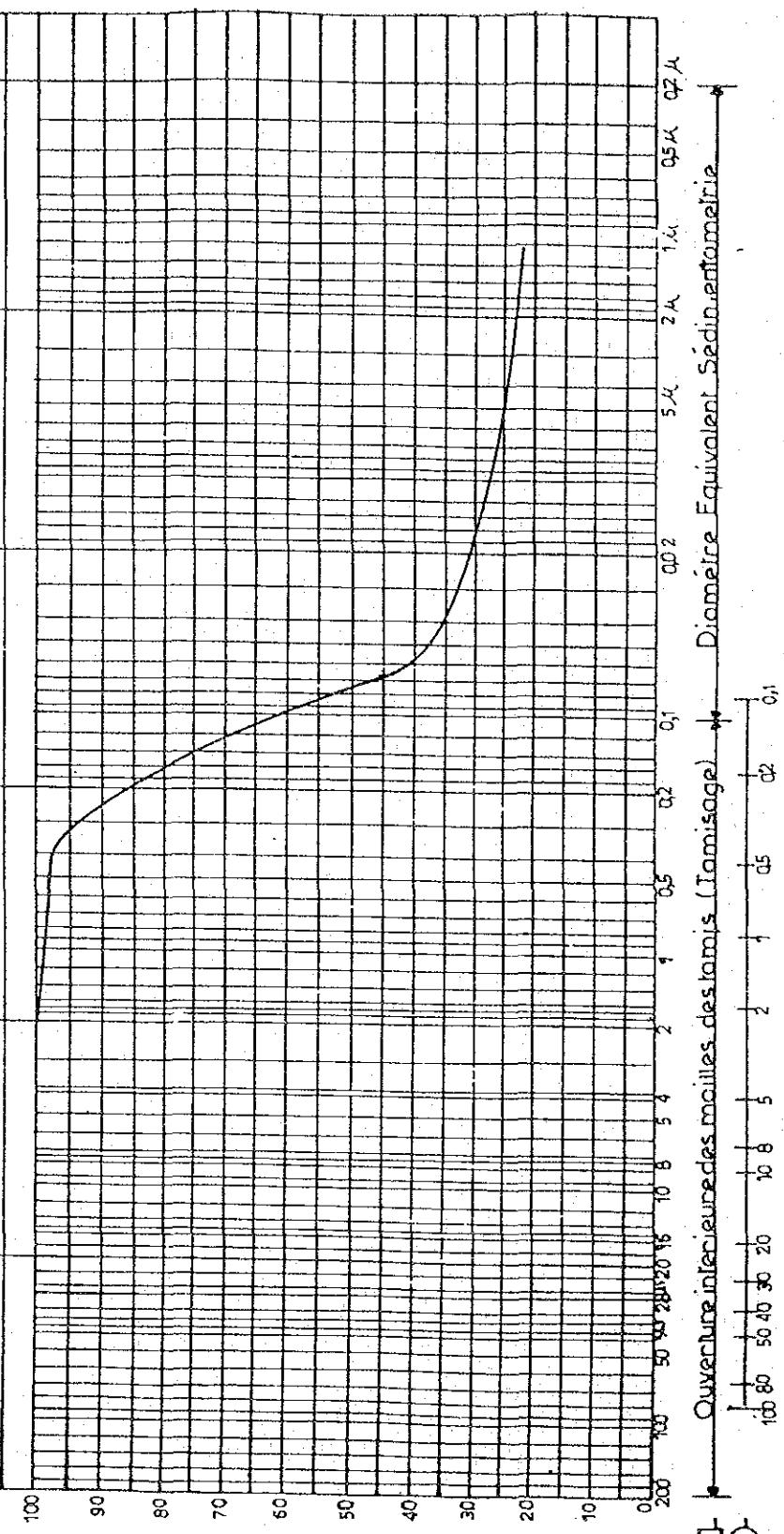
Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif %

moyenne



LABORATOIRE		ANALYSE GRANULOMETRIQUE		Dossier N°	Observations
CHANTIER	SOUSSE			Éléments mm > 5	0
REPERAGE	ST2			Éléments mm > 2	0
PROFONDEUR	0,80 à 3,00			Éléments mm < 0,42	97,5
NATURE				Éléments mm < 0,063	53
OBSERVATIONS				Éléments mm < 2 μ	23



