09856

SEIL

Organisation pour la Mise en Valeur
du Fleuve Sénégal (OMVS)
Haut Commissariat
Centre Régional de Documentation
Saint-Louis

DIGUE DE DIAMA

-:-

COYNE & BELLIER
5, rue d'Héliopolis
75017 PARIS

S. 696

09856
Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Senegal (OMVS)
Haut Commissariat
Centre Régional de Documentation
Saint-Louis

1 - INTRODUCTION

Le Laboratoire a reçu 15 échantillons afin d'effectuer des essais d'identification et des mesures de dispersion sur les sols en provenance du site de DIAMA au Sénégal.

2 - PROGRAMME

L'examen visuel des prélèvements a permis de regrouper certains sols afin de limiter le nombre d'essais à 6 séries de mélanges sur lesquels on a effectué :

A) Identification : . analyse granulométrique
. analyse sédimentométrique
. limites d'Atterberg
. analyse minéralogique: rayons X , analyse thermo-pondérale, analyse thermo-différentielle).

B) Essai de dispersivité : . Pinhole test
. extrait de saturation

3 - DESCRIPTION DES ECHANTILLONS ET DEFINITION DES MELANGES

. Echantillon 1 : Gorom 0 - 0,50 + Gorom 0,5 - 2,00 m : limon jaune sableux
. Echantillon 2 : D+J+O+V+D+J : argile brun noir
. Echantillon 3 : J + F + I + L : argile brune
. Echantillon 4 : A + E + G + B + K + D : limon argileux rougeâtre
. Echantillon 5 : C : limon beige clair
. Echantillon 6 : H : argile brun clair

4 - APERCU DES MODES OPERATOIRES

4.1. Teneur en eau de réception (W %)

Elle est mesurée par étuvage à 105° C pendant 24 heures.

4.2. Granulométrie :

Elle est effectuée par voie humide par criblage au travers des différents tamis jusqu'à la maille de 80 µm

4.3. Sédimentométrie :

Elle est effectuée suivant les normes A.S.T.M. Le matériau est sèché à l'air pendant 24 heures puis émietté au mortier à l'aide d'un pilon en caoutchouc et tamisé à 2 mm. Sur le tamisat, on prélève 50 g de sol qui sont laissés à détremper dans 125 ml d'une solution d'hexamétaphosphate de soude dosée à 40 g/l pendant 24 heures. Ce mélange complété à 1 litre est malaxé à l'aide d'un mixer tournant à 10 000 tours/minutes pendant 1 minute puis versé dans une éprouvette à sédimentation et les mesures sont effectuées à l'aide d'un densimètre.

4.4. Limites d'Atterberg :

Elles sont déterminées suivant les normes A.S.T.M. Le matériau est sèché à l'air durant 24 heures et repris à l'aide d'un mortier et d'un pilon en caoutchouc et tamisé à 0,4 mm. Les mesures sont effectuées en allant du sec vers l'humide.

La limite de plasticité (Wp %) est déterminée en roulant des boudins de sol de 3 mm de diamètre sur une plaque de verre ; elle est atteinte lorsque le cylindre perd sa cohésion et devient fiable.

La limite de liquidité (W_L %) est obtenue classiquement à l'aide de la coupelle d'Atterberg et de l'outil à rainurer du type A.S.T.M. Elle est déterminée à l'aide de 5 points de mesure.

4.5. Analyses minéralogiques :

Les mesures actuellement en cours au Muséum d'Histoire Naturelle feront l'objet d'un compte rendu ultérieur et complémentaire.

4.6. Dispersivité à l'aide du Pinhole Test :

L'essai, mis au point par SHERARD, consiste à provoquer une circulation d'eau par un trou axial de Ø 1 mm pratiqué dans un échantillon d'argile bien compactée, de 38 mm de long. Dans la phase initiale, la circulation se fait sous une charge d'eau de 5 cm. Ce sont les résultats sous cette charge qui permettent

de distinguer les argiles dispersives des argiles ordinaires résistantes à l'érosion. Pour l'argile dispersive, l'eau sortant à l'aval de l'échantillon est nettement trouble ; cette coloration ne disparaît pas. Après une dizaine de minutes, le trou axial atteint un diamètre de 3 mm ou plus. A ce moment, l'essai se termine.

Pour une argile ordinaire, résistante à l'érosion, l'écoulement est parfaitement clair ; il n'y a pas d'érosion des parois du trou. On augmente la charge hydraulique par paliers de 18 cm, 38 cm et 102 cm, chaque palier étant maintenu pendant 10 minutes. On observe le débit ainsi que la couleur de l'eau correspondant à chaque palier. SHERARD donne à l'échantillon ainsi traité une classification de dispersivité selon les résultats obtenus et les observations faites. Un tableau récapitulatif de cette classification est donné en annexe.

4.7. Extrait de saturation : recherche des cations métalliques sur extrait de saturation

Il existe une corrélation entre la dispersivité des argiles entraînant des ruptures par érosion régressive et les résultats d'essais chimiques sur les argiles. Il s'agit d'essais sur l'eau interstitielle, dans lesquels on détermine les quantités des principaux cations métalliques en solution (calcium, magnésium, sodium et potassium) exprimées en milli-équivalents par litre.

L'extrait de saturation porte sur une prise d'essai de 200 g d'argile, tamisée à 2 mm, auxquels on rajoute de l'eau distillée pour atteindre une consistance proche de la limite de liquidité ou de préférence légèrement plus humide.

La pâte d'argile ainsi obtenue est placée dans un récipient plastique étanche et on laisse reposer pendant 12 heures. L'extrait est obtenu sous vide par filtration. On recueille le filtrat; 10 à 25 g suffisent pour l'analyse chimique . Le filtrat est complété à 100 ml avec de l'eau distillée. On prélève un volume déterminé pour le dosage du sodium par spectrophotométrie avec le réactif zinc uranyl acétique.

Sur un autre volume déterminé en dose Ca + Mg par l'acide Ethylène Diamine Tétracétique, sel Disodique en présence de noir d'Esiochrome T comme indicateur de virage.

Sur une autre partie aliquote de la solution, on détermine le calcium seul par titrimétrie avec l'éthylène diamine tétra-acétique acide, sel disodique en présence de murexide comme indicateur de virage.

4.8. Résultats d'essais :

Ils sont reportés dans les tableaux ci-après ainsi que les reports aux figures correspondantes

4.9. Remarques particulières et conclusions :

A) Granulométries - Limites d'Atterberg :

L'examen des courbes granulométriques et des résultats des limites permettent de grouper les échantillons en deux groupes :

Echantillons 1, 4 et 5 : argiles peu plastiques avec limites de liquidité comprises entre 25 et 37 %

Echantillons 2, 3 et 6 : argiles très plastiques, avec limites de liquidité comprises entre 48 et 67 %

B) Essais de dispersivité :

Les essais au Pinhole Test réalisés permettent de classer les échantillons de DIAMA en sols intermédiaires s'érodant lentement sous 18 cm (échantillons 1, 2, 3, 5) et 5 cm (échantillon 4).

Echantillon 1	:	eau légèrement trouble sous 18 cm Entraînement important sous 38 cm	ND 3
Echantillon 2	:	eau légèrement trouble sous 18 cm Eau trouble sous 38 cm Entraînement important sous 102cm	ND 3
Echantillon 3	:	eau légèrement trouble sous 18 cm Eau assez trouble sous 38 cm Opaque sous 102 cm avec entraînement important (trou de 4 à 5 mm)	ND 3
Echantillon 4	:	eau opaque sous 18 cm apport de fines sous 38 cm apport de fines sous 102 cm (trou de 2 à 3 mm)	ND 4
Echantillon 5	:	eau trouble sous 18 cm Entraînement important sous 102 cm (trou de 3 à 5 mm)	ND 3

Echantillon 6 : léger trouble sous 5 cm
opaque sous 18 cm
opaque, apport de fines sous 38 cm
entraînement important sous 102 cm
(trou de 5 à 6 mm) ND 3

Les résultats des recherches de cations sur les extraits de saturation sont reportés sur le graphique de SHERARD avec en abcisse la somme des cations en milliéquivalents par litre et en ordonnée le pourcentage de sodium par rapport aux autres cations métalliques. En superposition, on a indiqué les zones délimitées par SHERARD des argiles dispersives et non dispersives.

La remarque que l'on peut faire est la grande richesse en sels de ces différents sols qui se placent ainsi très à droite sur la représentation graphique.

