

ORGANISATION des NATIONS UNIES
ETUDE de la NAVIGABILITE et des PORTS du FLEUVE SENEGAL.

-

1. CONDITIONS TECHNIQUES des PROSPECTIONS GEOLOGIQUES sur les BSCALES du FLEUVE SENEGAL.
2. NOTES EXPLICATIVES RELATIVES à l'EXECUTION des RECHERCHES GEOLOGIQUES sur les BSCALES du FLEUVE SENEGAL.

par

A.M. MEGLITSKY
Ingénieur Civil
du Projet de Navigabilité
et Ports du Fleuve Sénégal
NATIONS UNIES

Traduit du Russe par

A. FELJAN
Interprète

Rédaction du texte français

par Yvan LECONTE
Administrateur.

SAINT-LOUIS
Février 1970

CONDITIONS TECHNIQUES des PROSPECTIONS GEOLOGIQUES sur les
ESCALES du FLEUVE SENEGAL.

I.) Les prospections géologiques sur les escalas du fleuve Sénégal ont pour objet de fournir des données de base pour l'établissement des installations hydrotechniques et autres dans le cadre du programme de reconstruction et de développement des escalas.

Le volume des travaux de prospection est fixé conformément aux dispositions envisagées pour l'exécution de ce programme.

II.) Les prospections géologiques doivent être effectuées sur les escalas suivantes :

N°	Noms des Escalas	PAYS	PK (km) à partir de St-LOUIS	Rive du Fleuve.
1	ROSSO	R.I.M	132	droite
2	DAGANA	Sénégal	169	gauche
3	POBOR	Sénégal	267	gauche
4	KAEDI	R.I.M	523	droite
5	DIATAM	Sénégal	623	gauche
6	DAKEL	Sénégal	795	gauche
7	AMDIDEDI	Mali	800	gauche
8	KAYES	Mali	924	gauche

III.) Les prospections géologiques comprendront des sondages, des creusages de puits et des prélèvements d'échantillons de sol en vue d'analyses au Laboratoire.

Les sondages se feront d'après des lignes de profil transversaux par rapport à l'axe du Fleuve.

S'il s'avère nécessaire d'envisager un déplacement important de ces profils, la question sera décidée par le Projet.

Des sondages et des creusages seront effectués dans les limites de chaque profil de manière à faire apparaître une section géologique montrant la composition du sous-sol de la rive du Fleuve.

A cet effet, des sondages seront faits :

- 1. Dans le lit du Fleuve à 10/30 m de la rive ;
- 2. Entre la rive et le pied du talus ;

.../...

- 3. Au sommet du talus ;
- 4. A 40/50 m du sommet du talus vers l'intérieur (Ref. Annexe E-1.2).

La longueur du profil transversal doit être au moins de 80 m y compris la section de 10/20 m dans le lit du Fleuve.

Ces opérations seront exécutées sur toutes les escales, excepté celles de ROSSO et MATAM où il ne sera fait que des sondages sur la rive.

IV.) Les sondages devront permettre d'établir une coupe géologique montrant les roches qui forment la rive du Fleuve. Les trous de sondage devront par conséquent être creusés jusqu'à une profondeur de 2 à 3 m au dessous du niveau des fondations des installations à construire.

Dans les conditions normales du sol, les profondeurs seront les suivantes, sous le lit du Fleuve :

- 1. Dans le lit du Fleuve de 8 à 10 m ;
- 2. A la limite du cours d'eau et du talus *de 10 à 12 m.;*
- 3. Au sommet du talus de 12 à 15 m ;
- 4. Sous la partie arrière du site de l'escale de 6 à 8 m.

Si la composition géologique de la rive est plus complexe, les profondeurs peuvent varier.

Si le bedrock apparaît à des profondeurs inférieures à celles indiquées ci-dessus, le sondage se limitera à la partie supérieure plus meuble de la roche.

V.) Les trous de sondage doivent être tubés et les fleurets auront de 4 à 6 pouces de diamètre. Les échantillons de sol doivent avoir une structure cohérente et seront prélevés avec des carottiers spéciaux à intervalles de 50 cm.

Il est à prévoir également la possibilité de creuser, aux mêmes profondeurs indiquées plus haut, des puits, si le prélèvement d'échantillons homogènes (intacts) s'avère nécessaire.

Les sondages sur la rive peuvent être pratiqués au moyen d'une sondeuse à condition qu'il y ait un chemin d'accès vers le site à sonder et qu'il soit possible de prélever des échantillons conformément au plan de prélèvements sus-mentionné.

Les sondages dans le lit du Fleuve peuvent être effectués à l'aide d'une sonde ~~xxxxx~~ à partir d'un radeau, d'un ponton ou bien d'une pirogue. Le sondage à main peut aussi être pratiqué dans les endroits où il n'est pas possible d'utiliser une sondeuse.

VI.) Les échantillons de sol prélevés doivent être absolument isolés des couches aquifères et préservés de tout contact avec les eaux de profondeur de manière à faciliter la détermination du taux d'humidité naturelle.

Dans le journal des sondages, seront consignées⁸ les informations suivantes : état d'avancement des opérations pour chaque sondage à chaque intervalle, l'instrument utilisé pour le creusage (trépan, cuiller etc.), la vitesse des opérations, le degré de forabilité des roches, leur densité relative et leur consistance.

Dans le cas de roches sans consistance ou de sols sujets à éboulement, les prélèvements seront faits de manière à éviter de créer le vide, car ce vide pourrait provoquer l'ameublissement du sol et une baisse de sa densité.

VII.) Tous les points de sondage (lit du Fleuve compris) doivent être rattachés aux repères implantés aux cours des levés topographiques réalisés par le Projet. C'est pourquoi il est indiqué sur les plans des escaliers l'emplacement des repères ou de certaines installations auxquelles ces sondages seront rattachés. (Les levés topographiques de BAKEL et d'ABIDJON seront communiqués dès leur achèvement).

VIII.) Les échantillons des roches composant les sites d'escalier seront analysés au laboratoire pour la détermination des caractéristiques physiques et mécaniques exactes des sols. Ces caractéristiques seront utilisées dans le calcul de la capacité portante des installations et de leur stabilité.

Le nombre d'échantillons à analyser est fonction de la complexité de la structure géologique et de la composition minéralogique des roches. Le nombre d'analyses à effectuer dépendra des caractéristiques particulières de chaque couche sondée.

L'analyse des échantillons à structure homogène (concrète) permet de déterminer de façon plus ou moins exacte l'humidité (porosité), la porosité (sable) et le coefficient de gonflement initial et de contraction des sols.