GE.TU

ESSAI N °

PROCTOR M °

CHANTIER SOUSSE

REPÉRAGE ST2

1,9

PROFONDEUR 0,80 / 3,00 m

Teneur en eau optimale 12,4 %

Densité sèche maximale 1,88 g/cm³

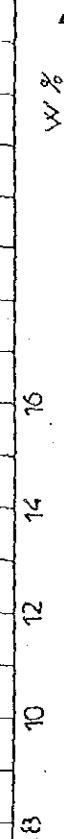
Indice CBR avant imbibition

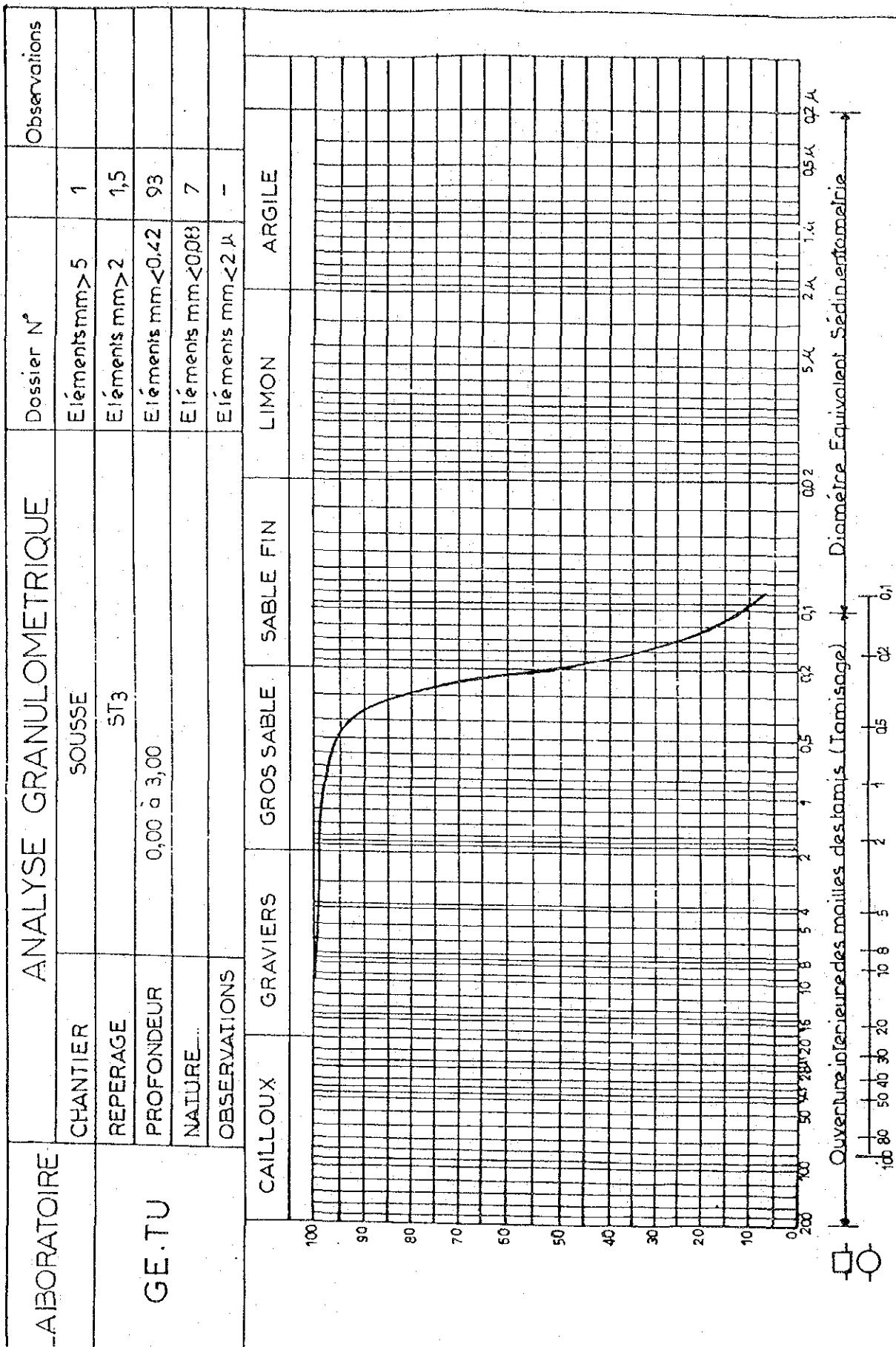
Indice CBR après imbibition

1,7

Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif %

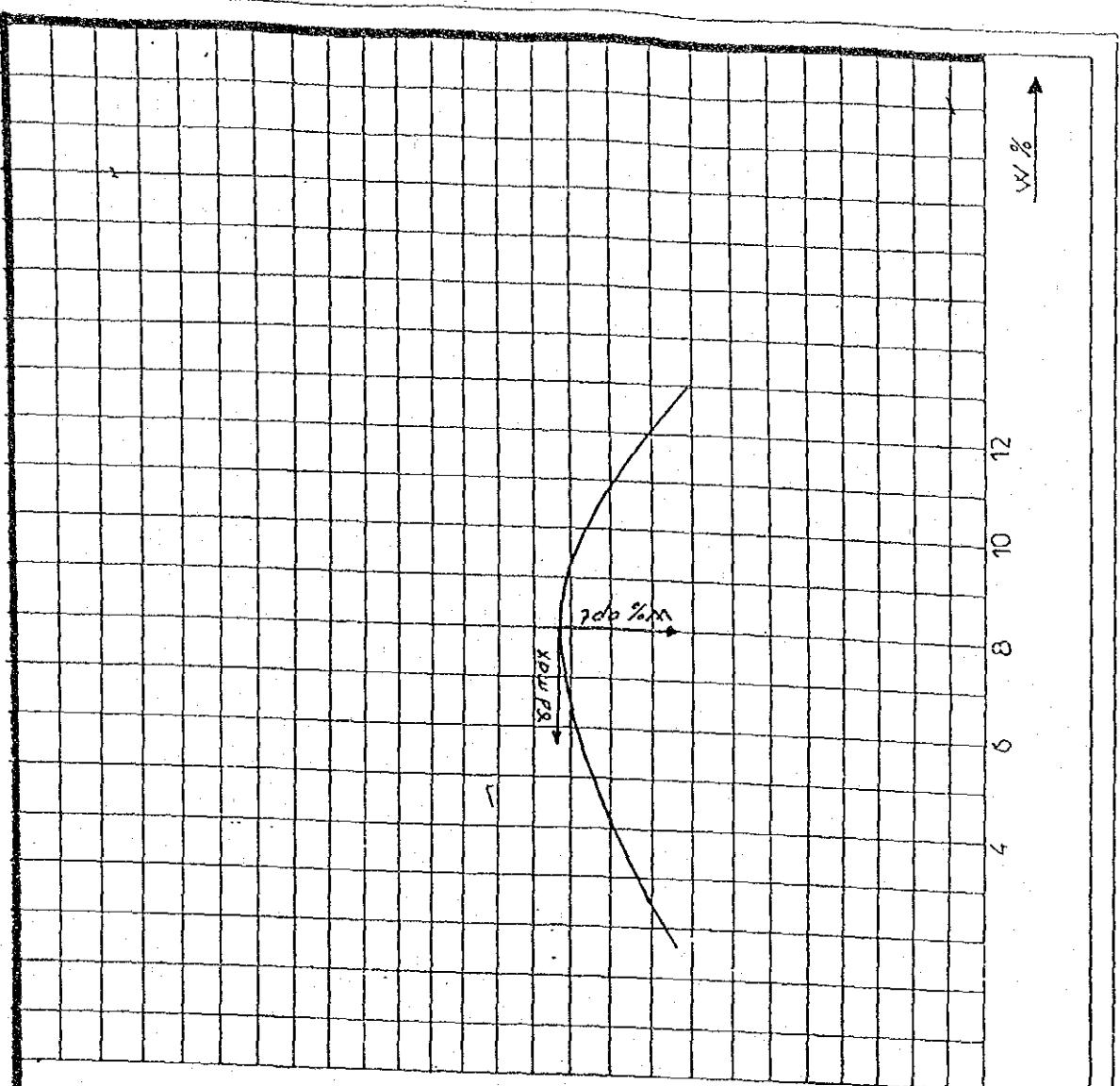


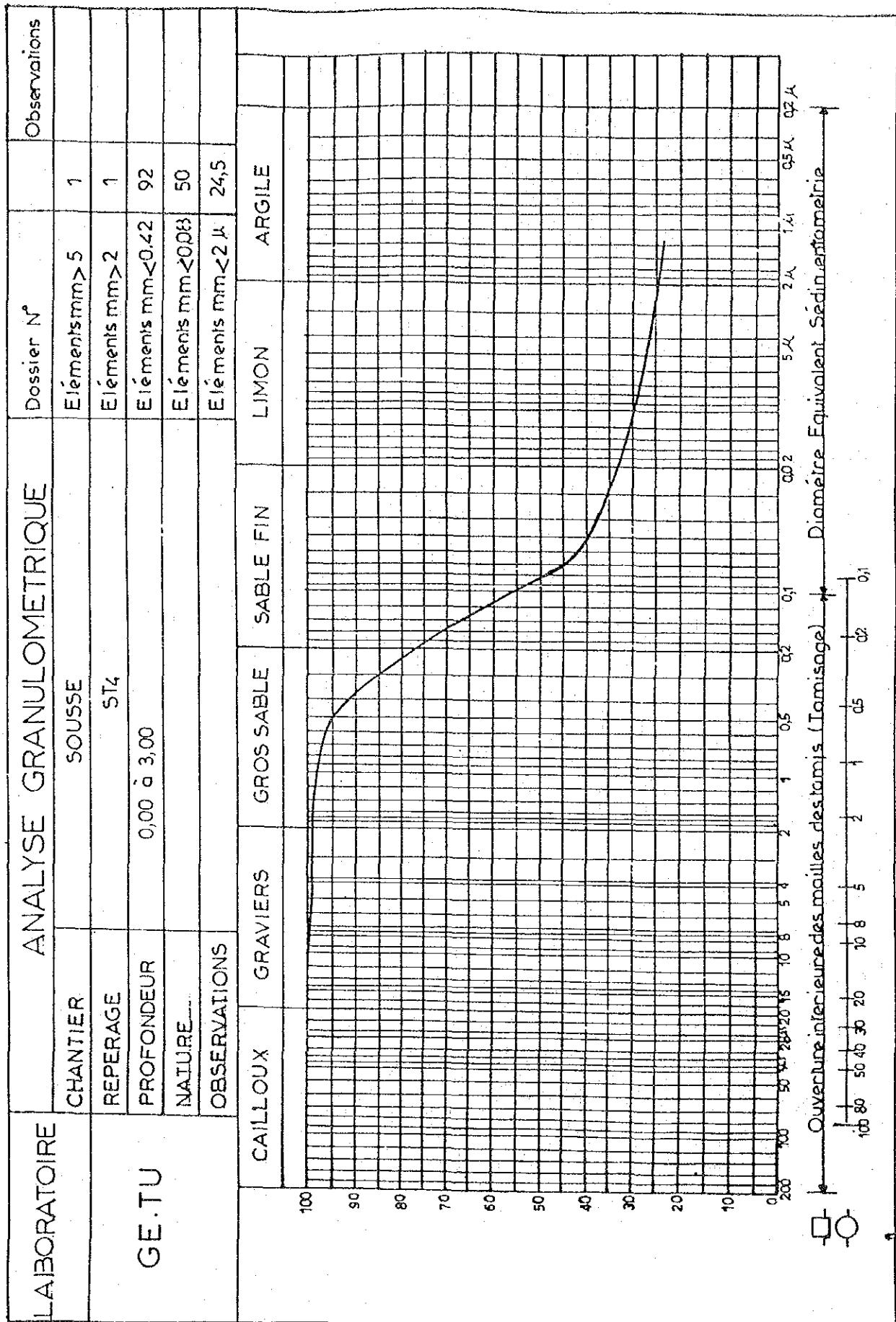


GE.TU

ESSAI	N <input checked="" type="checkbox"/>
PROCTOR	M <input type="checkbox"/>
CHANTIER — SOUSSE	
REPÉRAGE — ST3	
PROFONDEUR — 0,00 / 3,00 m	
Teneur en eau optimale — 8 %	1,8
Densité sèche maximale — 1,726 g/cm ³	1,7
Indice CBR avant imbibition —	
Indice CBR après imbibition —	1,6
Gonflement linéaire —	
Gonflement linéaire relatif — %	