Fait à Paris, le 15 octobre 1976

C. DEMARRE

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE DISPERSIVITE

Echantillons	W %	Granulométrie - Sédimentométrie			Limites d'Atterberg $W_L - W_P = I_P$ (%) (%)	Classif. U.S.C.S fig. 3	Disper-sivité Pinhole Test	Extrait de saturation	
		<80µ	<2µ	fig				εmeq/l Na+Ca+Mg+K	%Na = $\frac{Na}{\varepsilon}$
1	10,5	98,0	19,0	1	26,2 - 7,6 = 18,6	CL	ND 3	1 891	9,4
2	15,2	99,0	62,0	2	56,9 - 18,7= 38,2	CH	ND 3	578	16,2
3	13,0	97,0	62,0	2	48,3 - 16,6= 31,7	CL-CH	ND 3	876	15,9
4	9,6	96,0	41,0	1	36,7 - 11,7= 25,0	CL	ND 4	836	15,0
5	5,2	98,0	37,0	1	24,7 - 8,6= 16,1	CL	ND 3	499	13,2
6	18,1	99,0	68,0	2	67,5 - 20,1= 47,4	CH	ND 3	729	13,4

ANNEXE

Essai Pinhole Test pour l'identification des sols dispersifs

Classific. de Dispersivité	Nature du sol	Charge (cm)	Durée de l'essai sous la charge (mn)	Débit observé en fin d'essai (ml/s)	Couleur de l'écoulement à la fin de l'essai	Diamètre du trou après l'essai (grossissement par rapport au trou de l'aiguille)
D1	Sols dispersifs s'érodant facilement sous 5 cm de charge	5	5'	> 1,5	très distincte	2 fois
D2		5	10'	> 1,0	distincte à légère	2 fois
ND4	sols intermédiaire s'érodant lentement sous 5 cm ou 18 cm	5	10'	> 0,8	légère mais facil.visible	1,5 fois
ND3		18-38	5'	< 2,5	légère mais facil.visible	2 fois
ND2	sols non dispersifs pas d'érosion colloïdale sous 38 cm ou 102 cm	102	5'	> 3,5	claire ou dif visible	2 fois
ND1		102	5'	< 5,0	claire comme le cristal	pas d'érosion

TABLEAU RÉSUMÉ DES CRITÈRES D'ÉVALUATION DE LA DISPERSIVITÉ

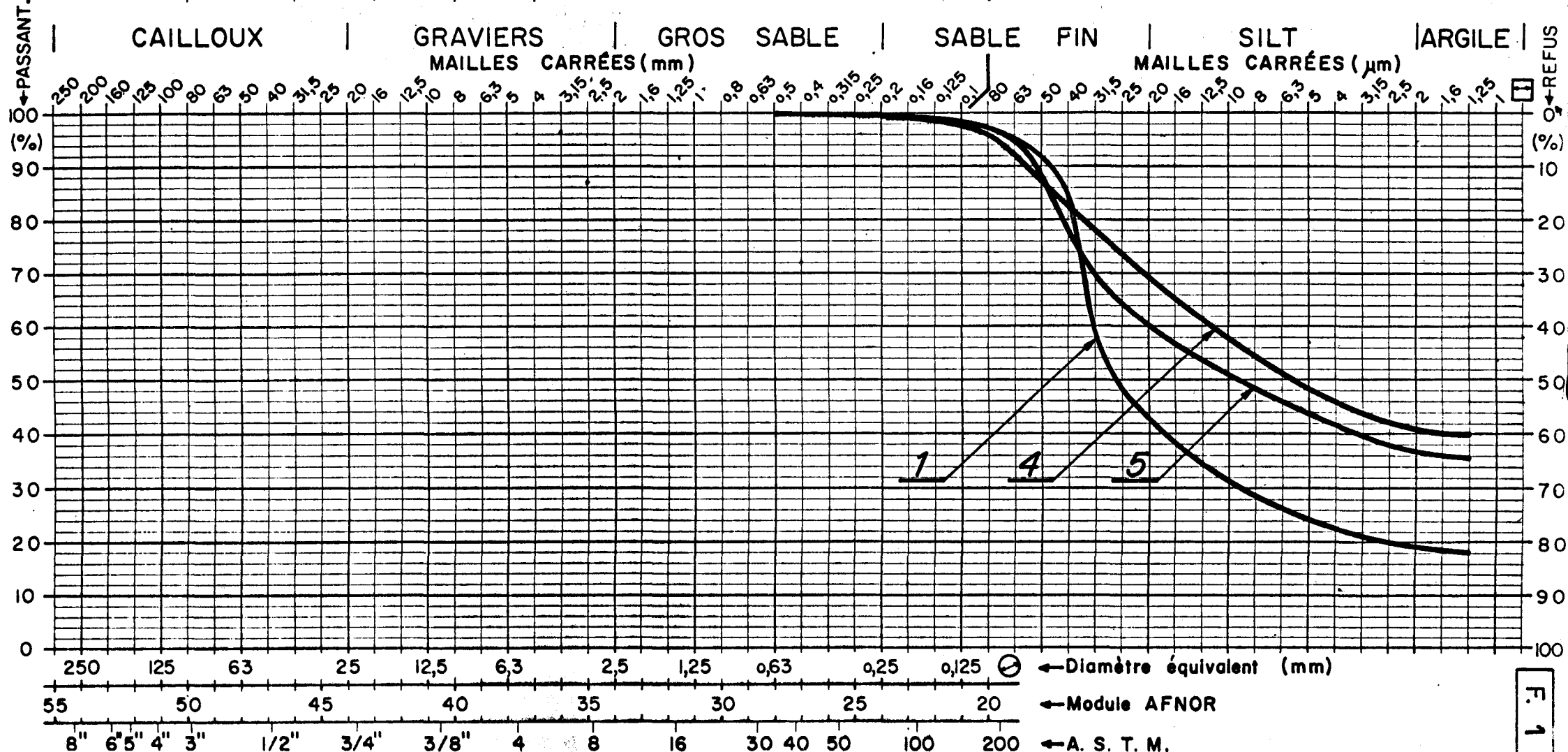
d'après J.L SHERARD and All.
Pinhole Test for Identifying Dispersive soils
Journal of the Geotechnical Engineering Division
January 1976

ÉCHANTILLONS	CLASSE	W_L	W_P	I_P	NATURE — REMARQUE
1	CL	26,2	7,6	18,6	Limon jaune sableux
4	CL	36,7	11,7	25,0	Limon rougeâtre argileux
5	CL	24,7	8,6	16,1	Limon beige clair