Sur les sols, habituellement, il est nécessaire de mesurer l'humidité de saturation et à l'état sec et à l'état humide.

En même temps, il est nécessaire de mesurer dans chaque cas, pour les caractéristiques mécaniques, les suivantes sont énumérées :

- 1. Humidité humide apparente γ
- 2. Humidité en état humide γ
- 3. Humidité sèche apparente γ_d
- 4. Humidité apparente γ_w
- 5. Teneur en eau de saturation w
- 6. Rapport de saturation S_r
- 7. ρ de vide e
- 8. Indice de vide i
- 9. Limite de liquidité
 - a) Limite de liquidité w_L
 - b) Limite de plasticité w_p
 - c) Limite de plasticité w_p
- 10. Classification granulométrique
 - a) $d_{60} > 0,075$, $d_{20} > 0,075$
 - b) $d_{60} > 0,075$ et $d_{20} < 0,075$
 - c) $d_{60} < 0,075$
 - d) $d_{60} < 0,075$ $d_{20} > 0,075$
- 11. Angle de frottement interne à l'état sec φ_s
- 12. Angle de frottement interne à l'état humide φ_w
- 13. Cohésion c
- 14. Limites des essais à la compression

En.) A la fin des travaux sur le terrain, on devra faire un bilan, en indiquant pour chaque essai le nom du sujet. Chaque rapport doit comprendre les renseignements suivants : ordre et nature des travaux, description de la structure géologique du site de l'essai et caractéristiques des roches.

Ces renseignements devront être présentés sous forme de tableaux et de graphiques montrant les données physiques et mécaniques pour chaque couche de la coupe géologique. A ces rapports doivent être annexés : un schéma du site rattaché aux levés topographiques mentionnés au paragraphe VII, les profils des structures lithologiques, les emplacements des sondages et tous autres croquis nécessaires liés aux travaux de prospection.

A titre d'exemple, il est annexé à la présente note une copie du mémoire géologique intitulé "Fort Fluvial de BOGHE - C3 Reconnaissance des sols" de Mai 1967 préparé par le BCEOM. Il est regrettable que le Mémoire en question ne contienne pas de données sur les profils lithologiques, données généralement considérées comme indispensables dans un rapport géologique.

X.) Les profils transversaux pour chaque escale sont déterminés comme suit :

1. RUSSO : Un profil transversal se situant à 50 m en aval du quai actuel.
2. DAGANA : Un profil transversal longeant le mur de l'ancienne cimetière catholique (côté aval du Fleuve).
3. PCDOR : Deux sondages dans la partie arrière du quai à 50 m l'un de l'autre, ~~parallèles~~ le long du Fleuve. Le profil géologique longitudinal s'obtiendra d'après ces deux sondages.
4. KAEDI : Deux profils transversaux ; l'un sera situé sur l'axe de l'escale actuelle, et l'autre à 100 m en aval.
5. NATAN : Deux sondages dans la partie arrière du quai à 50 m l'un de l'autre le long du Fleuve. Le profil géologique longitudinal s'obtiendra d'après ces deux sondages.
6. BAKEL : Deux profils transversaux ; leur emplacement dans le plan sera établi après les résultats des levés topographiques.
7. AMBIDEDI : Trois profils transversaux ; le premier est situé à 10 m en amont du quai actuel, le deuxième à 500 m en amont du quai et le troisième à 200 m en aval du quai. Le plan topographique sera fourni ultérieurement après l'exécution des levés qui seront faits par l'équipe du Projet.

8. ~~KAVES~~ ^{KAVES}: Un profil transversal qui se situe à proximité immédiate (5/6 m) de la pente douce partant de l'entrepôt vers le Fleuve.

XI.) L'Ingenieur Civil du Projet participera aux travaux de rattachement des sondages aux points fixés dans le plan.

APPORTS DE BOGHE

COMPTE RENDU

A la demande du B.C.E.O.M., service des ports, le Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics a procédé aux essais ci-après désignés sur 20 échantillons de sols prélevés intacts dans les II sondages de reconnaissance effectués par la SASIF-DAKAR.

En premier lieu, chacun des prélèvements a fait l'objet des essais d'identification suivants :

- a) teneur en eau - densité - poids spécifique.
- b) limites d'Atterberg.
- c) analyse granulométrique complète.

Par la suite, quelques argiles ont été soumises :

- d) à l'essai de cisaillement .
- e) à l'essai de compressibilité.

Période des essais : Juin - Juillet 1965

ESSAIS D'IDENTIFICATION

I - Teneur en eau - densité - poids spécifique -

La teneur en eau naturelle du sol (W) a été mesurée après séchage du matériau à l'étuve à 105 °C pendant 6 heures.

La densité humide apparente (γ) a été effectuée par pesée hydrostatique.

Le poids spécifique de chaque échantillon (γ_s) a été déterminé par la méthode du picnomètre.

- A partir des résultats ainsi obtenus, on a pu calculer:

La densité sèche apparente (γ_d) de chaque prélèvement.

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + W}$$

Le pourcentage de vide du sol (n) ou rapport du volume de vide au volume total de l'échantillon

$$n = 1 - \frac{\gamma_d}{\gamma_s}$$

L'indice de vide du sol (e) ou rapport du volume de vide au volume de matière solide.

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$$

La teneur en eau de saturation théorique du sol.

$$S = \frac{1}{\gamma_d} - \frac{1}{\gamma_s}$$

Le degré de saturation de chaque échantillon ou rapport de la teneur en eau naturelle à la teneur en eau de saturation.

$$S_r = \frac{W}{S}$$

II - Limites d'Atterberg -

Les caractéristiques d'Atterberg ont été déterminées sur la fraction de matériau inférieure à 0.5mm (tamis AFNOR module 27).

III - Composition granulométrique -

L'analyse granulométrique de chacun des prélèvements a été opérée par lévigation à l'aide des tamis normalisés.

Au delà de 0.1 m/m on a procédé par densimétrie en appliquant la loi de Stokes à une suspension du matériau en cours de sédimentation.

RESULTATS

Les résultats enregistrés sont consignés dans le tableau récapitulatif ci-contre.

On trouvera également en annexe les courbes granulométriques complètes des échantillons.

ESSAIS DE CISAILLEMENT

Ainsi qu'il en a été fait mention dans ce qui précède, 4 prélèvements seulement ont été soumis à l'essai de cisaillement rectiligne à vitesse constante (1,5 m/m par minute).

Ces quatre matériaux accusant à leur arrivées au laboratoire des teneurs en eau naturelle très voisines de l'état de saturation, les essais de cisaillement à l'appareil de Casagrande ont eu lieu sans consolidation préalable en présence d'eau.