m3/g : p2





GE.TU

ESSAI N

PROCTOR M

CHANTIER SOUSSE

REPÉRAGE SITE

PROFONDEUR 0,00 / 3,00 m

Teneur en eau optimale 11,2 %

Densité sèche maximale 1,92 g/cm³

Indice CBR avant imbibition

Indice CBR après imbibition

Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif

$\rho_d = 1.8 \text{ g/cm}^3$

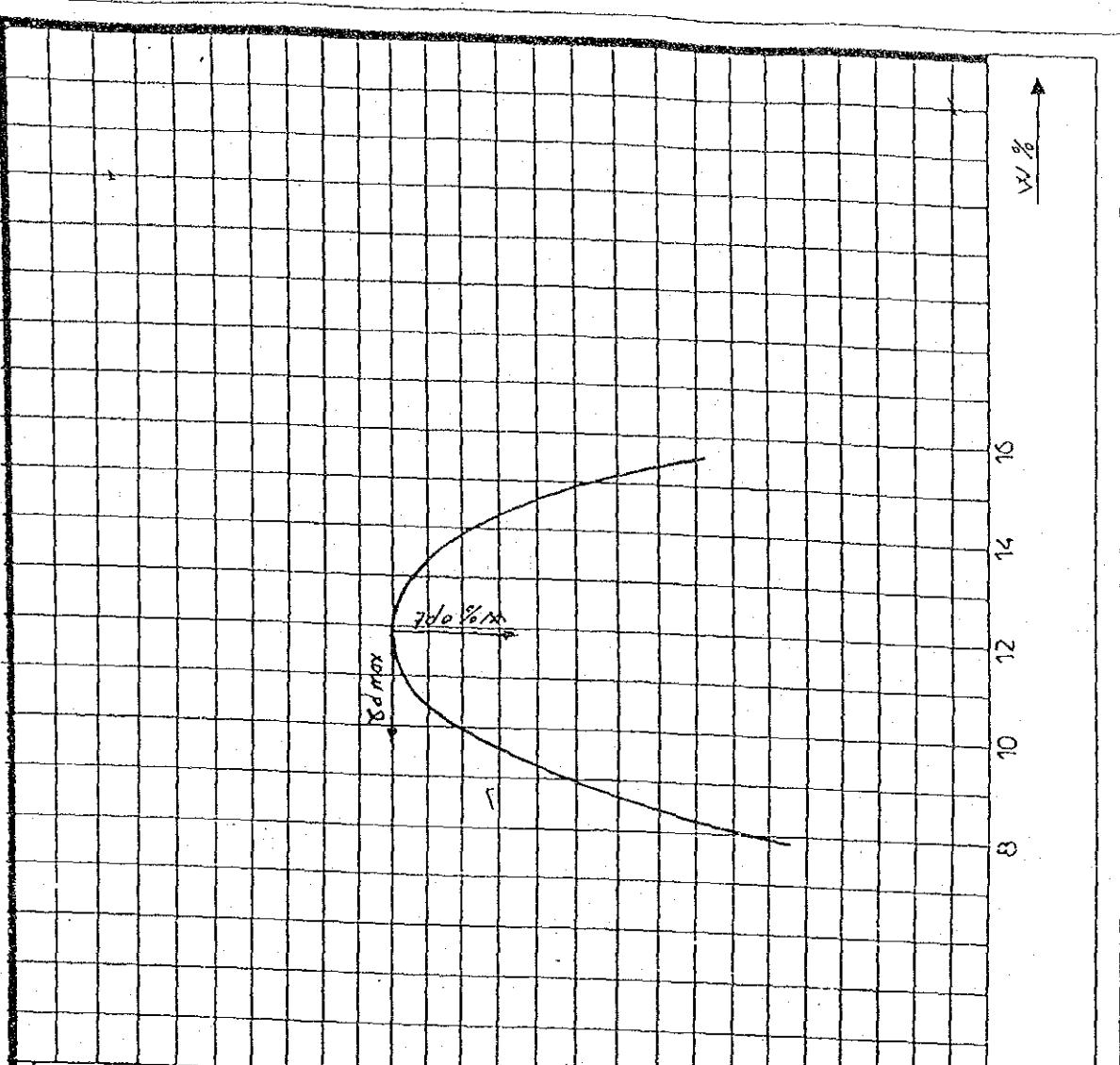


DIAGRAMME DE PISSISSEY

Protection Contre les inondations de
la ville de L'ARIANA.

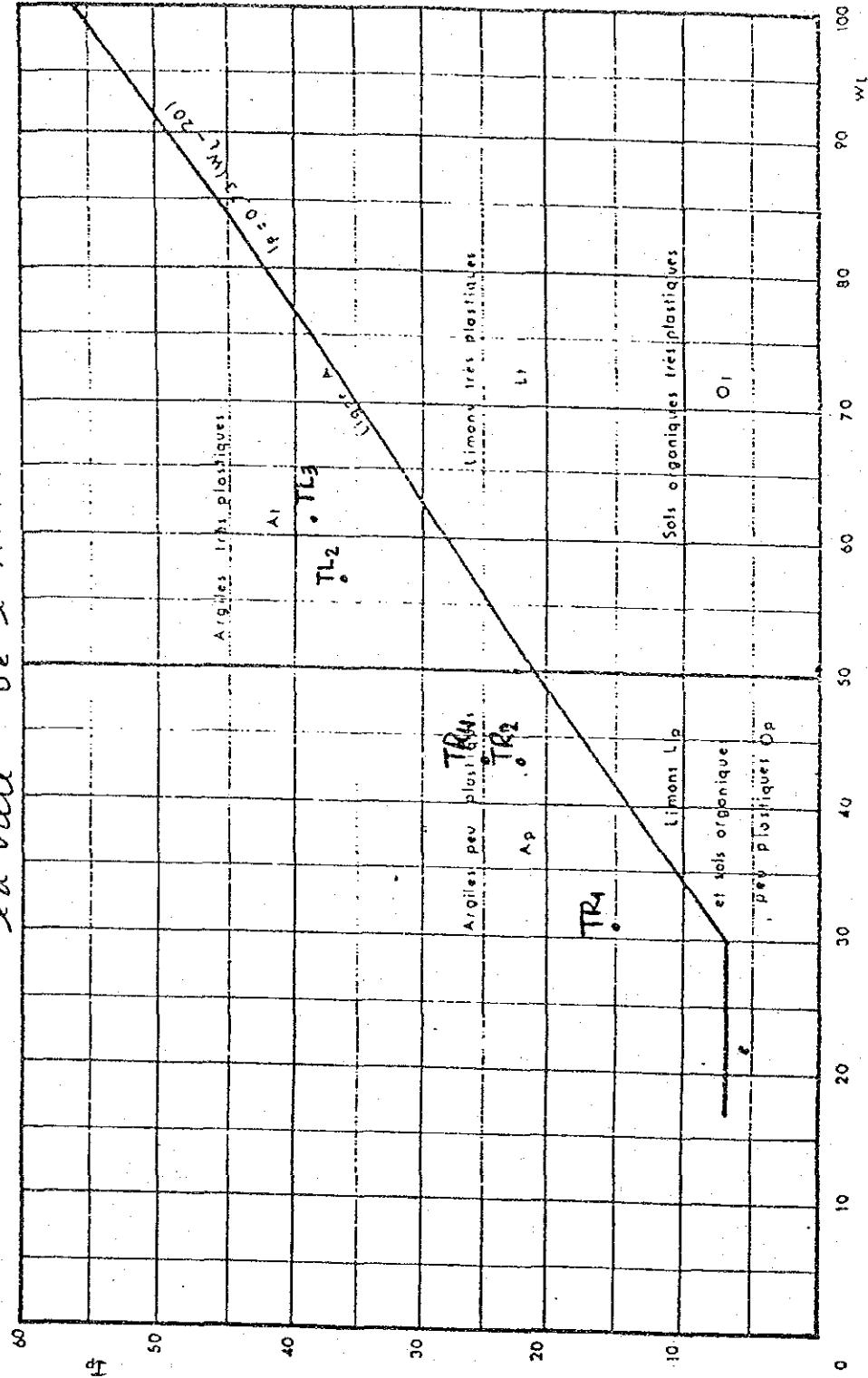
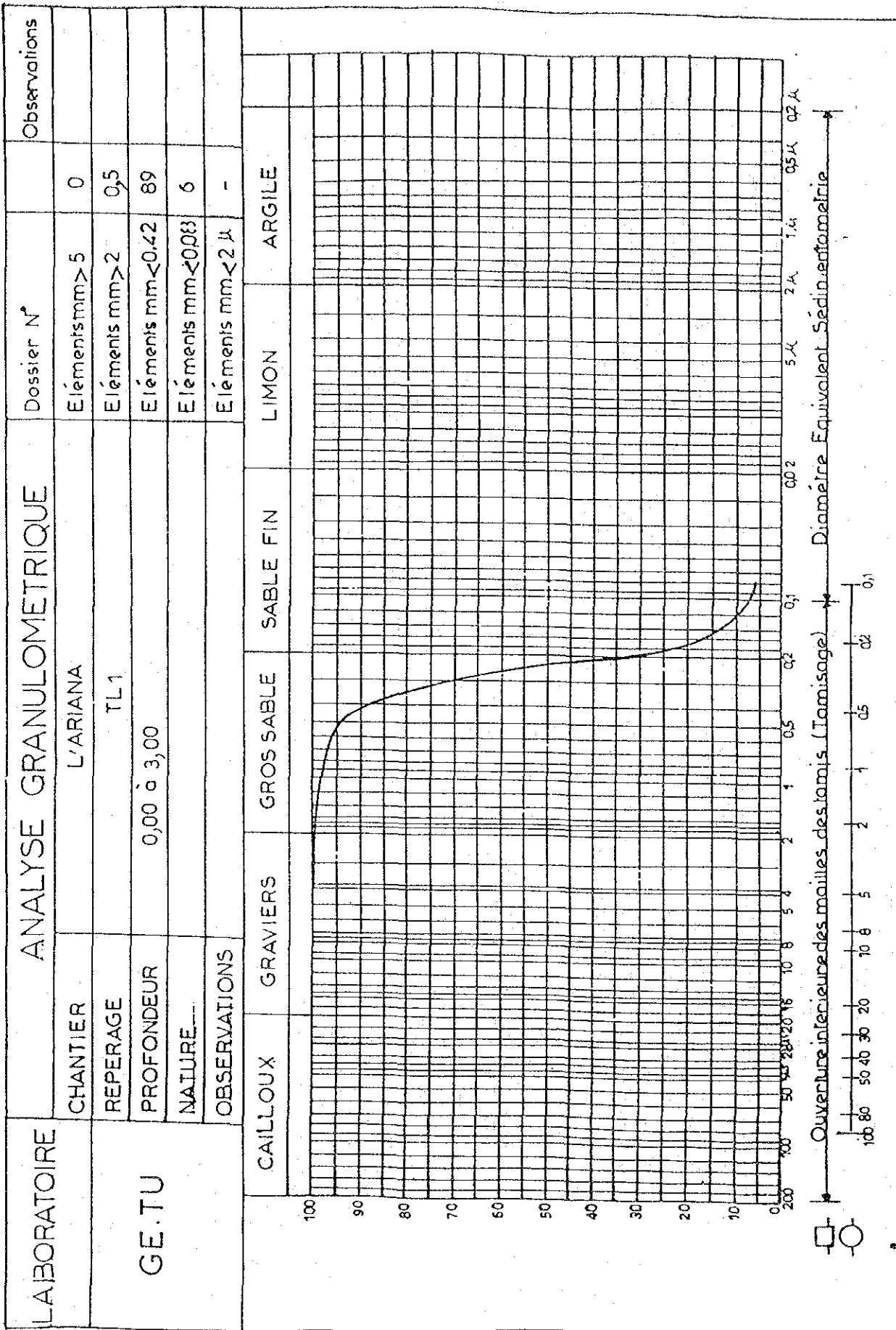


