Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

CENTRE DE NOUMEA

PROSPECTION ELECTRIQUE DES ALLUVIONS DE LA BASSE VALLEE DE LA DUMBEA

M. P. HELCMANOCKI

1969

D 8
HEL

BIBLIOTHEQUE
S.C.D. - 2
O.R.S.T.O.M.

28 JAN. 1971

10234 ex 1

INTRODUCTION

Monsieur G. Drouhin, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, venu en Nouvelle-Calédonie pour étudier le problème critique de l'alimentation en eau de Nouméa, suggéra un certain nombre de solutions pour un programme immédiat. Pour mieux comprendre les raisons qui nous menèrent à l'étude de la Dumbéa, il me paraît préférable de reprendre les propres termes de son rapport :

> "Je suggère très fermement de reconnaître les possibilités de la nappe alluvionnaire située dans le lit majeur de la Dumbéa au voisinage du confluent Dumbéa-Nord / Dumbéa-Est et vers l'aval, jusque vers le confluent de la Couvelée. J'ai eu l'occasion de voir cette plaine, dont la côte semble être 20 ou 25 au-dessus de la mer. Il serait bien surprenant qu'on ne puisse pas tirer de là, en quatre ou cinq puits pompés, les quelque 200 l/s qu'il faudrait pour être tout à fait tranquille, observation faite que le débit maximum ne serait à prélever que pendant un temps très court, que certaines années l'appoint n'aura même pas à être sollicité, et qu'il ne faudrait pas s'inquiéter de voir la nappe baisser progressivement dans les années très sèches. Elle constituerait en fait un petit réservoir pour une courte période de grande sécheresse.
>
> Pomper dans la nappe alluviale serait certes plus aisé que de pomper l'eau de surface, et on obtiendrait de l'eau claire. Etudier cette nappe par quelques forages de reconnaissance convertibles en piézomètres et quelques essais de pompage dans des trous à plus gros diamètre ne devraient pas demander plus de six mois, et les frais seraient modestes au regard de tout le reste."

DB
HEL

S.C.D. - 2
O.R.S.T.O.M.
28 JAN. 1971

10 234 Ex. 1

C'est à la suite des conclusions de ce rapport que fut établie une Convention de service par entente directe, entre la Municipalité et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, pour la réalisation d'une campagne de reconnaissance géophysique de la nappe phréatique de la Vallée de la Dumbéa.

Je remercie vivement Monsieur De Gaillande, Directeur de la Régie des Eaux, et Monsieur Levasseur, Chef du Service du Génie Rural, pour l'aide apportée à la réalisation de cette étude.

PRELIMINAIRES DE LA CAMPAGNE DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE.

La zone à étudier se répartit en quatre régions naturelles numérotées de I à IV sur le plan de position. Dans chaque région, les sondages électriques sont répartis suivant une maille régulière de 200 m ; dans les zones où les faciès changent rapidement, des sondages électriques furent effectués tous les 100 m de manière à bien préciser ces variations.