SEIL 696

DIAMA

GRANULOMÉTRIE

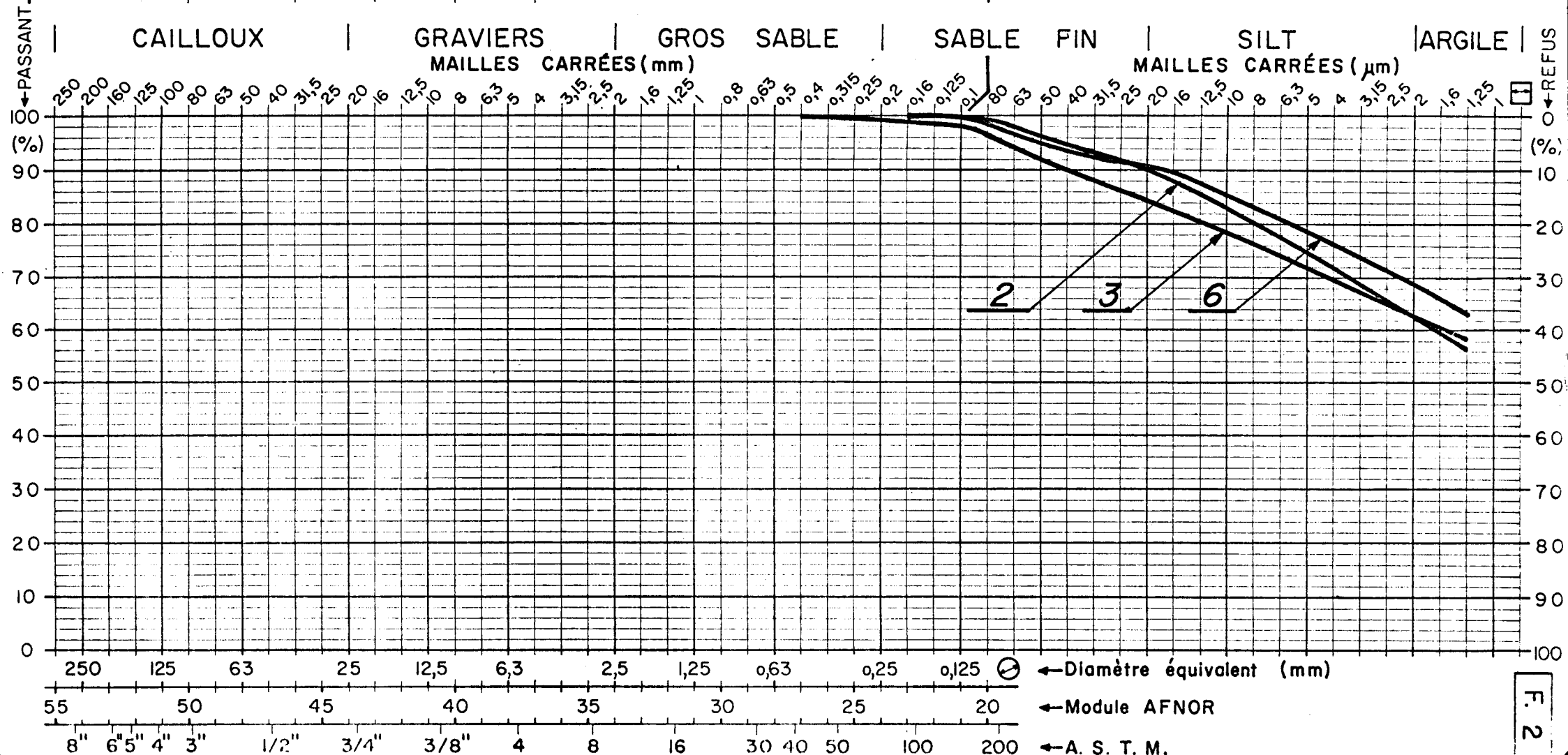


ÉCHANTILLONS	CLASSE	W_L	W_P	I_P	NATURE — REMARQUE
2	CH	56,9	18,7	38,2	Argile brun-noir
3	CL - CH	48,3	16,6	31,7	Argile brune
6	CH	67,5	20,1	47,4	Argile brun clair