La cohésion et l'angle de frottement interne apparents du sol ont été déduits de la relation :

$$\tau f = C_u + \sigma \tan \psi_u$$

τf contrainte de cisaillement sur le plan de rupture.

C_u cohésion apparente

ψ_u angle de frottement interne apparent.

σ contrainte normale.

Les résultats enregistrés sont les suivants :

Sondage	DESIGNATION	Essai de cisaillement	
		FROTTEMENT INTERNE ψ_u degrés	COHESION APPARENTE C_u kg/cm ²
I	3.00 - 3.50 m	19°	0.550
5	4.60 - 5.10 m	25°	0.450
6	1.75 - 2.25 m	21°	0.480
II	2.90 - 3.40 m	19°	0.500

ESSAIS DE COMPRESSIBILITE

Les six échantillons ci-après désignés ont fait l'objet d'essais à l'oedomètre permettant de déterminer la variation de l'indice des vides (e) en fonction des pressions appliquées sur ces sols.

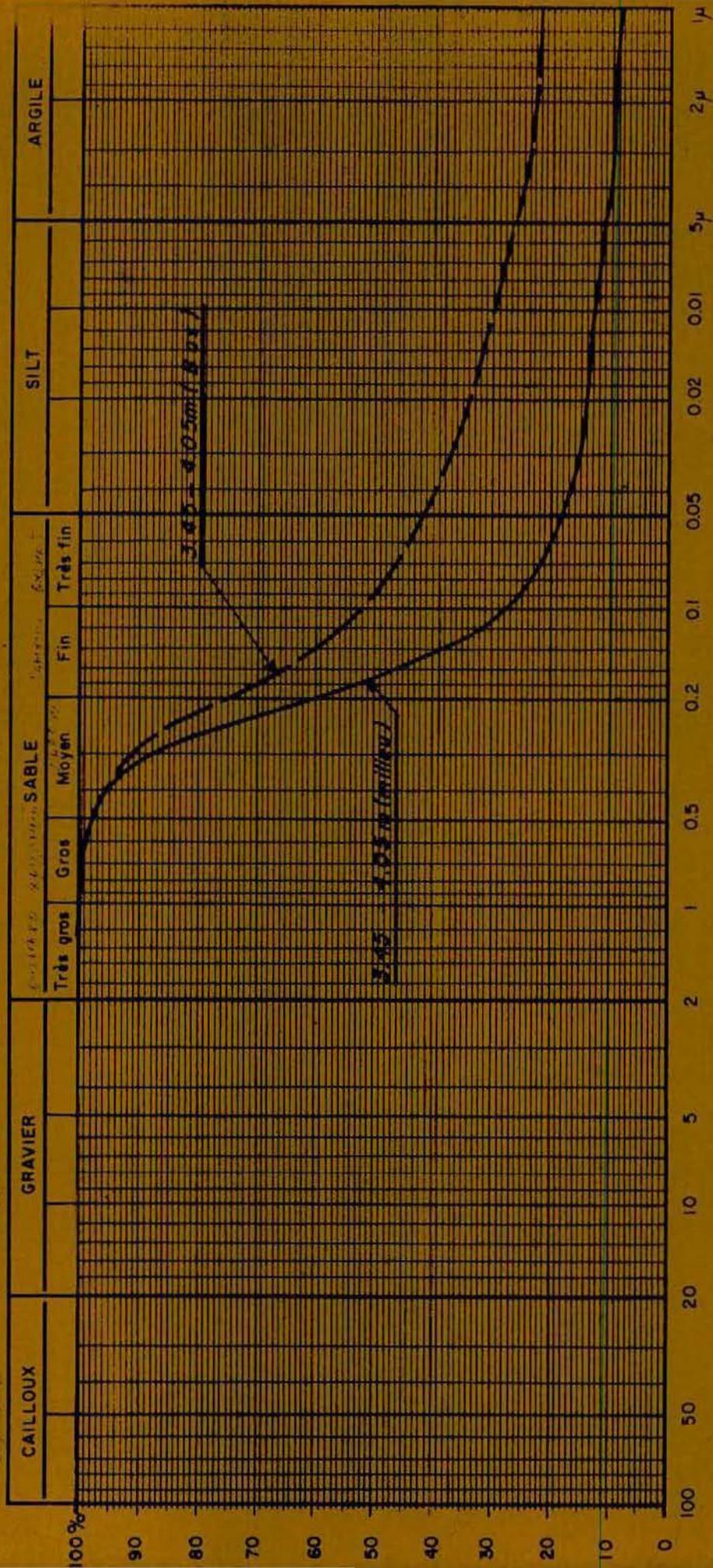
<u>sondage</u>	<u>profondeur</u>
I	3.45 - 4.05 (part. infér.)
4	3.00 - 3.50
5	0.10 - 0.50
5	4.60 - 5.10
6	1.75 - 2.25
II	2.90 - 3.40

Les résultats sont transcrits sur les graphiques semi-logarithmiques joints.