TABLEAU RECAPITULATIF DES ESSAIS DE LABORATOIRE
IDENTIFICATION SUR ECHANTILLONS REMANIES

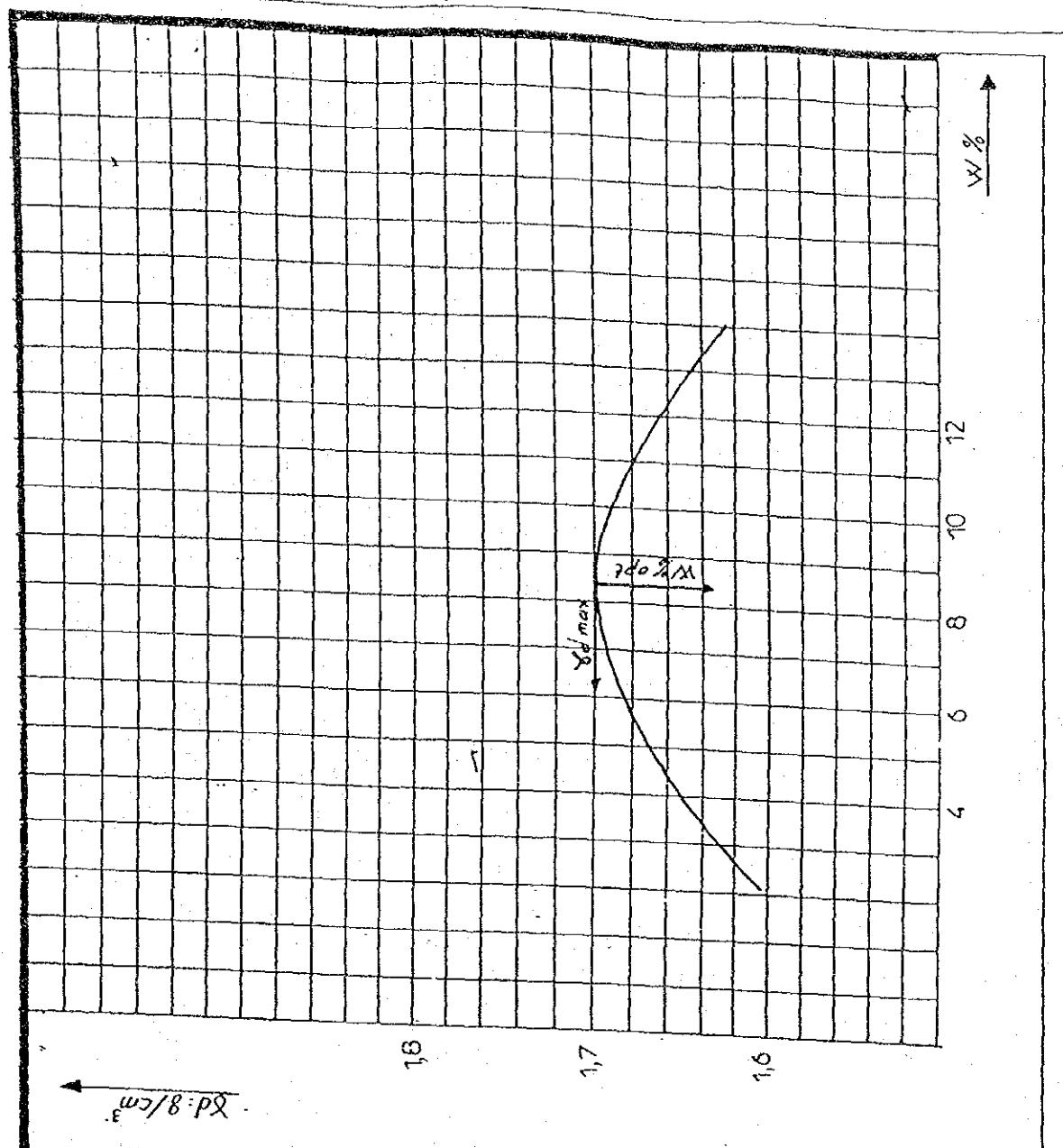
GEOTECHNIQUE TUNISIE
G.E.T.U

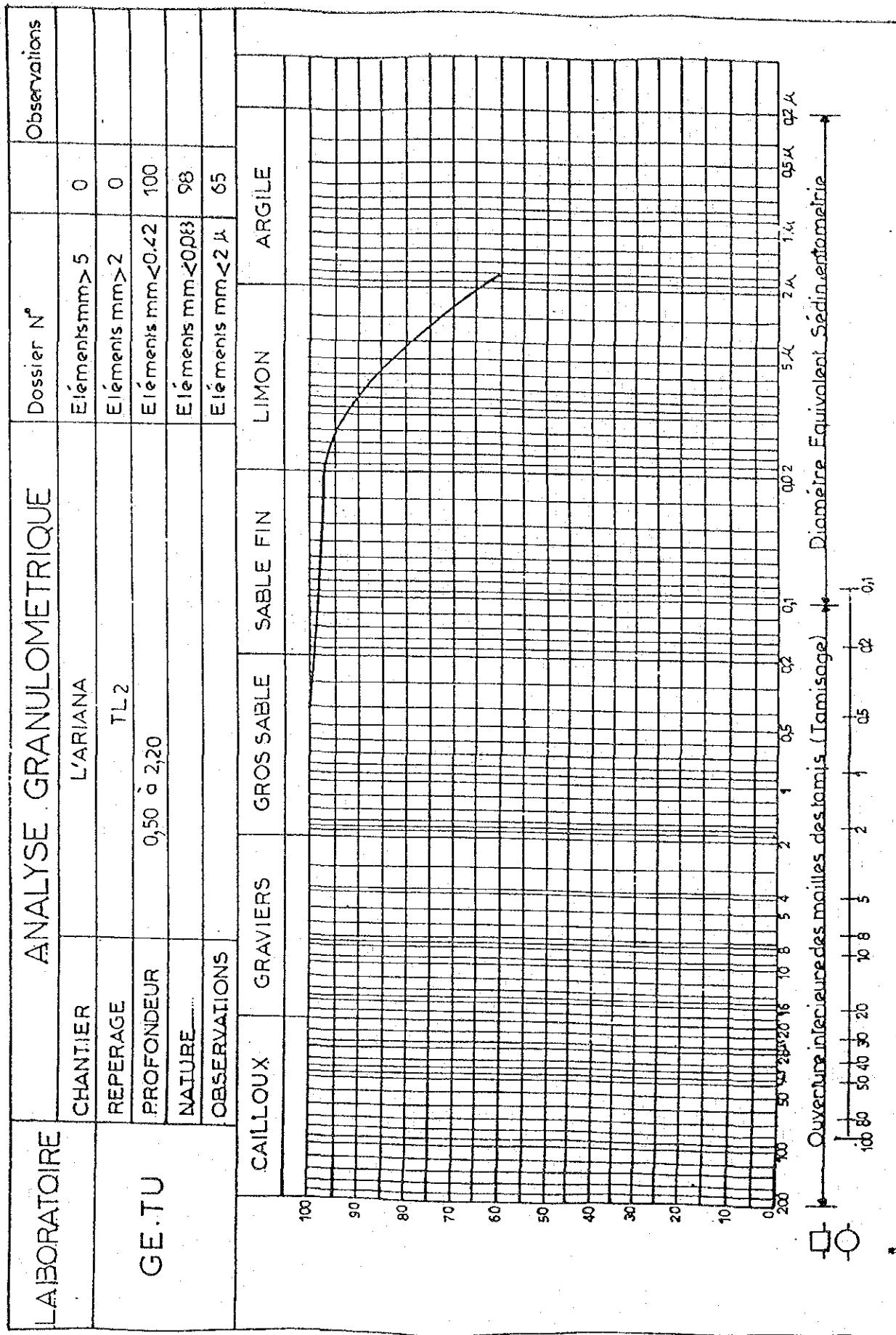
CHANTIER:
PROTECTION CONTRE LES
INONDATIONS DE LA VILLE
DE L'ARIANA

REPÉRAGE:										DOSSIER N°: 263		
C B R										NATURE GEOLOGIQUE		
	Indice CBR	Indice CBR	Gonflement	Gonflement	Indice CBR	Indice CBR	Avent	Après	Imbibi	Imbibi	relatif en %	en %
TL1	0,00	17,4	2,64	Indéterminable	0	0,6	88	6	-	6,7	8,4	1,7
TL1	3,00	26,7	2,68	57	36	0	0	100	98	66	9,4	1,7
TL2	0,60	2,20	0,60	Indéterminable	0	0	100	98	66	10	21,1	1,52
TL3	0,60	2,40	2,68	51,6	38,1	0	0	100	98	70	4,9	1,58
TL3	2,40	20,9	2,68	20,2	Indé	0	0	82	22	16	10	21,5
TR1	0,00	3,00	2,67	30,6	16	1,6	3	96	67,5	27,5	6,8	1,9
TR1	2,50								10	10	13,3	1,83