SEIL 696

DIAMA

GRANULOMÉTRIE



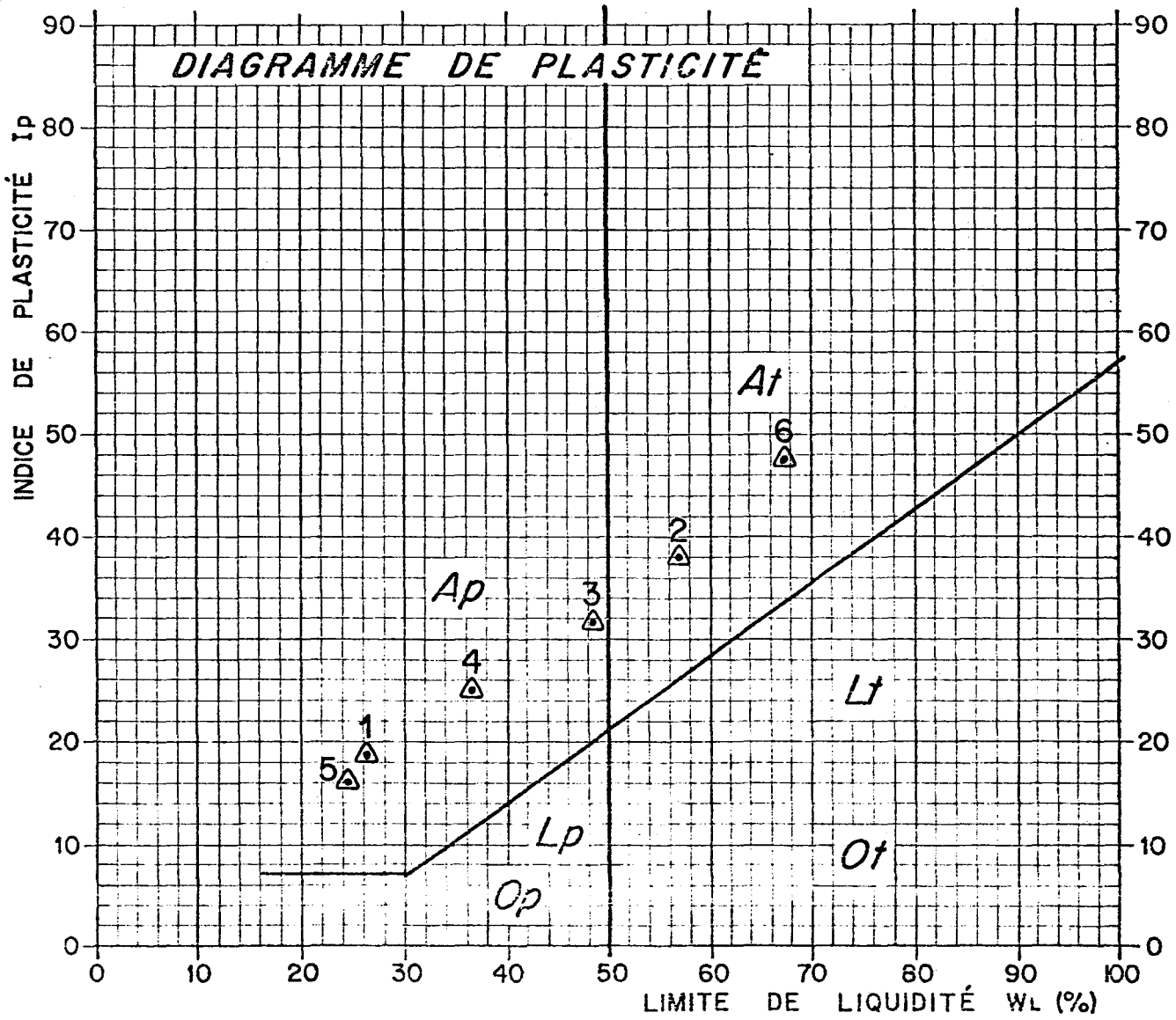
F. 2

SEIL 696 - DIAMA

CLASSIFICATION RAPIDE DES SOLS FINS

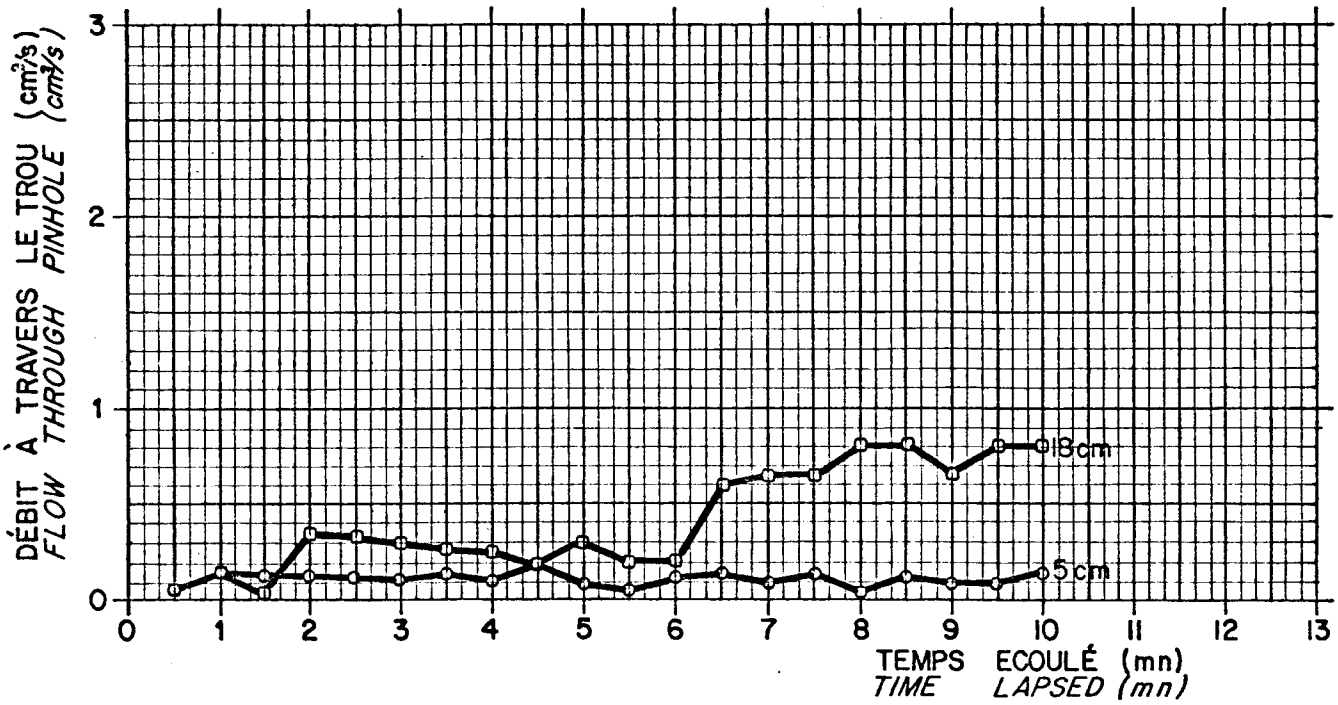
FIG 3

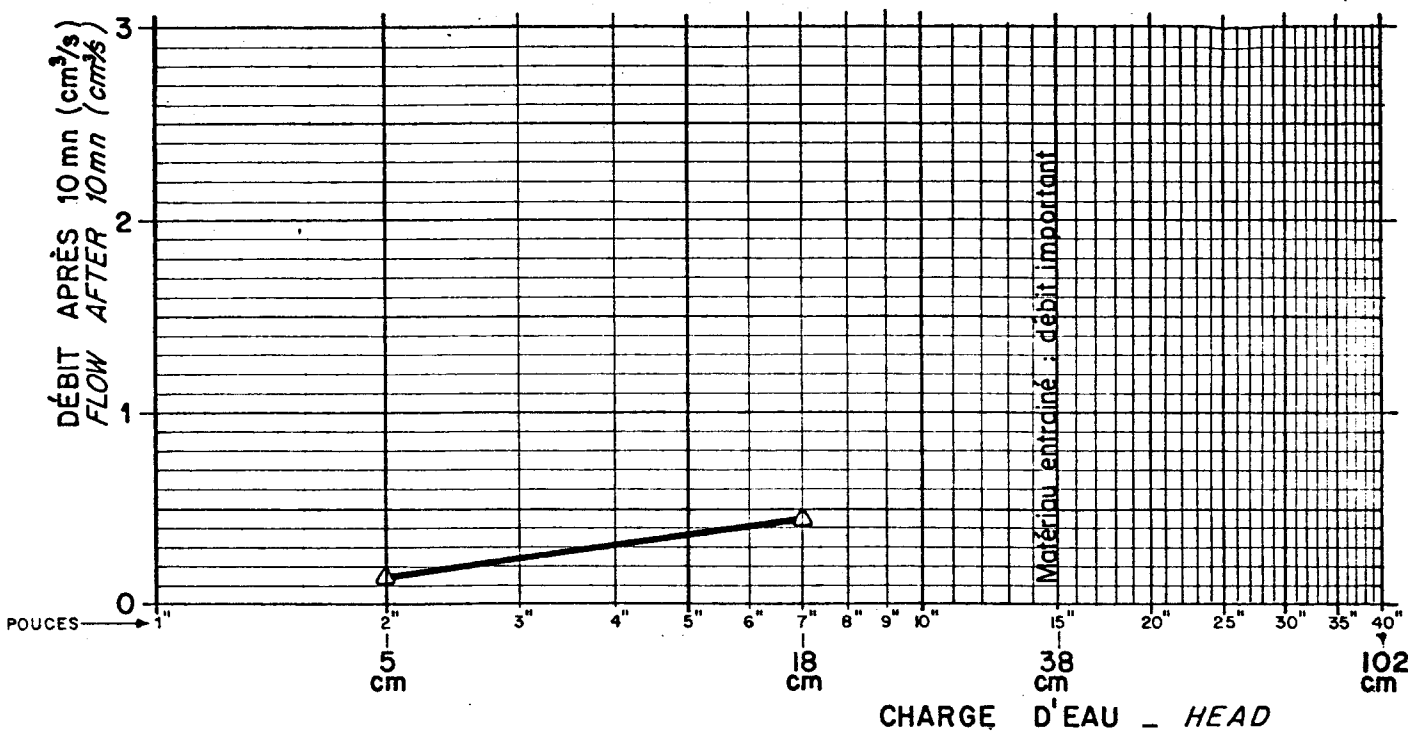
PROCEDURE D'IDENTIFICATION SUR CHANTIER (poids des fractions estimés)		Détermination de la plasticité sur chantier			SYMBOLE DE GROUPE LCP et (USCS)	DÉSIGNATION GÉOTECHNIQUE
		Agitation	Consistance	Résistance à sec		
La moitié des éléments au moins sont < 80 mm SOLS FINS, ARGILES, LIMONS	LIMITE DE LIQUIDITÉ < 50 %	Rapide à lente	Nulle	Nulle	Lp (ML)	Limons peu plastiques
		Nulle à lente	Moyenne	Moyenne à grande	Ap (CL)	Argiles peu plastiques
		Lente	Faible	Faible à moyenne	Op (OL)	Limons et argiles organiques peu plastiques
	LIMITE DE LIQUIDITÉ > 50 %	Lente à nulle	Faible à moyenne	Faible à moyenne	Lt (MH)	Limons très plastiques
		Nulle	Grande	Grande à très grande	At (CH)	Argiles très plastiques
		Nulle à très lente	Faible à moyenne	Moyenne à grande	Ot (OT)	Limons et argiles organiques trés plastiques
Les matières organiques prédominent		Reconnaissables à l'odeur, couleur sombre, texture fibreuse, faible densité humide			T (Pt)	Tourbes et autres sols très organiques