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

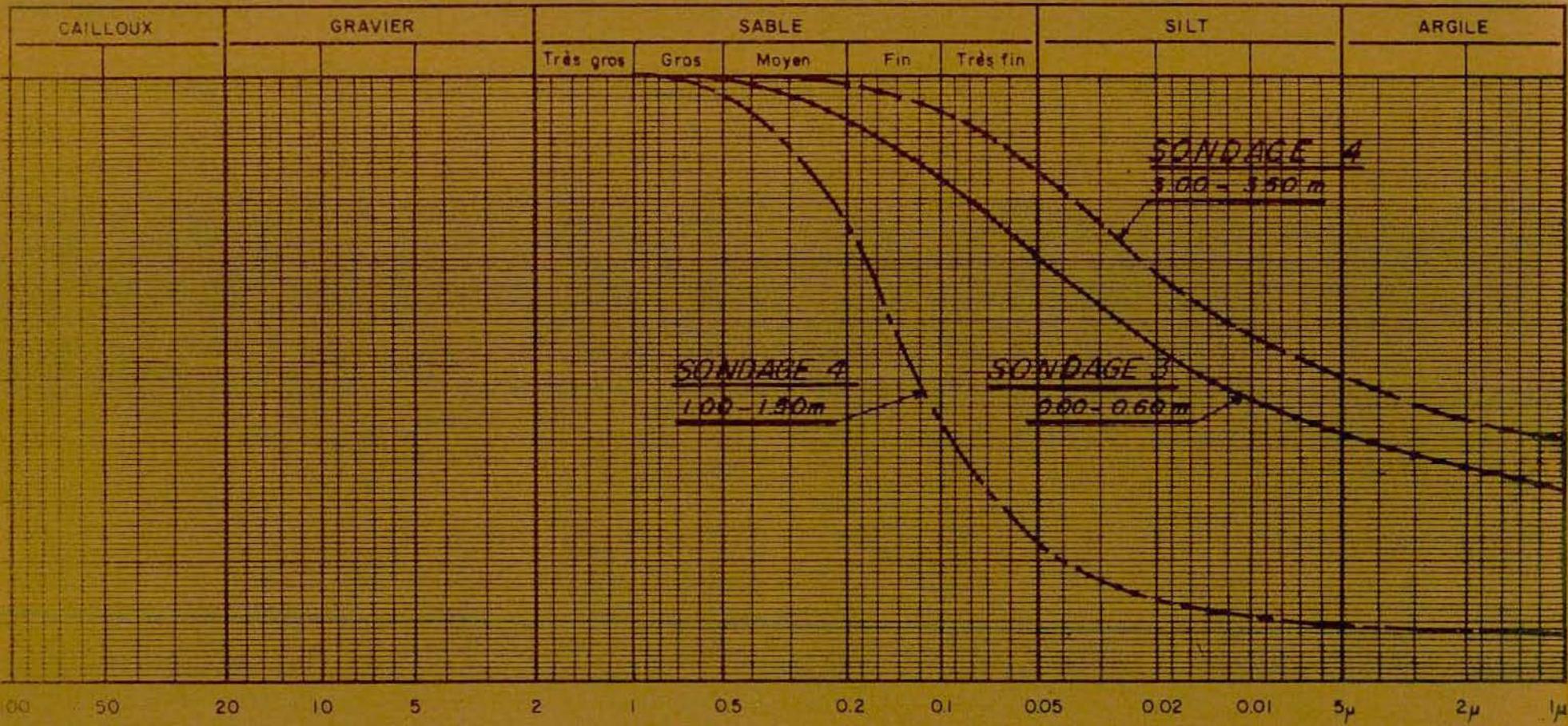
Etude :
 Provenance :
 Echantillon n° :
 Sondage n° :
 Cote de prélèvement :

Fig. 234



Etude :
 Provenance :
 Echantillon n° :
 Sondage n° **3_4**
 Cote de prélèvement :

ANALYSE GRANULOMETRIQUE



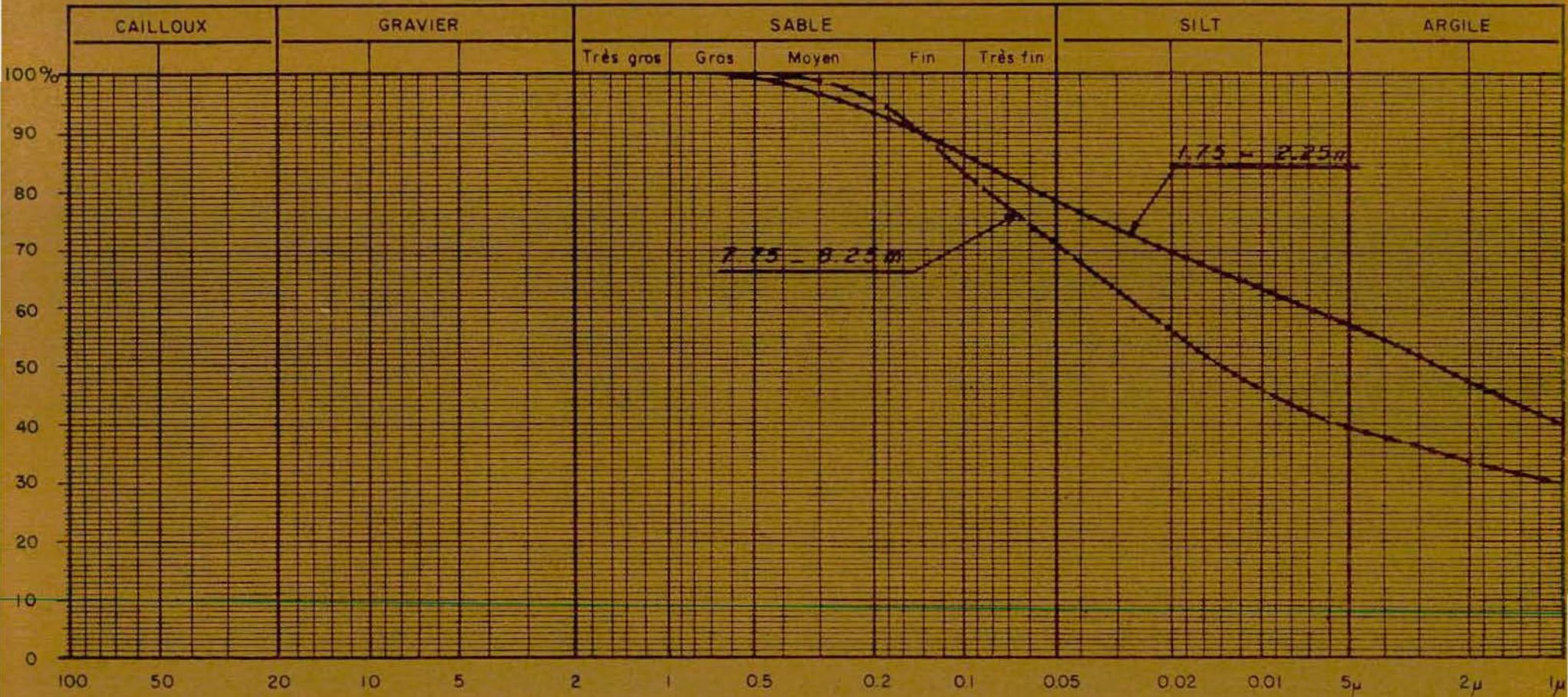
Etude :
 Provenance :
 Echantillon n° :
 Sondage n° : **5**
 Cote de prélèvement :