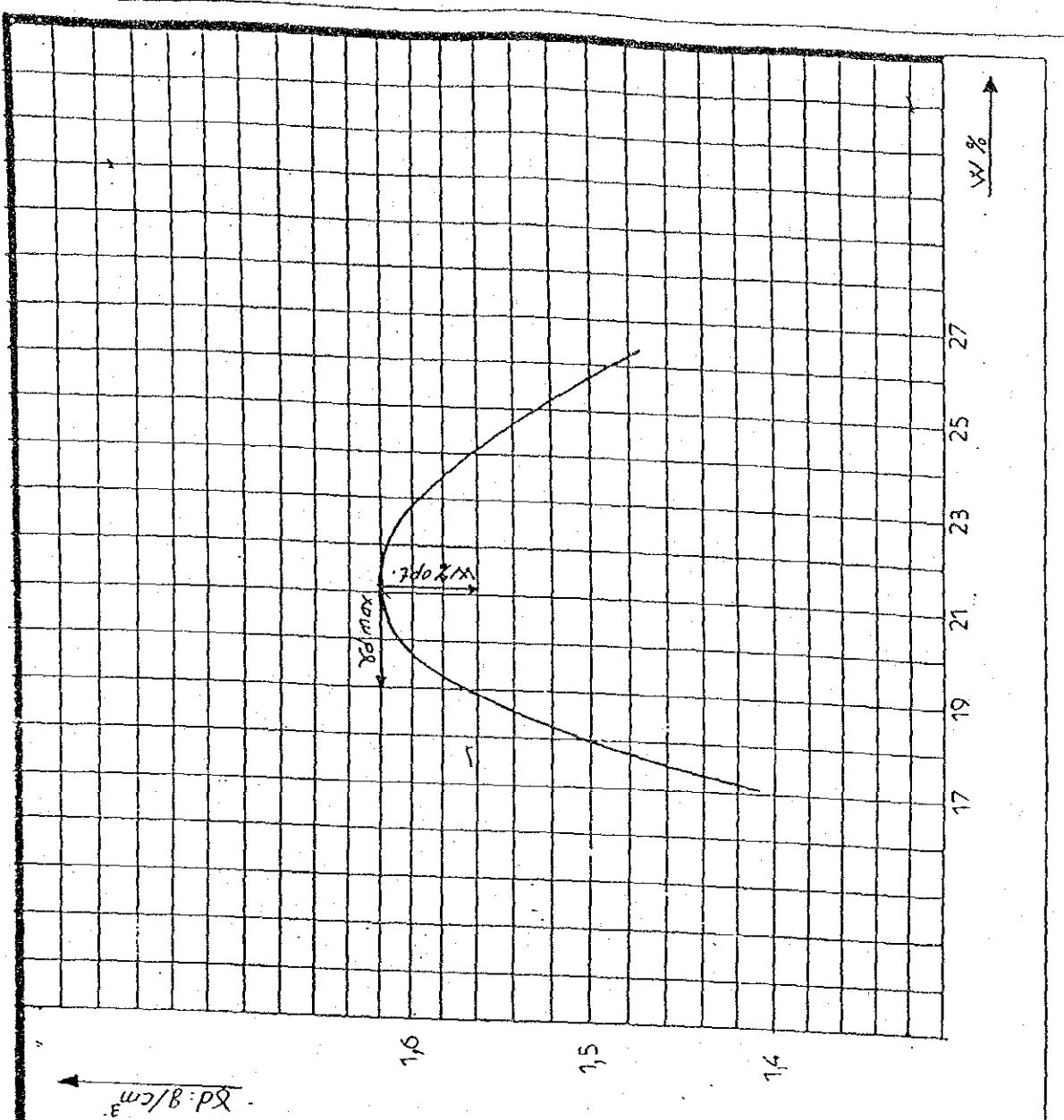
GE.TU	
ESSAI	N <input type="checkbox"/>
PROCTOR	M <input type="checkbox"/>
CHANTIER	L'ARIANA
REPÉRAGE	TL 1
PROFONDEUR	0,00 / 3,00 m
Teneur en eau optimale	8,4 %
Densité sèche maximale	1,70 g/cm ³
Indice CBR avant imbibition	
Indice CBR après imbibition	
Gonflement linéaire	%
Gonflement linéaire relatif	%