PINHOLE TEST

Échantillon 1





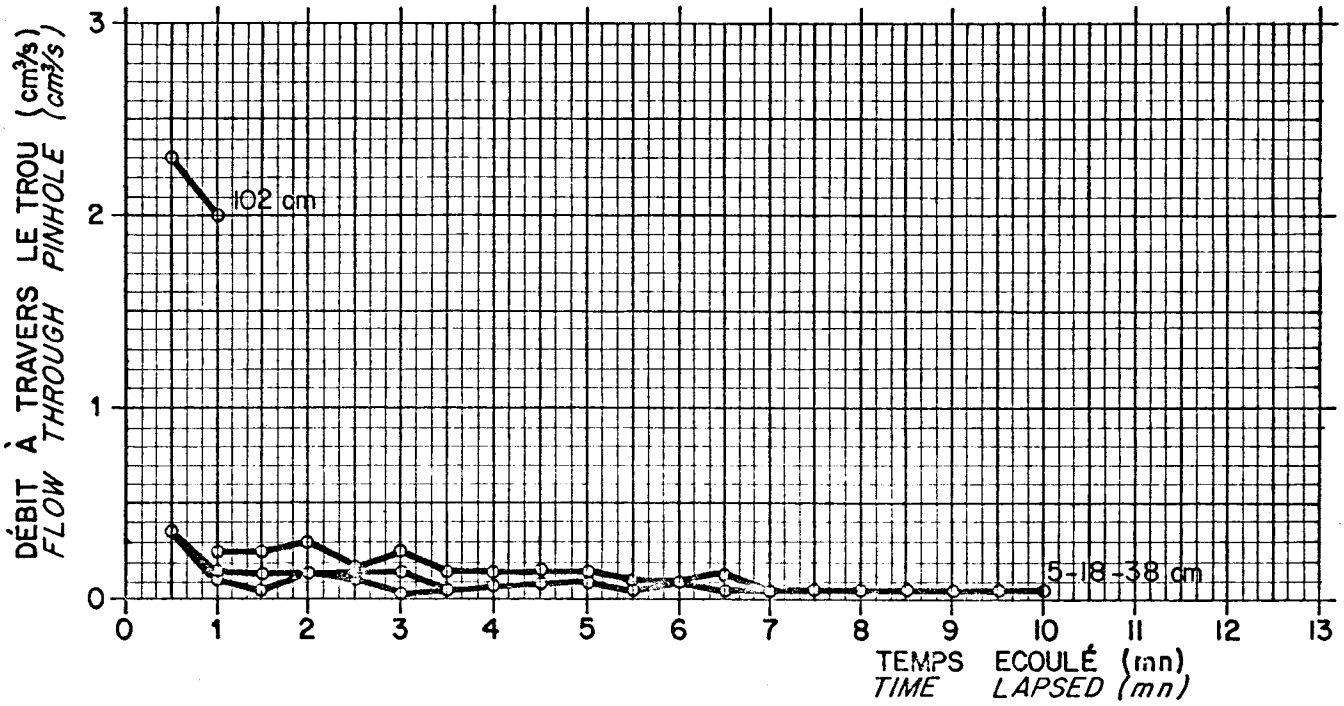
Dispersivité : ND3

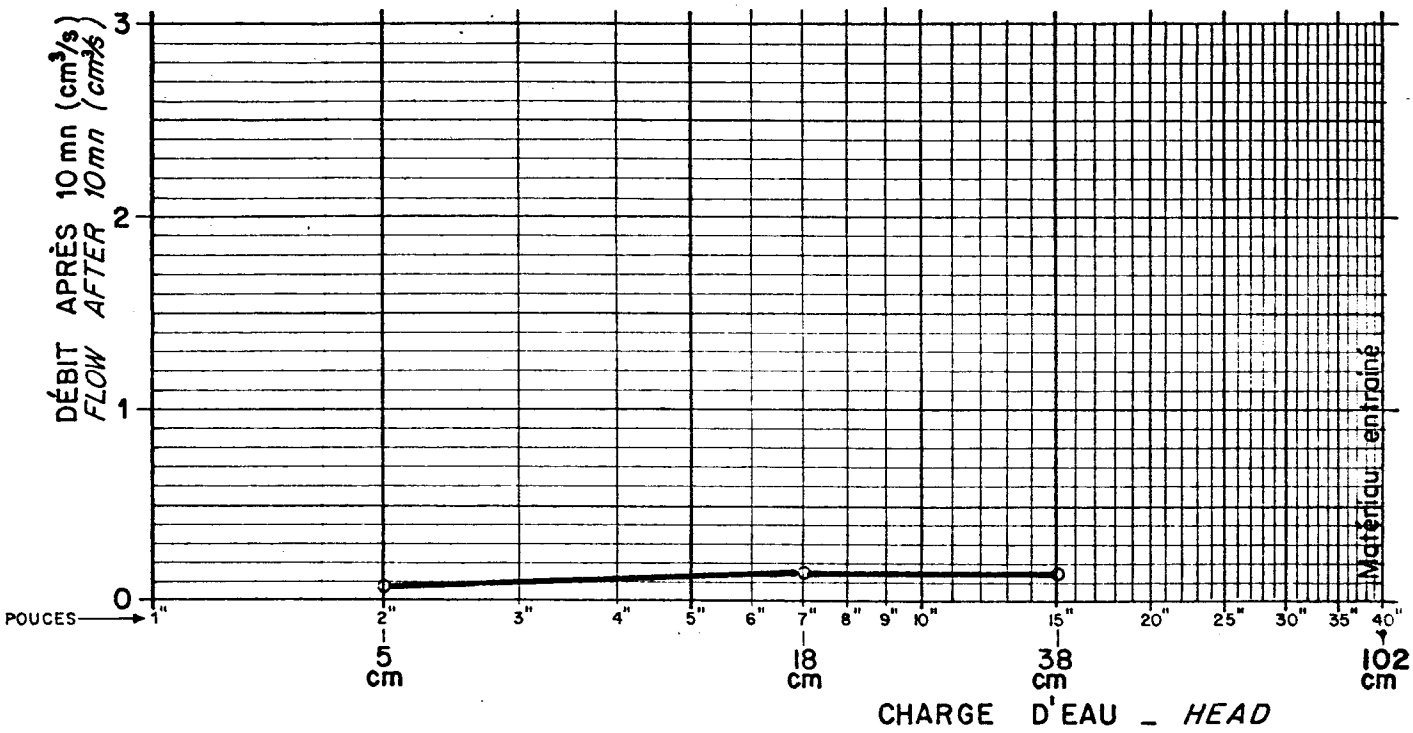
SEIL 696 - DIAMA

FIG 5

PINHOLE TEST

Échantillon 2

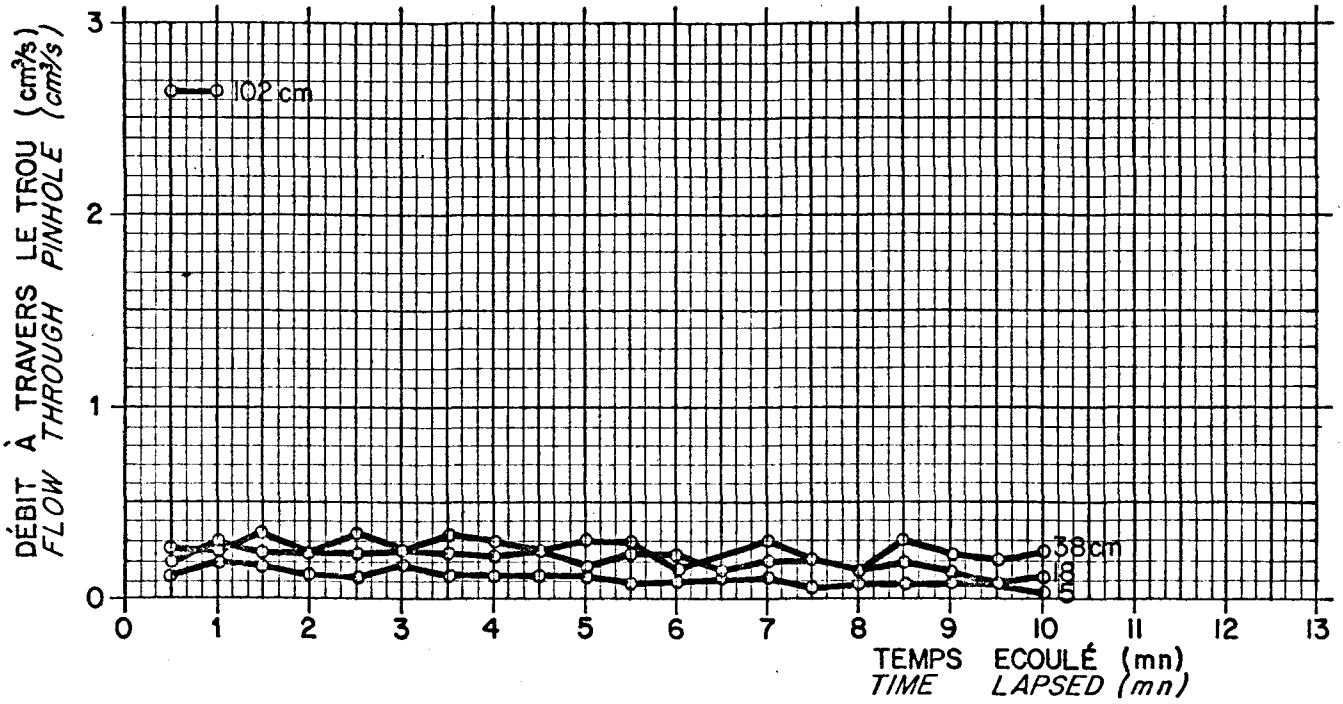


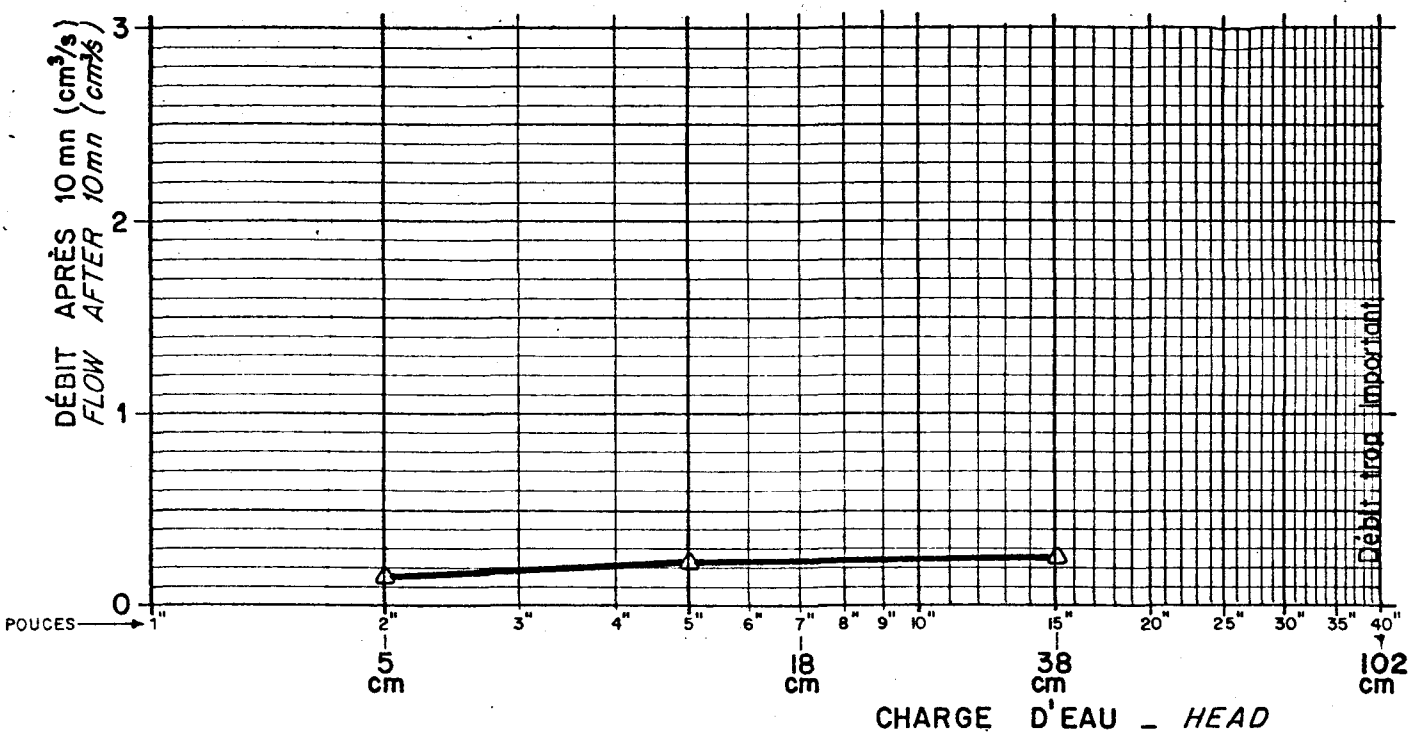


Dispersivité ND3

PINHOLE TEST

Échantillon 3