ANALYSE GRANULOMETRIQUE



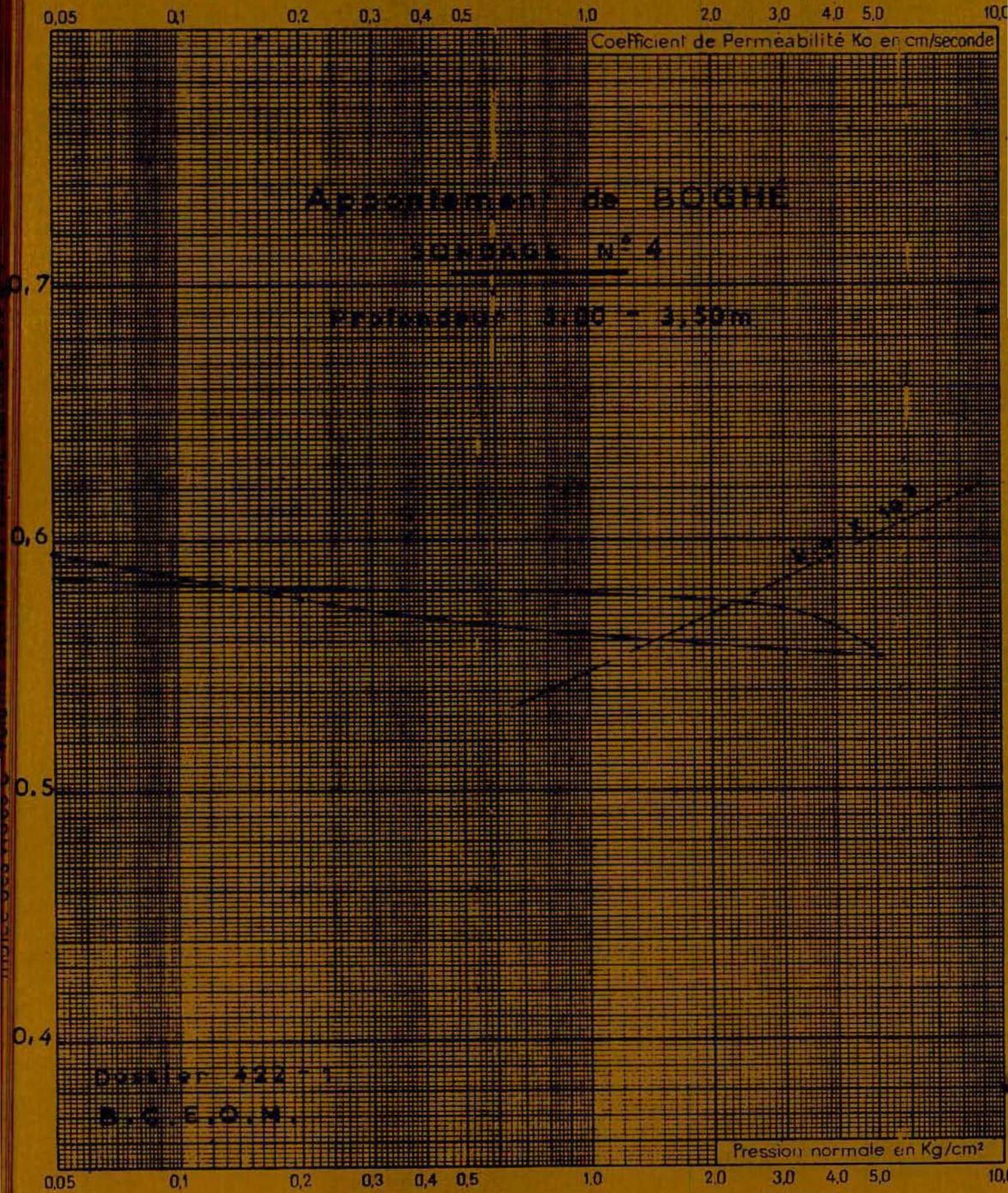
Etude:
Provenance:
Echantillon n°
Sondage n° **6**
Cote de prélèvement :

ANALYSE GRANULOMETRIQUE



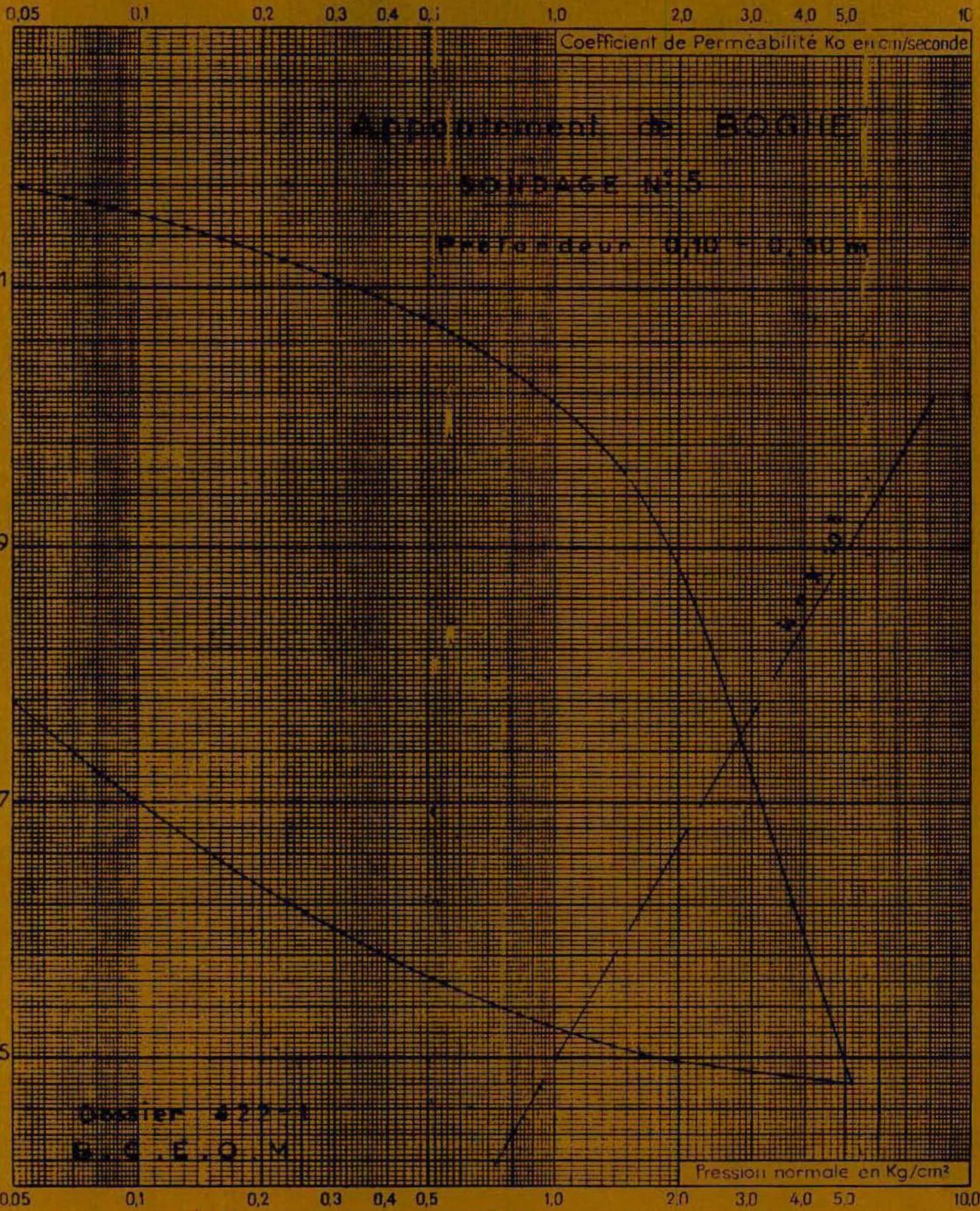
ESSAI DE COMPRESSIBILITÉ - PERMÉABILITÉ

(Essai sur une maquette de laboratoire - reproduction)