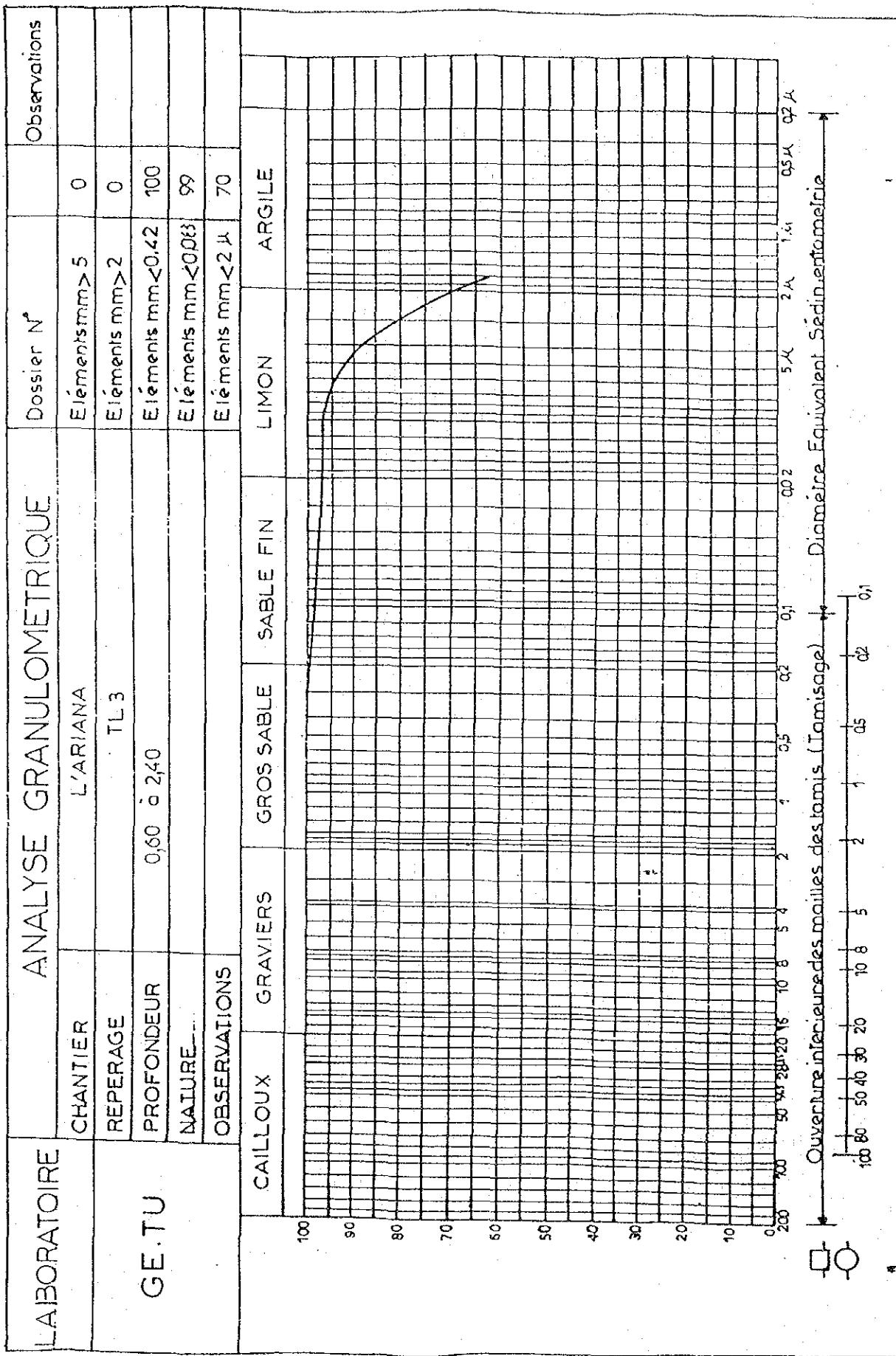


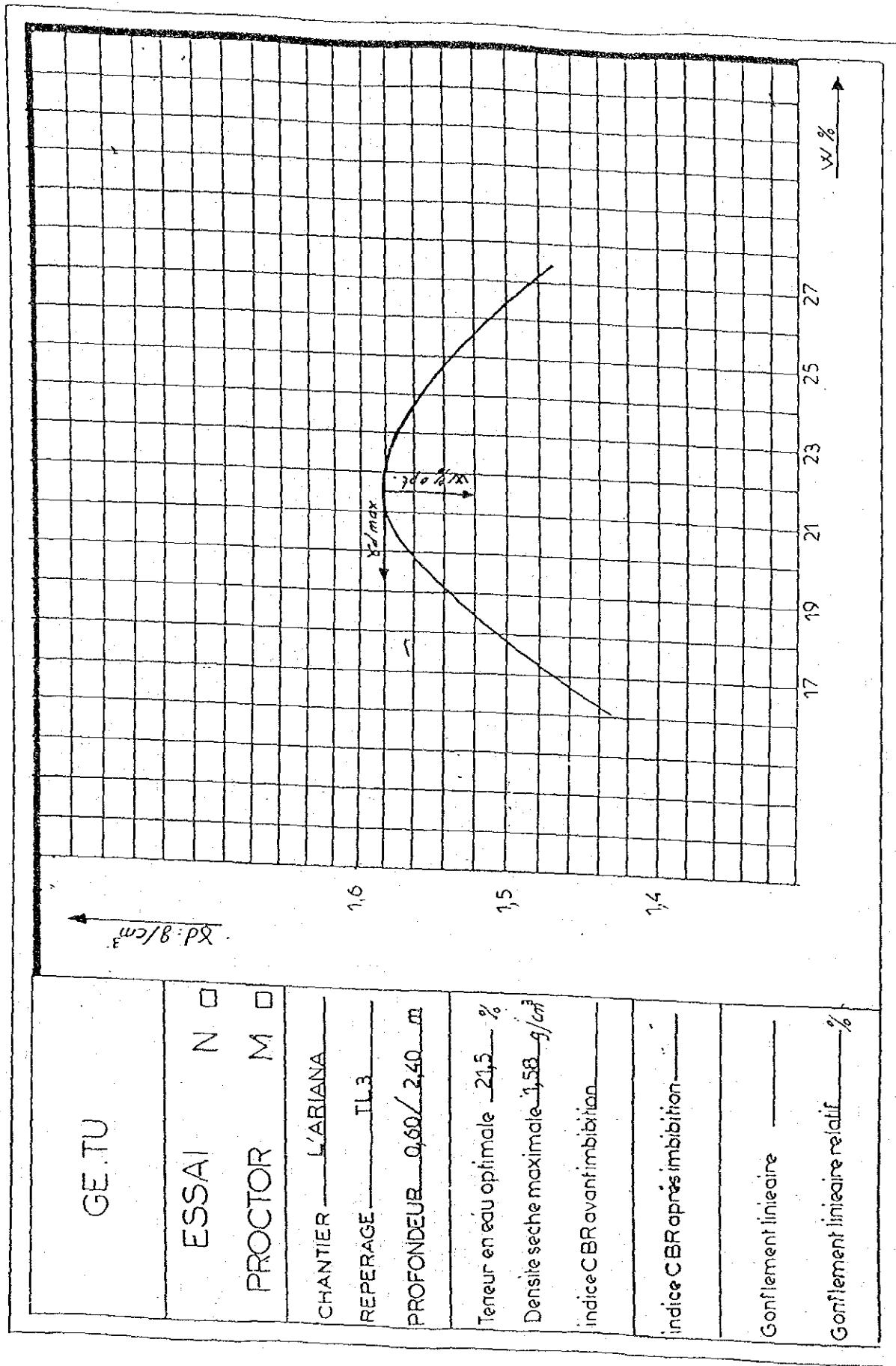


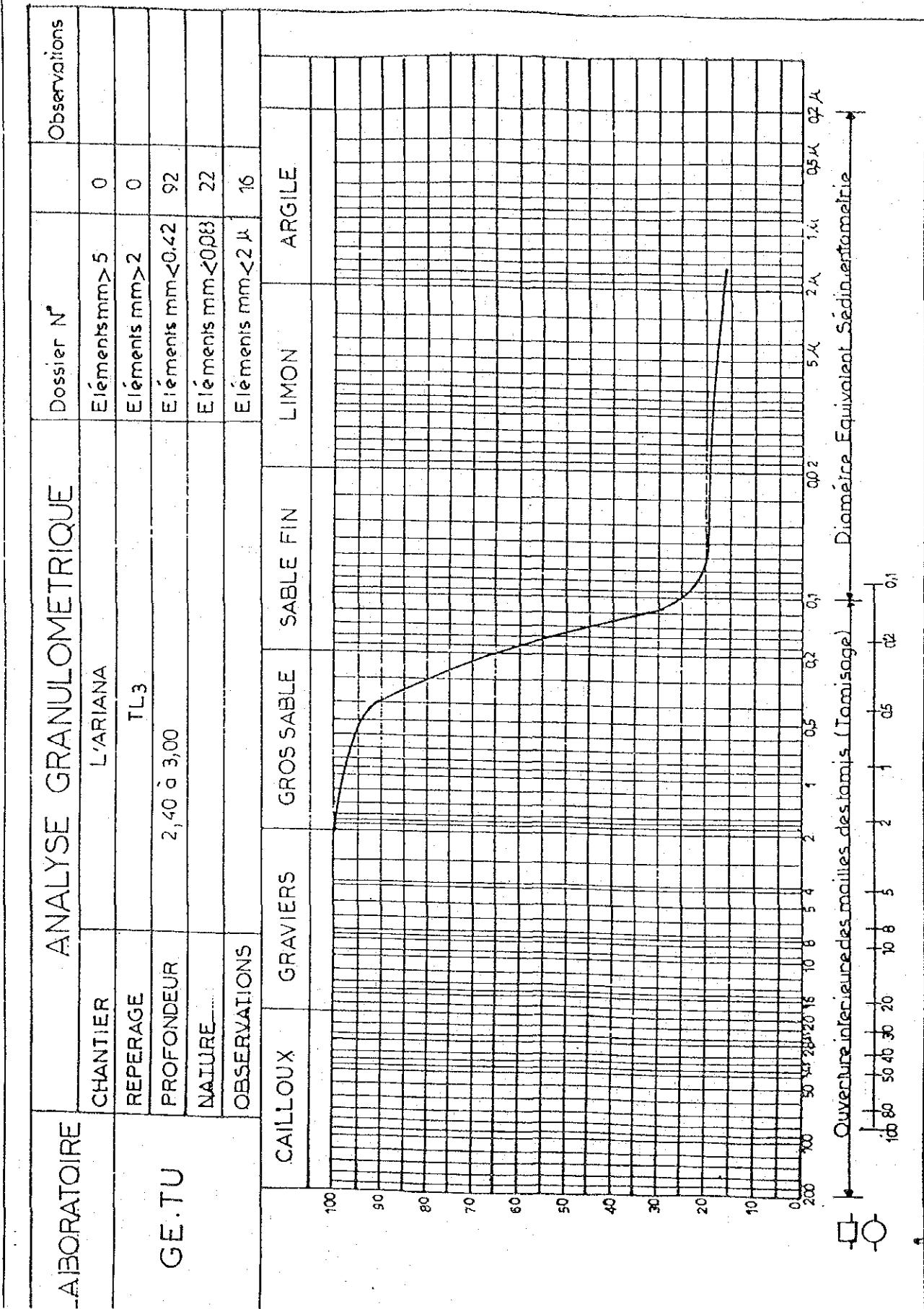
GE.TU

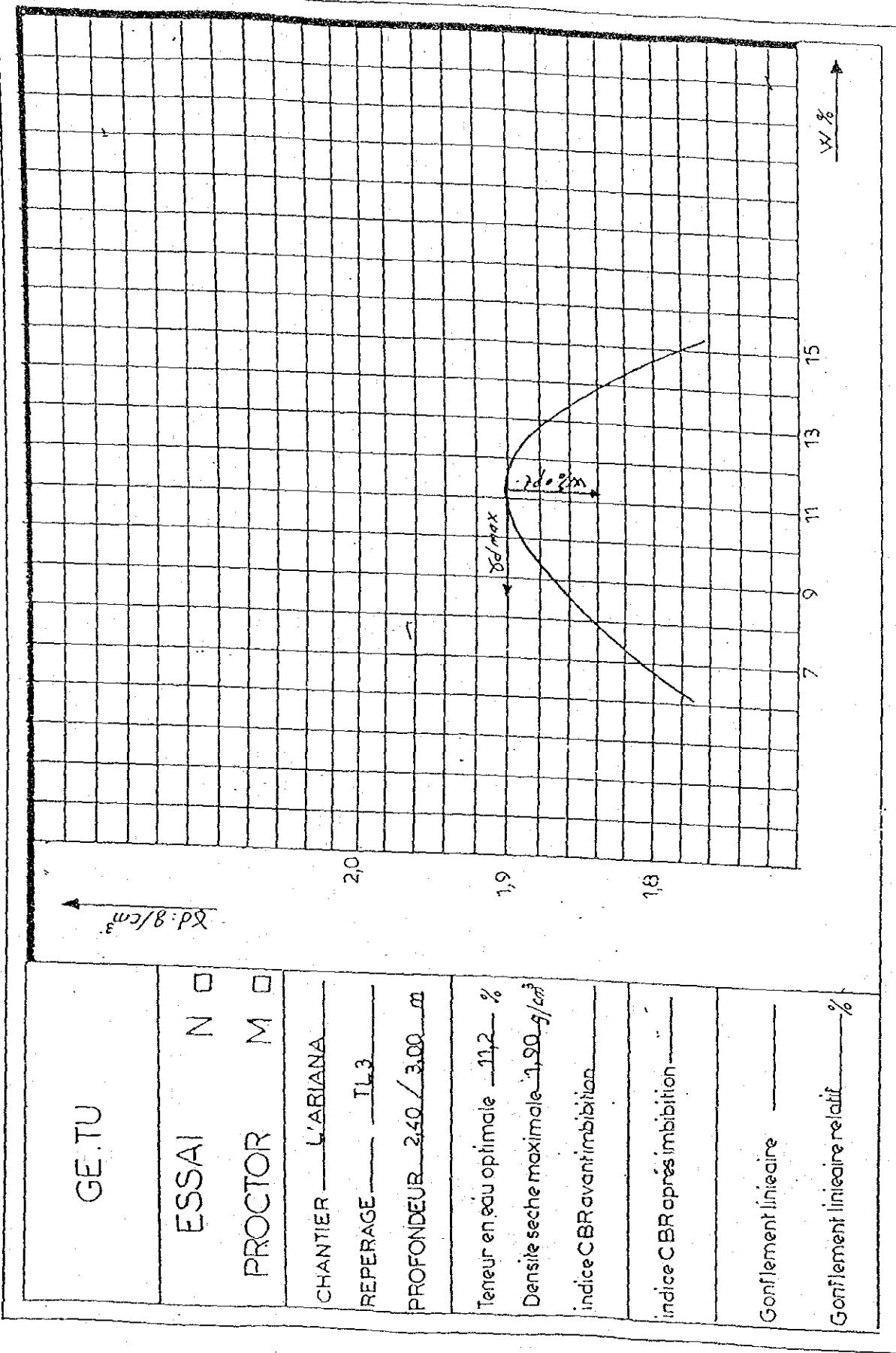
ESSAI	N
PROCTOR	M
CHANTIER	L'ARIANA
REPÉRAGE	T1.2
PROFONDEUR	0,50 / 2,20 m
Teneur en eau optimale	21,1 %
Densité sèche maximale	1,62 g/cm ³
indice CBR avant imbibition	—
indice CBR après imbibition	—
Gonflement linéaire	—
Gonflement linéaire relatif	%