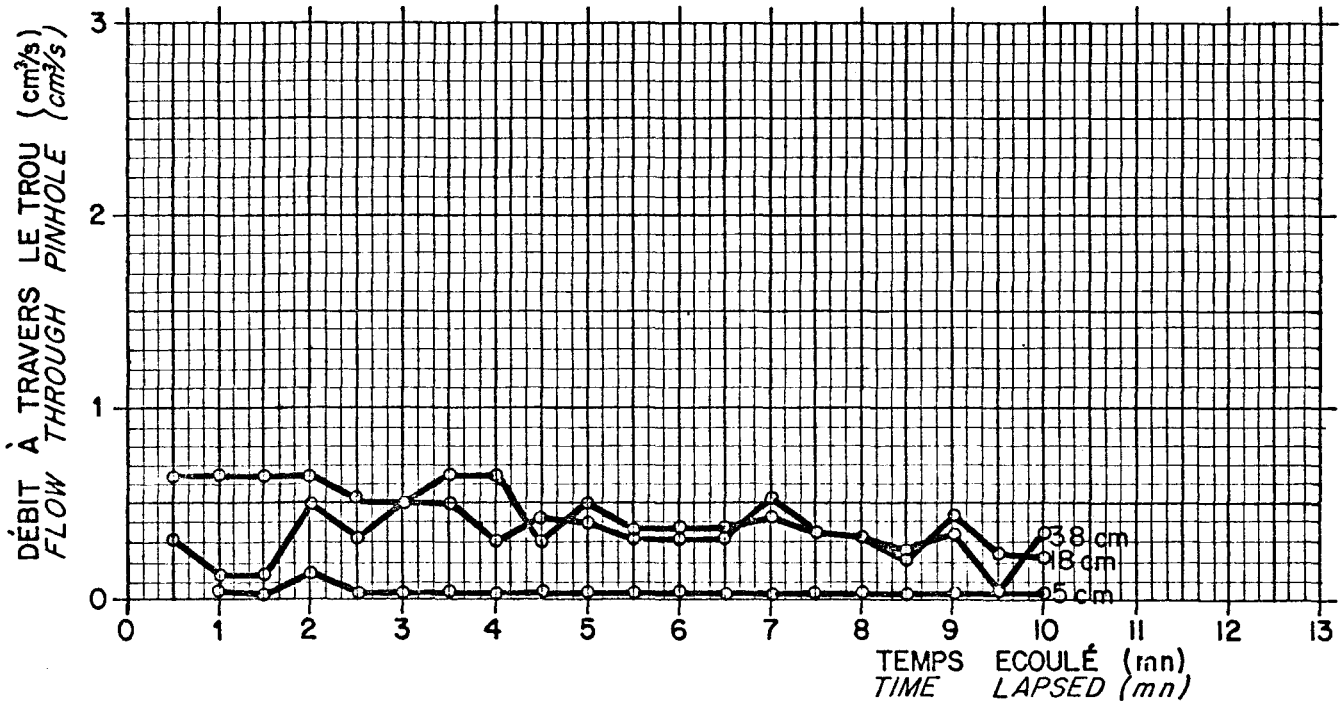
Dispersivité ND 3

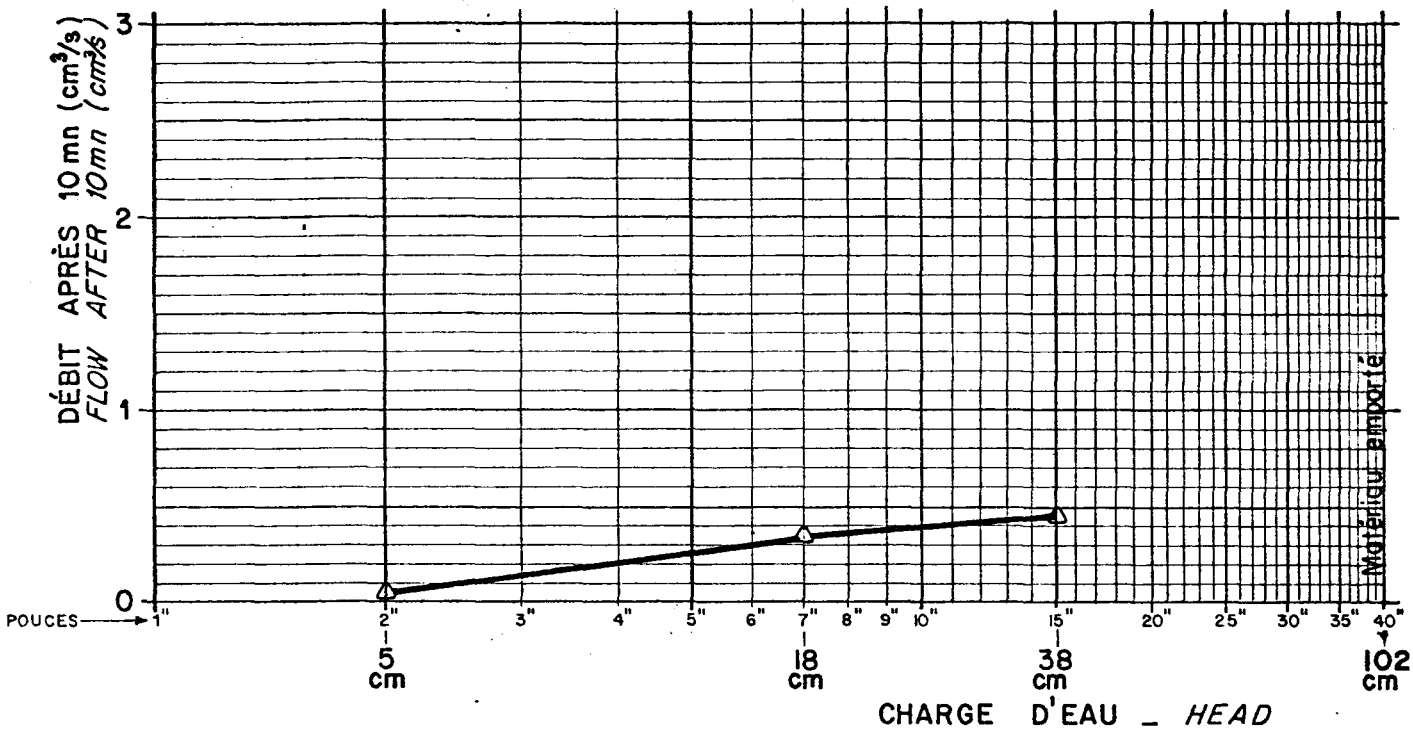
SEIL 696 - DIAMA

FIG 7

PINHOLE TEST

Echantillon 4





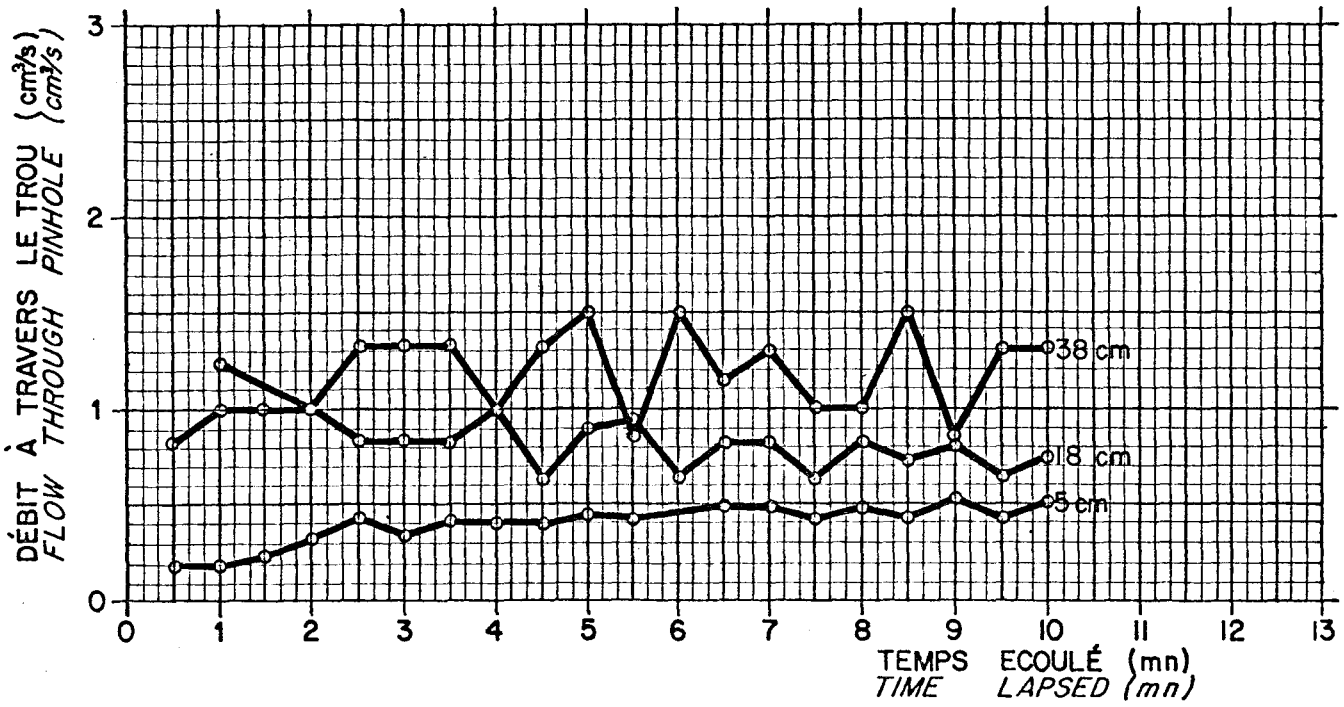
Dispersivité ND 4

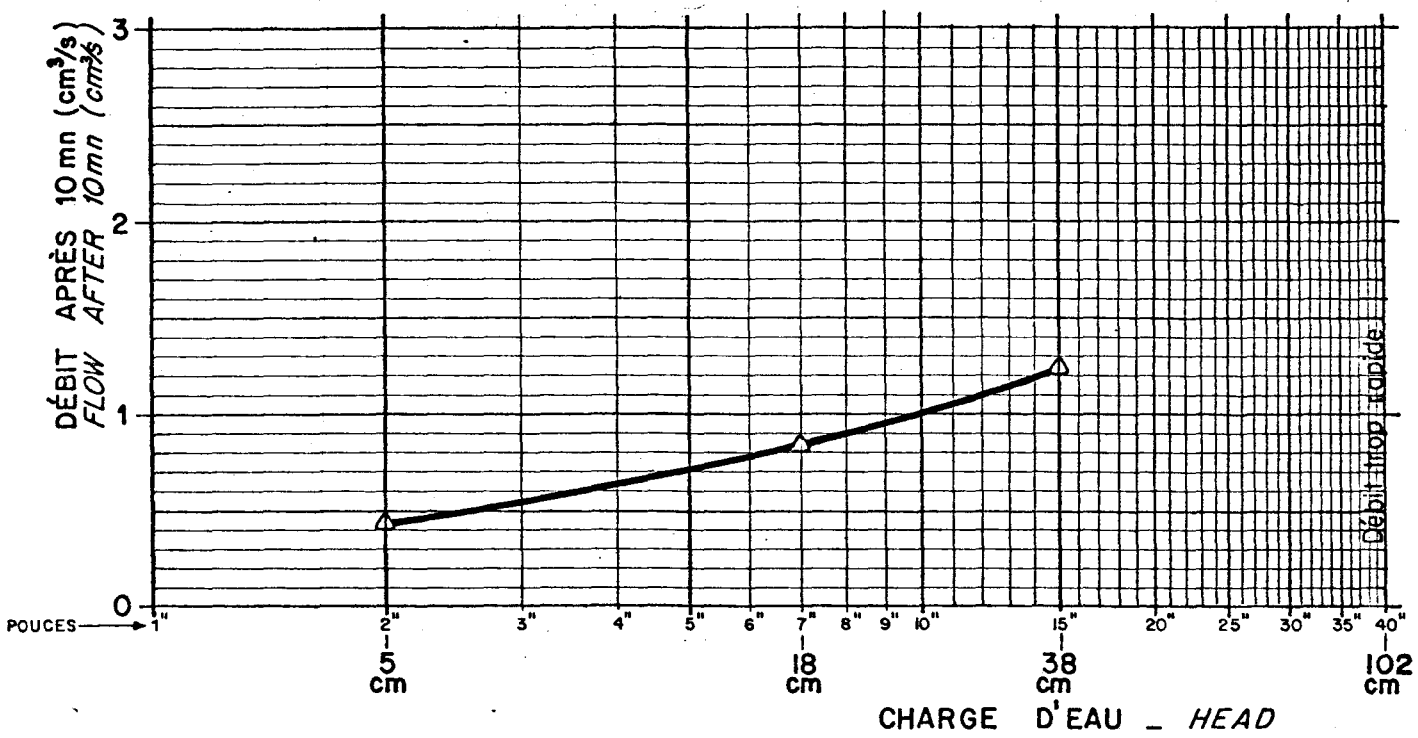
SEIL 696 - DIAMA

FIG 8

PINHOLE TEST

Échantillon 5