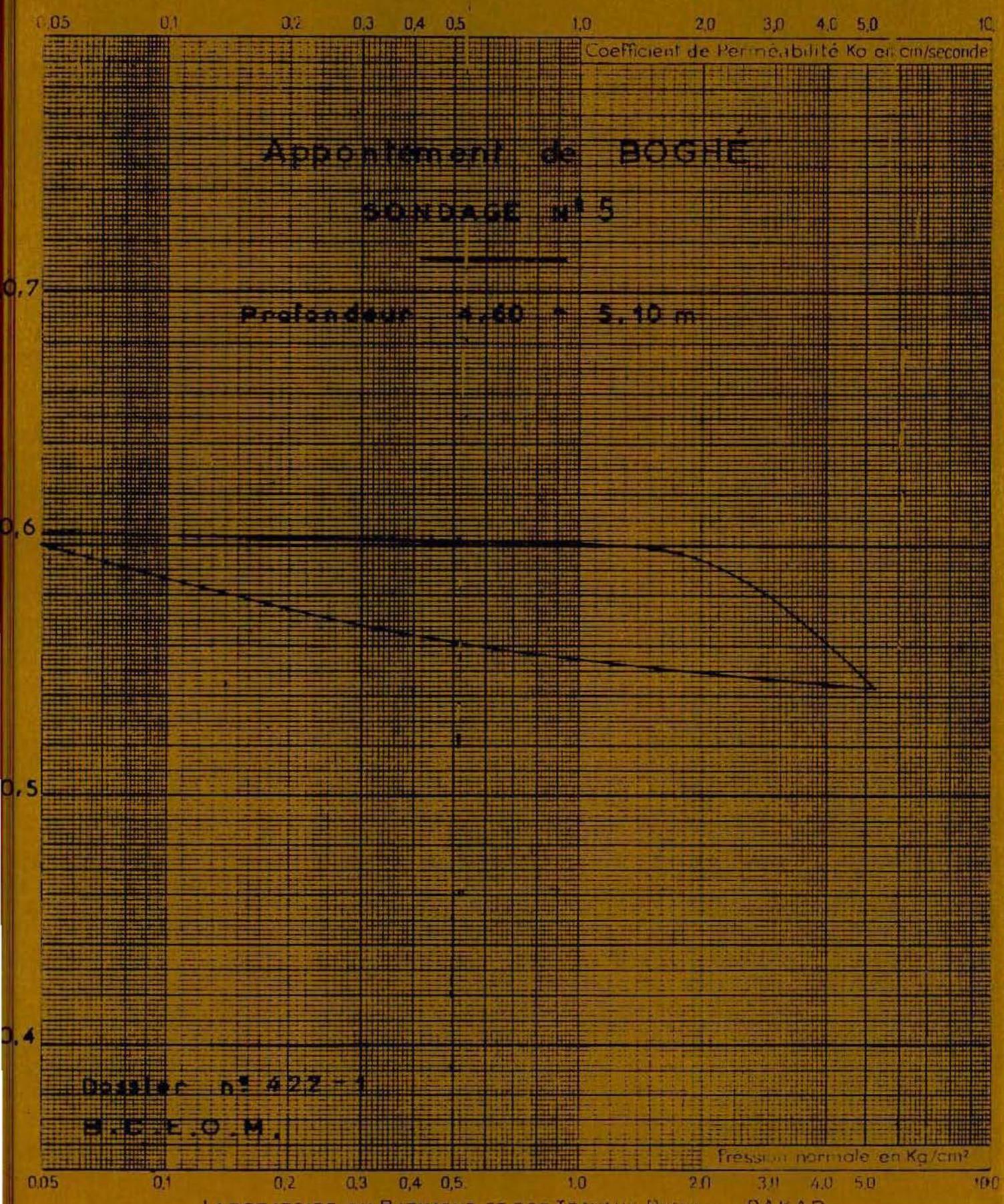


ESSAI DE COMPRESSIBILITÉ - PERMÉABILITÉ

Expérimentation de la conception 11/19/53



ESSAI DE COMPRESSIBILITE - PERMEABILITE



ESSAI DE COMPRESSIBILITE - PERMEABILITE

0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 1,0 2,0 3,0 4,0 5,0 10

Coefficient de Perméabilité K_0 en cm/seconde

Appointement de BOGHE

SONDAGE N° 6

Profondeur 1,75 = 2,25m

0,7

0,6

0,5

0,4

Dossier n° 422-1

B.C.E.O.M.

Pression normale en Kg/cm²

0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 1,0 2,0 3,0 4,0 5,0 10,0

PORT DE BOGHE
 Разведочные скважины
 SONDAGES DE RECONNAISSANCE

- S 4 -

Начато
 COMMENCE LE 4/5/65

закончено
 TERMINE LE 5/5/65

Наблюдения OBSERVATIONS	Грубы TUBAGE	диаметр Diamètre	Характер участка NATURE DES TERRAINS	Керны CAROTTAGE	Мощность разреза PUISS. COUPE	Глубина PROF	Соты COTES
			Средний уровень воды 1,10 м Hauteur d'eau moyenne 110 м			0.00	-0.90
A.P.M.	φ 165 mm	1.00	Зеленоватый суглинок Limon verdâtre	образцы Ech. 110ns	0.80	0.80	-1.73
S.P.T. 1.65 N. 14 Coups			Пестрякстая глина серо-зеленая Argile sableuse gris verdâtre vaseuse		0.20	1.00	-1.93
A.P.M.	φ 140 mm	1.50	Синий и желтый глина Argile bleue et jaune	образцы Ech. 110ns	0.75	1.75	-2.68
S.P.T. 2.3.65 N. 22 Coups			Желтая и синяя плотная Argile jaune et bleue compacte глина		0.35	2.10	-3.03
A.P.M.	φ 140 mm	3.30	Желтая и синяя глина Argile jaune bleue, peu compacte	образцы Ech. 110ns	0.90	3.00	-3.93
S.P.T. 2.3.65 N. 22 Coups			малоцветная Argile jaune et bleue compacte глина				
			Желтая и синяя глина Argile jaune et bleue compacte глина				
			Желтая и синяя глина Argile sableuse jaune глина		3.30	6.30	-7.23
			Гравий до 20 мм с мелкими Graviers jusqu'à 20 mm avec remplissage зона уплотнения от тонкого до de sable fin à grossier jaune крупного желтого цвета	образцы Ech. 110ns	0.50	6.80	-7.73
			Песок от тонкого до крупного Sable fin à grossier avec grains de с зернами quartz кварца		1.20	8.00	-8.93
					2.00	10.00	-10.93