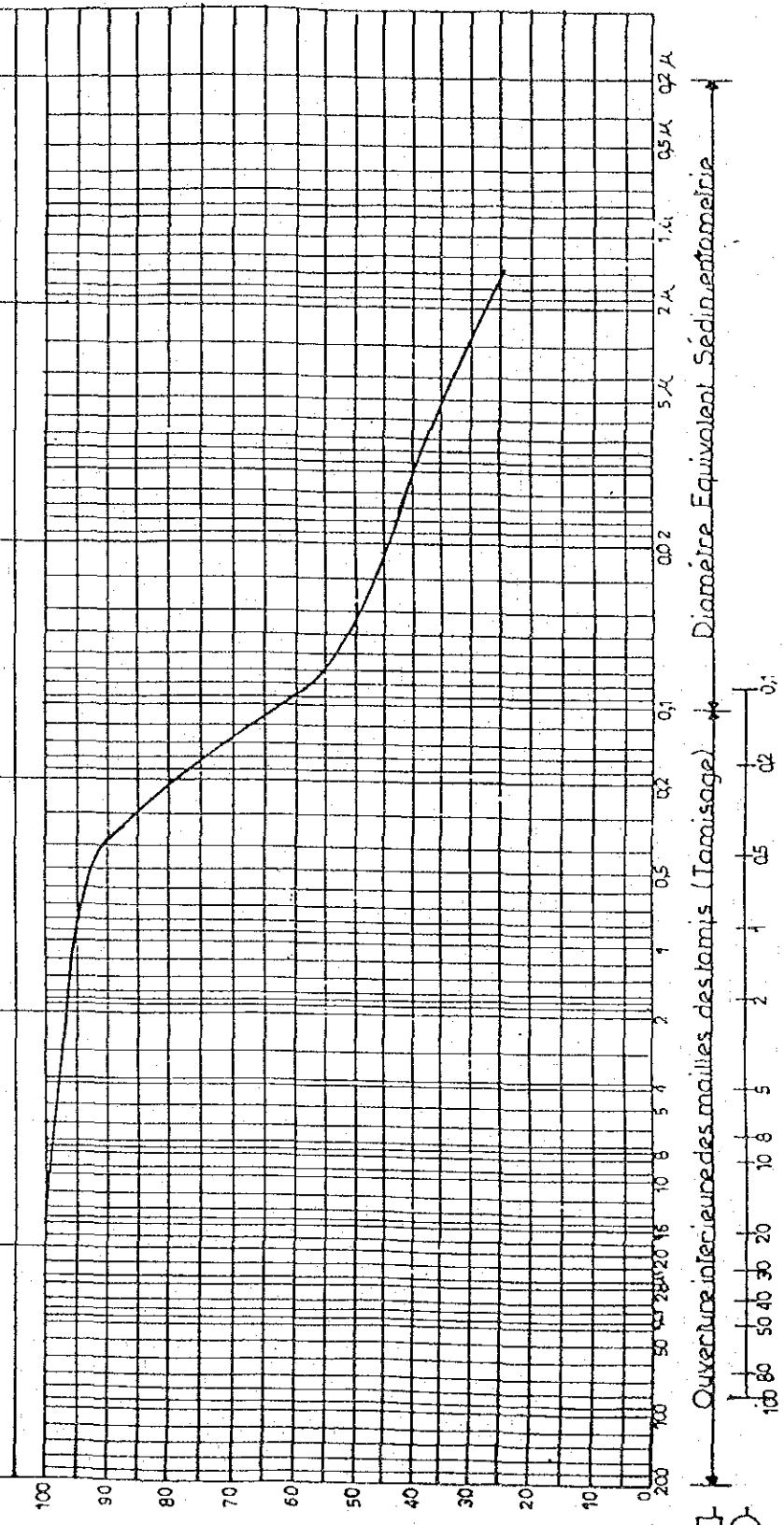








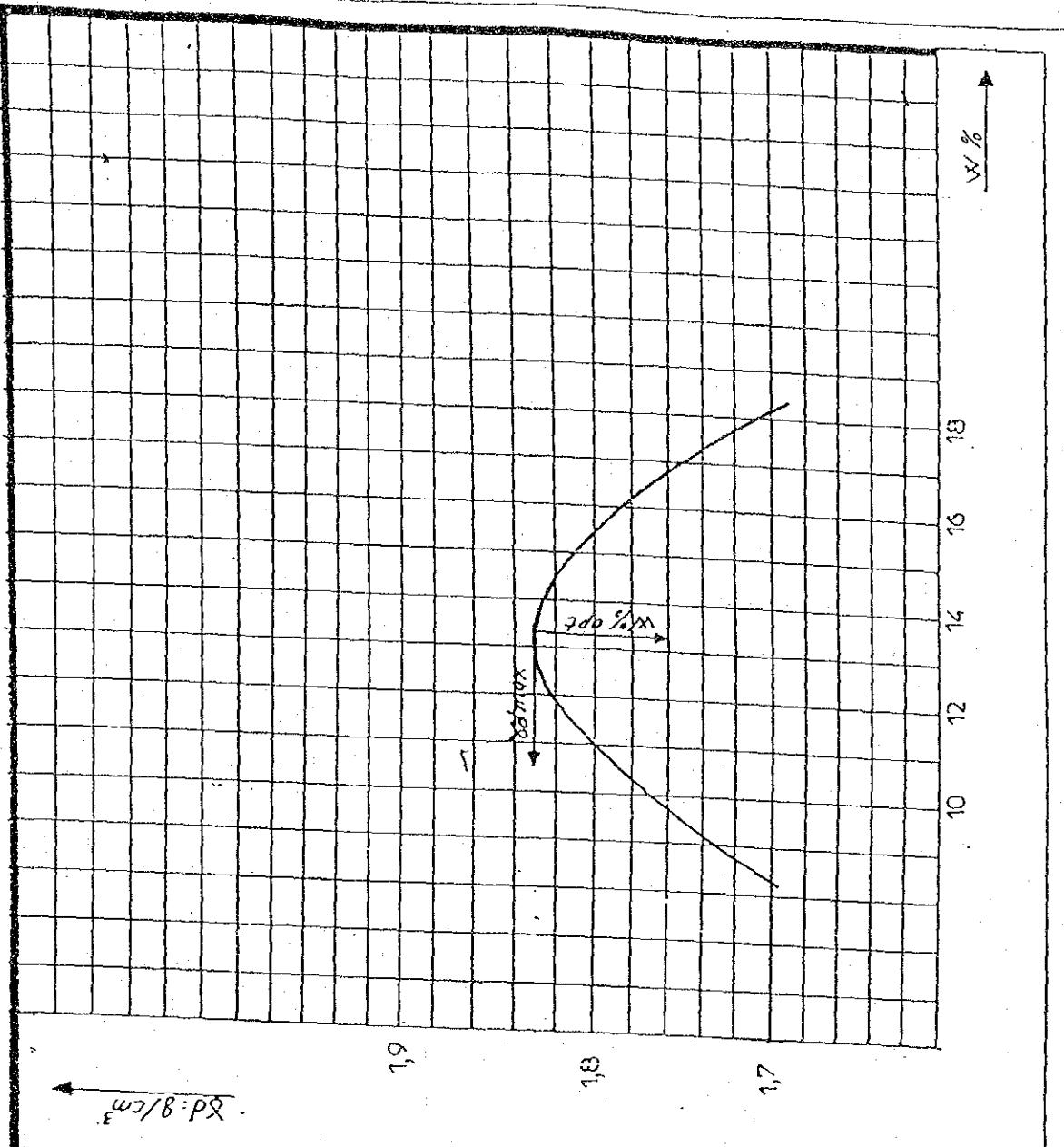
LABORATOIRE		ANALYSE GRANULOMETRIQUE		Dossier N°	Observations
CHANTIER	REPERAGE	L'ARIANA	TR1	Éléments mm > 5	1,5
PROFONDEUR	0,00 à 2,50			Éléments mm > 2	3
NATURE				Éléments mm < 0,42	96
OBSERVATIONS				Éléments mm < 0,03	57,5
CAILLOLIX	GRAVIEROS	GROS SABIE	SABIE FIN		ADMIXTE