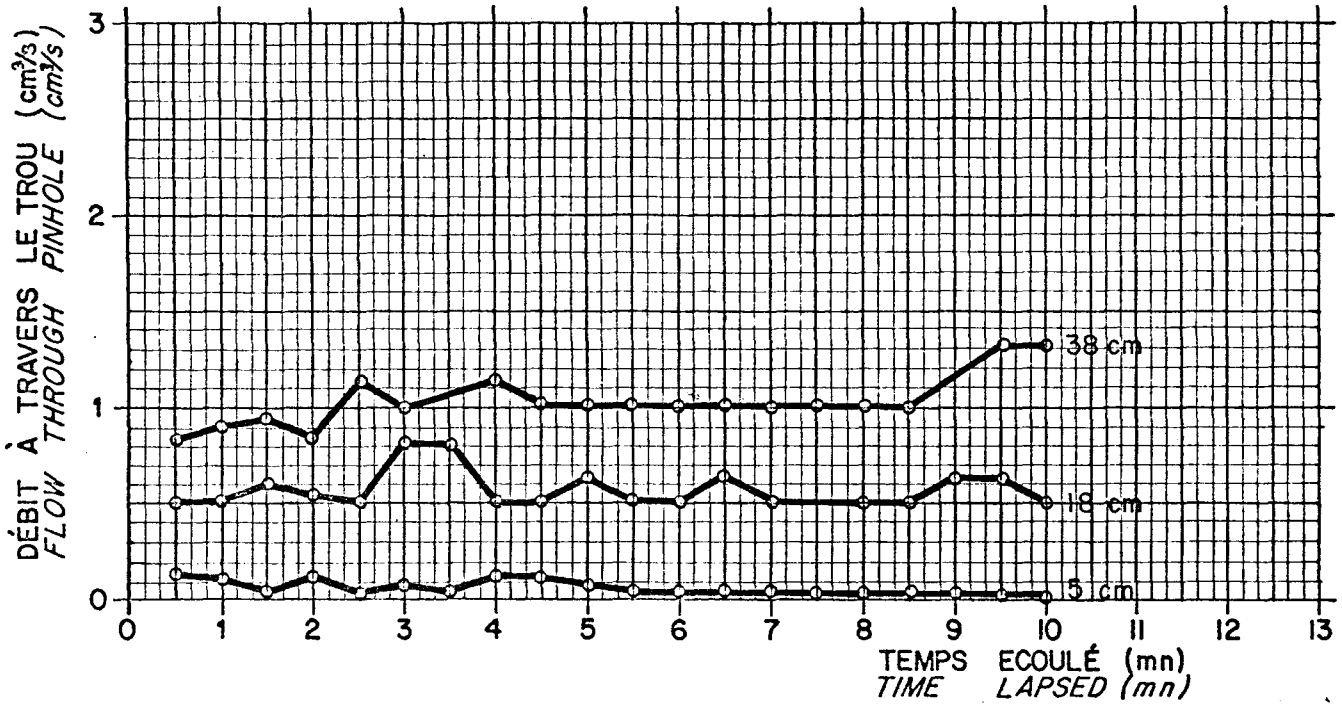
Dispersivite ND 3

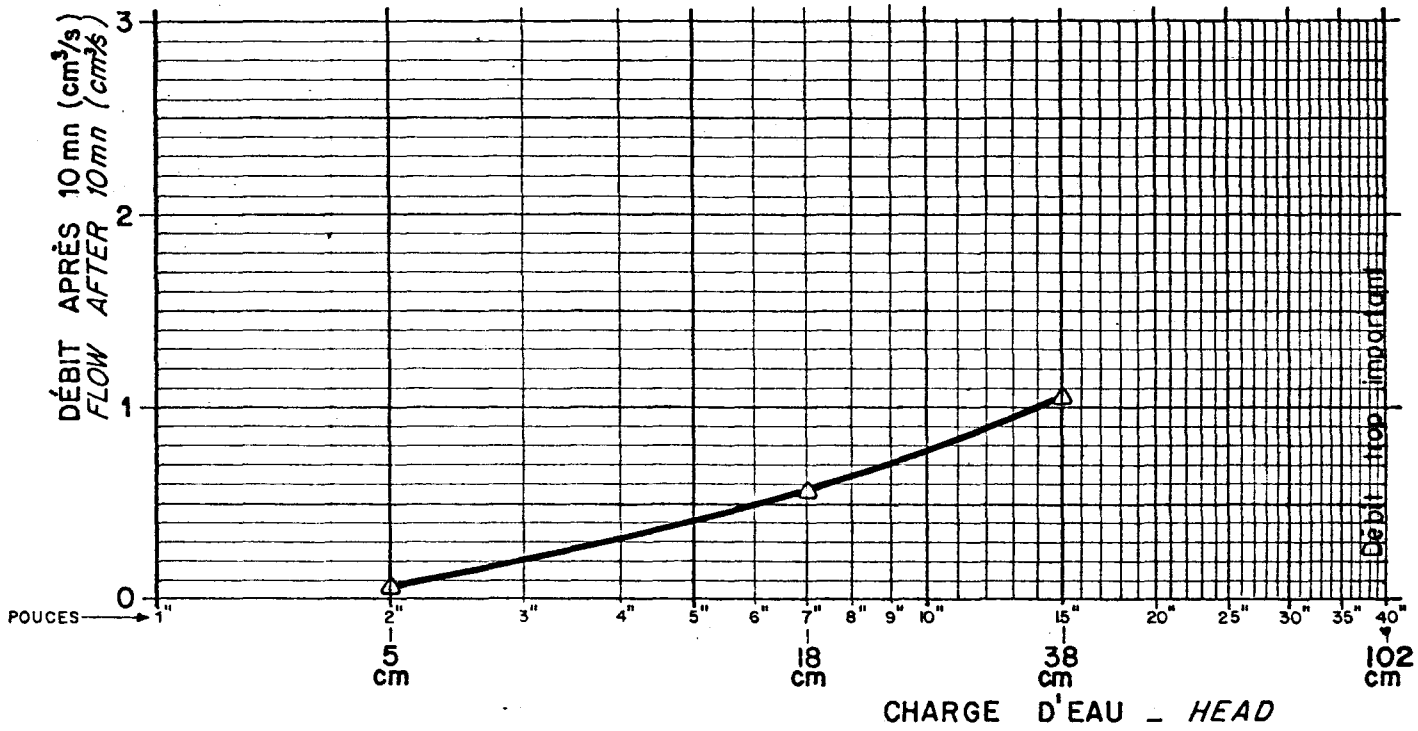
SEIL 696 - DIAMA

FIG 9

PINHOLE TEST

Échantillon 6





Dispersivité ND 3

ANALYSE CHIMIQUE DE L'EXTRAIT DE SATURATION

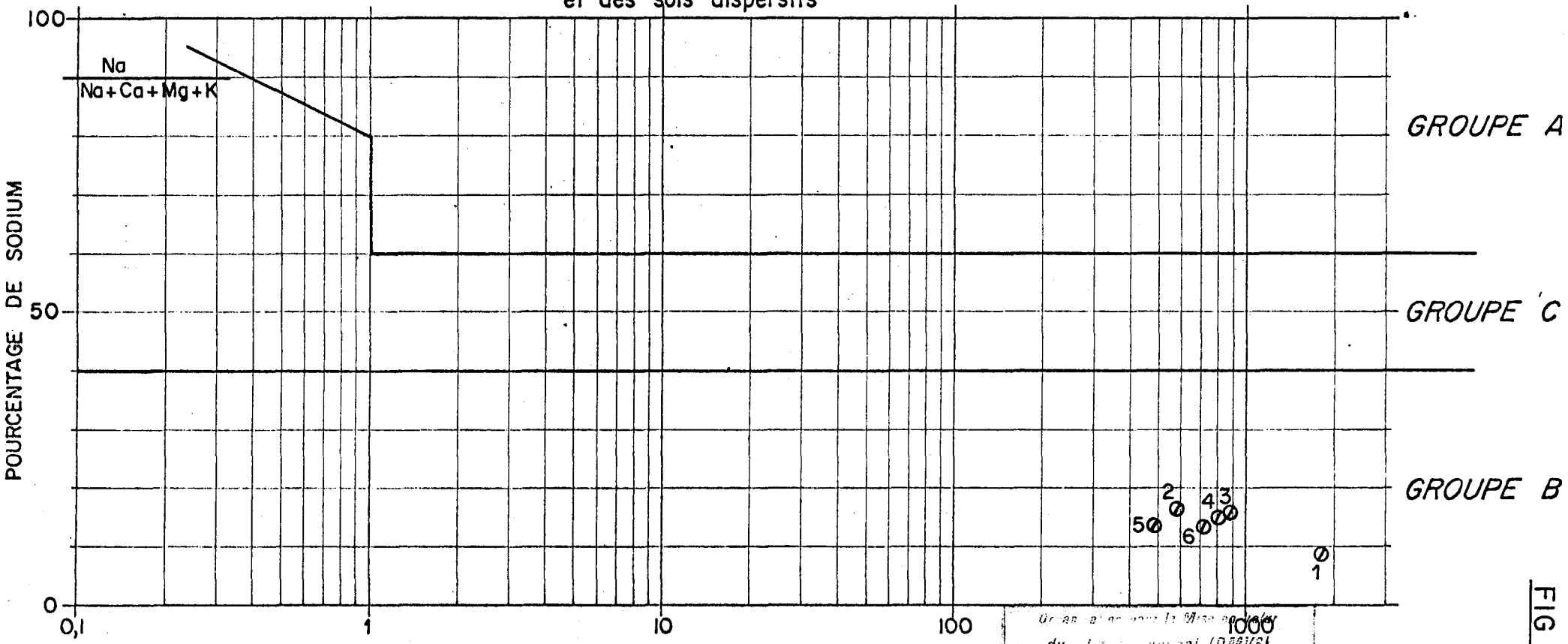
LÉGENDE

⊗ ND1, ND2 ⊘ ND3, ND4 o D1, D2

GROUPE A - Sols dispersifs et érodables

GROUPE B - Sols en majorité non dispersifs à part quelques exceptions que seul le pinhole test révèle

GROUPE C - Sols intermédiaires avec érosion lente, contient de sols non dispersifs et des sols dispersifs



Centre R. N. I. de Documentation Saint-Louis

FIG 10

- Zones d'après SHÉRARD Préliminary Draft, Nov 1974