PORT DE BOGHE

SONDAGES DE RECONNAISSANCE

- S 6 -

COMMECE LE 18/4/65 TERMINE LE 22/4/65

OBSERVATIONS	TUBAGE	Diamètre	NATURE DES TERRAINS	CAROTTAGE	PUISS.	COUPÉ	PROF.	COTES		
							0.00	+4.8		
S.P.T @ 0.15 N=6 Coups	Sondeuse S.P.T Ø 190 mm	Sondeuse Ø 165 mm	Аргилевопесчаная желтая глина Argile sableuse jaune	Echellons	1.00		1.00	+3.80		
S.P.T @ 0.70 N=5 Coups										
S.P.T @ 1.45 N=11 Coups					Светлая глинистая глина желтая Argile bariolée sableuse jaune et bleue fine	Echellons	1.60		2.60	+2.20
A.P.M. 1.75 - 2.25										
S.P.T @ 2.40 N=16 Coups					Светлая глинистая глина желтая и серая Sable fin argileux jaune et gris bleu	Echellons	0.55			
S.P.T @ 3.25 N=9 Coups					Тонкий мелкозернистый песок желтый и серый Sable fin argileux grisâtre	Echellons	1.85		5.00	-0.20
NIVEAU STATIQUE 3.80					Лимон verdâtre Limon verdâtre		0.60		5.60	-0.80
Состояние грунта у поверхности					Тонкий мелкозернистый песок желтый Sable fin argileux jaune clair	Echellons	0.15		5.75	-0.95
S.P.T @ 5.75 N=18 Coups				8.55	Тонкий мелкозернистый песок желтый Argile compacte bariolée marron bleu et jaune		4.80		10.55	-5.75
S.P.T @ 6.25 N=21 Coups					Светлая глинистая глина с осколками Argile compacte jaune avec traces bleutées		0.75		11.30	-6.5
S.P.T @ 8.40 N=31 Coups		11 m	Желтая глина менее плотная с осколками Argile jaune moins compacte avec traces bleutées		1.65		12.95	-8.15		
A.P.M. 7.75 - 8.25										
S.P.T @ 10.25 N=31 Coups			Крупный песок желтый с гравием Sable grossier jaune avec graviers jusqu'à 20 mm	Echellons	3.55		16.50	-11.70		
			Тонкий песок желтый с осколками Sable fin jaune clair légèrement argileux		1.70		18.20	-13.4		
			Песок от тонкого до крупного желтый Sable fin à grossier jaune avec grains de quartz		1.80		20.00	-15.2		

PORT DE BOGHE
SONDAGES DE RECONNAISSANCE

-S7-

COMMENCE LE 23/4/65 TERMINE LE 27/4/65

ОБСЕРВАЦИИ OBSERVATIONS	TUBAGE Diamètre	КАТЕГОРИЯ ТЕРРАИНОВ NATURE DES TERRAINS	КАТЕГОРИЯ CAROTTAGE	ГЛУБИНА PUISS.	РАЗРЕЗ COUPE	ГЛУБИНА PROF.	ОТЛИЧНЫЕ COTES	
<p>СТАТУС-РЕКОНСТРУКЦИЯ NIVEAU STATIQUE 3.80m 440cm</p> <p>705 φ 105mm</p> <p>380</p> <p>DC 4" x 5 1/2"</p> <p>12.50 φ 140mm</p> <p>Souape φ 140mm</p> <p>SPTa 14.50 N=16 coups</p>		Желтая мелкозернистая глина Argile sableuse jaune		1.80		1.80	+3.90	
		Песок тонкий мелкозернистый Sable fin argileux jaune	40%	0.70		2.50	+3.20	
		Argile sableuse brune et bleue		0.50		3.00	+2.70	
		Темная компактная иловая глина Argile jaune et bleue compacte			1.50		4.50	+1.20
		Среднезернистый серый глинистый песок Sable argileux gris jaunâtre	Echillons		1.00		5.50	10.20
		Среднезернистый зеленоватый иловатый песок Limon verdâtre	40%	0.90		6.40	-0.70	
		Очень тонкий мелкозернистый серый глинистый песок Sable tres fin argileux gris jaunâtre	Echillons	0.30		6.70	-1.00	
		Зеленоватый иловатый песок Limon verdâtre		0.20		0.90	-1.20	
		Argile sableuse bleue et jaune.		0.60		7.50	-1.80	
		Синеватая иловая глина Argile jaune et bleue, compacte	40%		4.50		12.00	-6.30
		Темная желтая иловая глина Argile jaune et bleue, moins compacte		0.50		12.50	-6.80	
		Тонкий мелкозернистый желтый песок Sable fin argileux jaune		0.15		12.65	-6.95	
	Песок тонкий до крупного мелкозернистый и гравий до 15 мм Sable fin à grossier jaune avec grains et gravier jusqu'à 15 mm	Echillons	0.85		13.50	-7.80		
	Песок от среднего до крупного Sable moyen à grossier avec peu de graviers	Echillons		3.50		17.00	-11.3	
	Тонкий мелкозернистый песок Sable fin jaune			1.25		18.25	-12.55	

Продольный разрез в русле реки
 - COUPE LONGITUDINALE DANS LE LIT DU FLEUVE

Легенда
 LEGENDE

- Не нарушенный образец
Echantillon intact
- Испытание
Essai S.P.T.