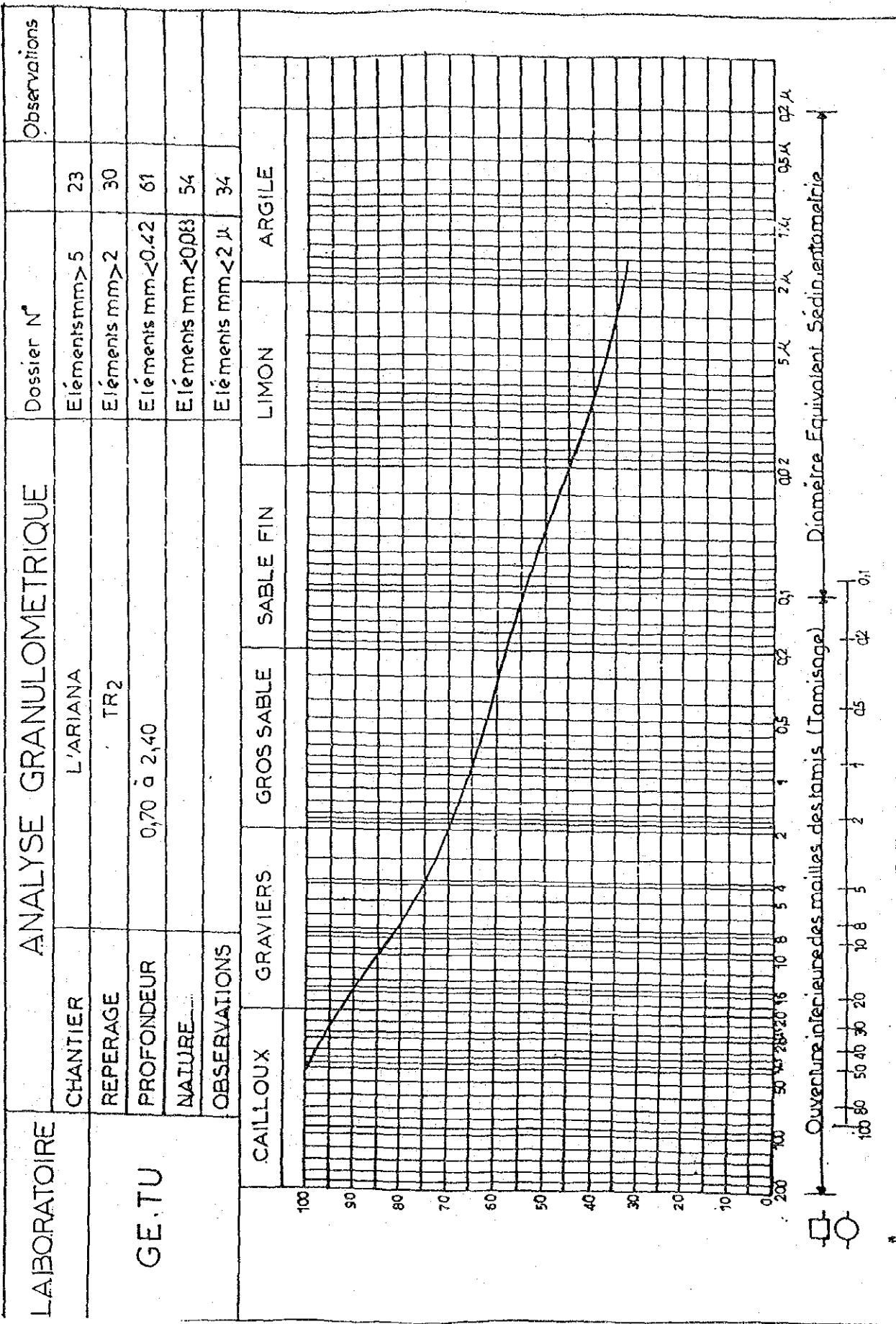


GE.TU

ESSAI	N <input checked="" type="checkbox"/>
PROCTOR	M <input type="checkbox"/>
CHANTIER	L'ARIANA
REPERAGE	TR1
PROFONDEUR	0,00 / 2,50 m
Teneur en eau optimale	13,3 %
Densité sèche maximale	1,83 g/cm ³
Indice CBR avant imbibition	1,9
Indice CBR après imbibition	1,7
Gonflement linéaire	— %
Gonflement linéaire relatif	%

407/8-PX

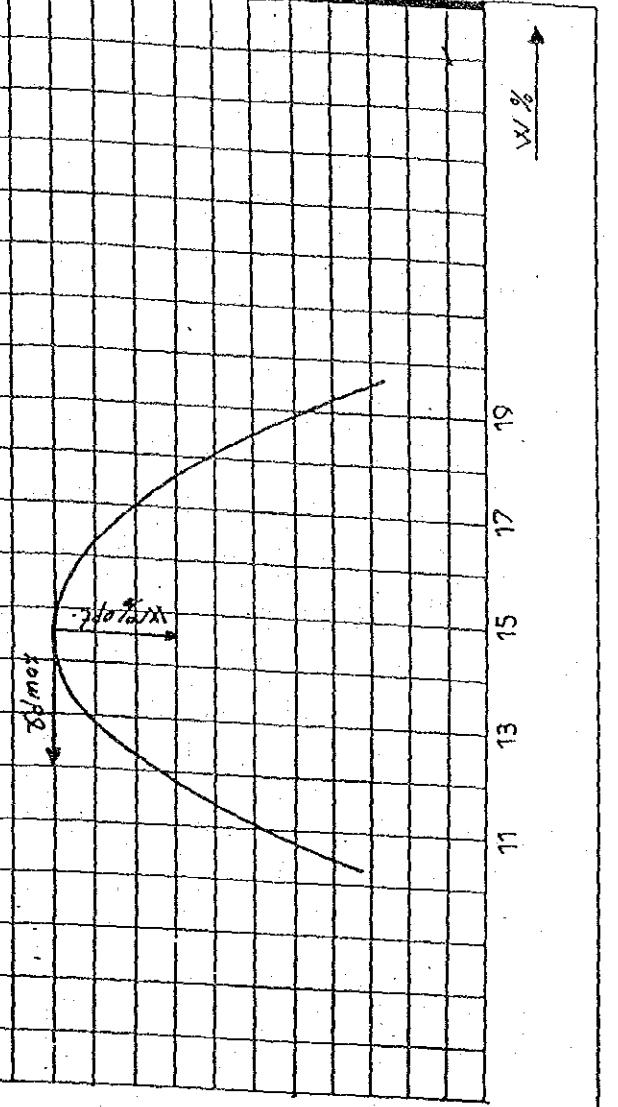


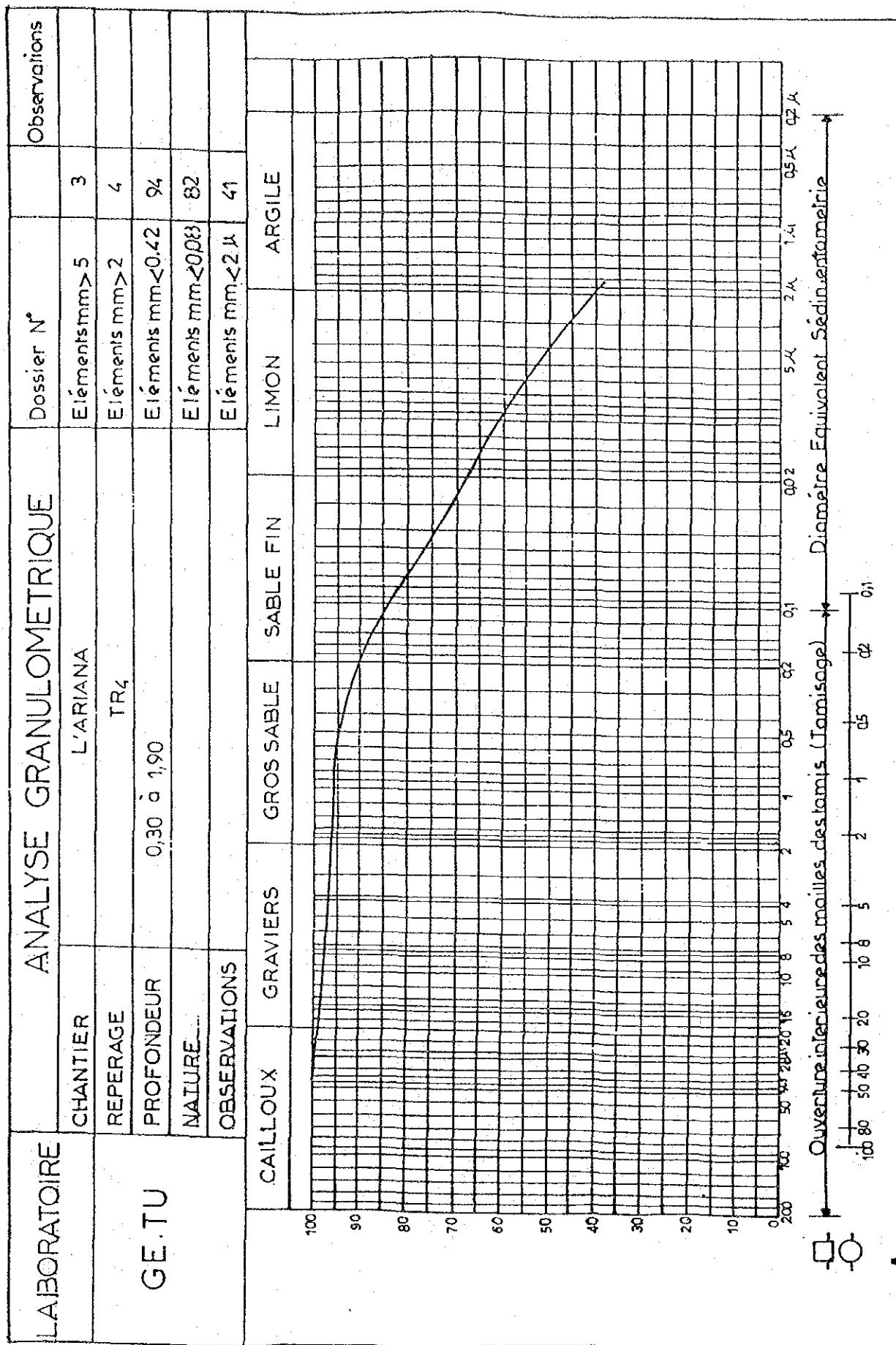


GE.TU

ESSAI	N	□
PROCTOR	M	□
CHANTIER	L'ARIANA	
REFERAGE	TR2	
PROFONDEUR	0,70 / 3,00 m	
Teneur en eau optimale	14,6 %	1,9
Densité sèche maximale	1,82 g/cm ³	1,83
Indice CBR avant imbibition		
Indice CBR après imbibition		1,7
Gonflement linéaire		%
Gonflement linéaire relatif		%

mc/g. p.d.





GE.TU

ESSAI N

PROCTOR M

CHANTIER L'ARIANA

REPERAGE TR4

PROFONDEUR 0,30 / 1,90 m

Teneur en eau optimale 18,6 %

Densité sèche maximale 1,68 g/cm³

Indice CBR avant imbibition

Indice CBR après imbibition

Gonflement linéaire

Gonflement linéaire relatif %

$w_s/B : p_x$