■ Лимон *суглинок*

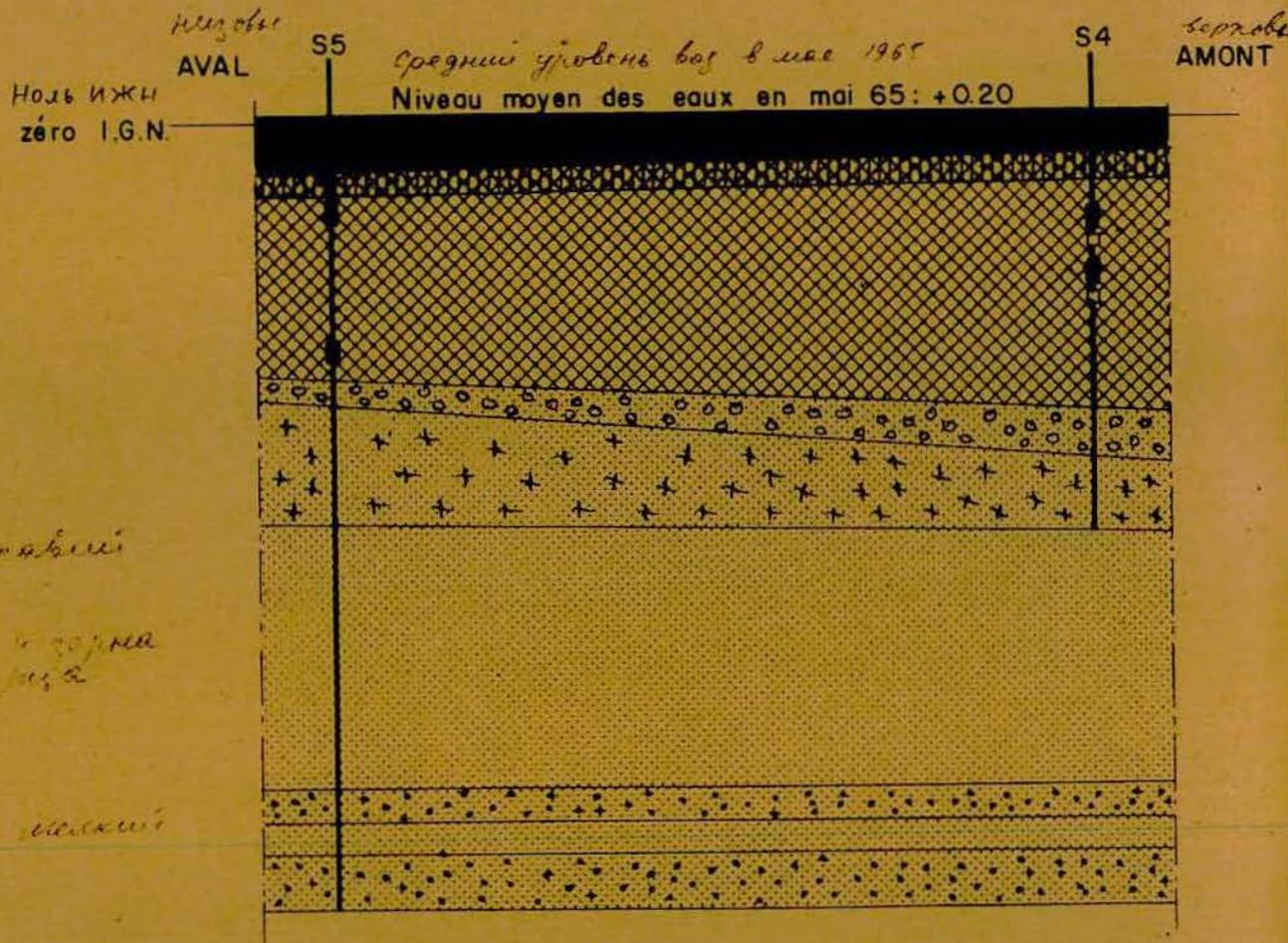
■ Argile *глина*

■ Sable et graviers *песок и гравий*

■ Sable et grains de quartz *песок и зерна кварца*

■ Sable fin *Тонкий песок*

■ Sable et gravillons *Песок и мелкий гравий*



Приложение
 NOTA : Cette coupe a été exécutée en extrapolant les résultats des sondages et n'a qu'une valeur indicative.

дурення и имеет только указательную ценность

Масштабы
 ECHELLES {
 Longueur : 1/500
 Hauteur : 1/200

Авг 1944 - 505

Географический геологический разрез
 - COUPE GEOLOGIQUE TRANSVERSALE

статический уровень водоненного слоя

Niveau statique de la nappe : +1.50 env.

средний уровень в. в мае 1965

Niveau moyen des eaux en Mai 65 : +0.20

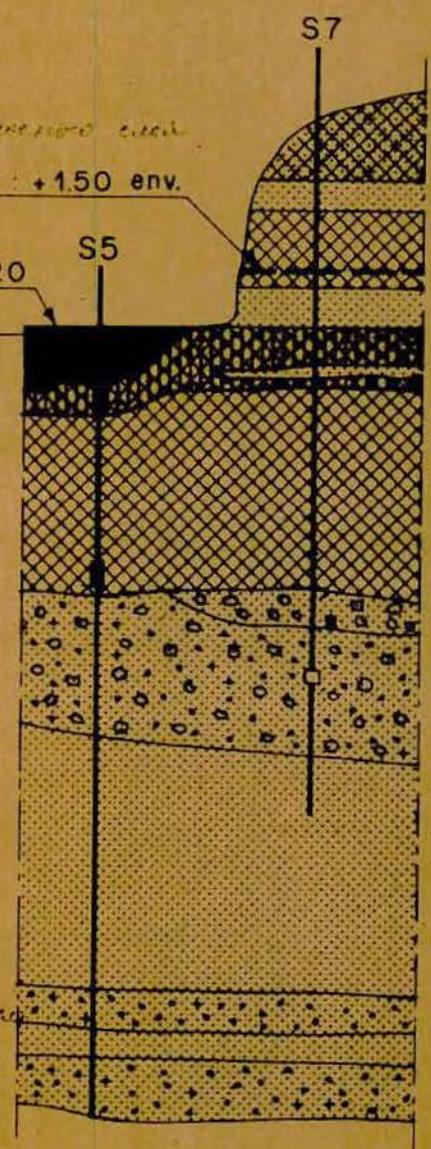
zéro I.G.N.

Котлв 11718 11

LEGENDE

Наблюдения образцов
 Echantillon intact
 Успешные
 Essai S.P.T.

-  Argile sableuse Глинистая глина
-  Argile Глина
-  Limon Сузлиннок
-  Sable Песок
-  Sable et graviers Песок и гравий
-  Sable avec gravillons et graviers Песок с мелкими гравийными гравиями
-  Sable avec gravillons Песок с мелкими гравийными



Примечание
 NOTA : Cette coupe a été exécutée en extrapolant les résultats des sondages et n'a qu'une valeur indicative.

масштабы
 ECHELLES { Гориз. Longueur : 1/500
 Верт. Hauteur : 1/200

результаты бурения и имеет только указательную ценность