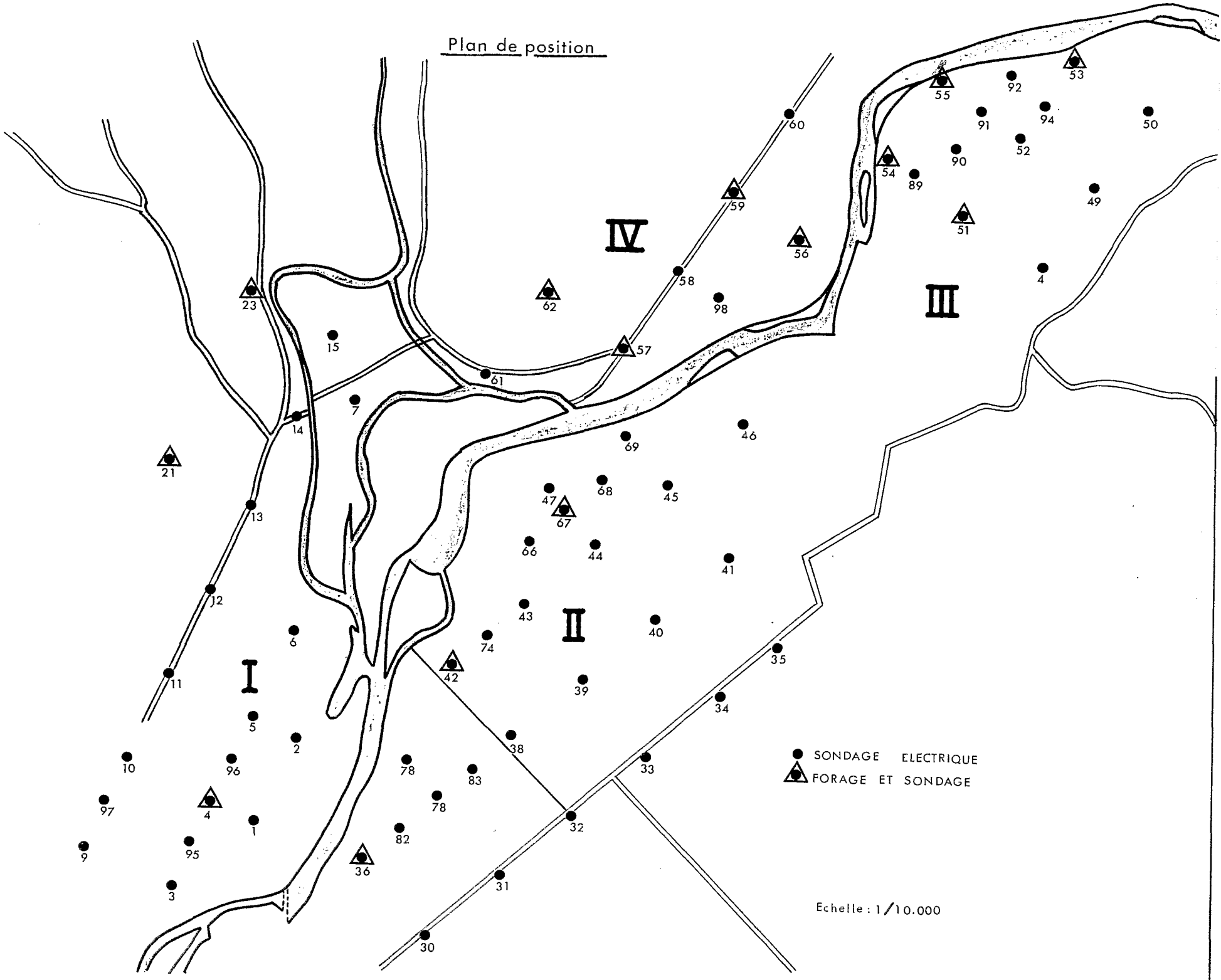
Le travail de nivellement particulièrement difficile dans cette région envahie par les goyaviers ou les bois de fer, fut confié à l'équipe dynamique R. Schmidt et C. Beyney, dont nous publions ici les côtes des points de sondages électriques.

Cette campagne de prospection géophysique s'est déroulée du 15 mai au 15 juillet, période réputée agréable par les gens qui connaissent les moustiques de la Dumbéa. L'équipe était constituée par un géophysicien, trois manoeuvres Hébridais de la Régie des Eaux, et Monsieur Bouvier, adjoint technique du Génie Rural. Je remercie vivement ce dernier pour l'aide apportée dans la progression quotidienne du travail.

APERCU SUR LA METHODE DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE PAR SONDAGES ELECTRIQUES.

Dans la méthode de prospection électrique par courant continu, on envoie dans le sol par la ligne d'émission un courant d'intensité I, entre deux électrodes A et B. On mesure la différence de potentiel ΔV entre deux électrodes M et N qui constituent la ligne de réception. Dans la méthode Schlumberger utilisée dans cette étude, les électrodes A et B, M et N sont disposées symétriquement par rapport au centre O du dispositif.

Les mesures de l'intensité I et de la différence de potentiel ΔV sont effectuées avec un seul appareil dit potentiomètre. Ce potentiomètre comporte deux circuits : le circuit de compensation des courants telluriques et le circuit de mesure proprement dit du courant émis à l'aide des piles.


Plan de position
IV
III
II
I
SONDAGE ELECTRIQUE
FORAGE ET SONDAGE
Echelle : 1/10.000

CABINET DE GEOMETRES
NEO-TOPO
R. Schmidt. C. Beyney

17, Rue du Général Galliéni
B.P. 1280
Tél. 53 21

NOTE : Nivellement partant des points de polygonale de la conduite de ø500 m/m rattaché au nivellement I.G.N.
Origine : Niveau moyen des mers

- DUMBEA -

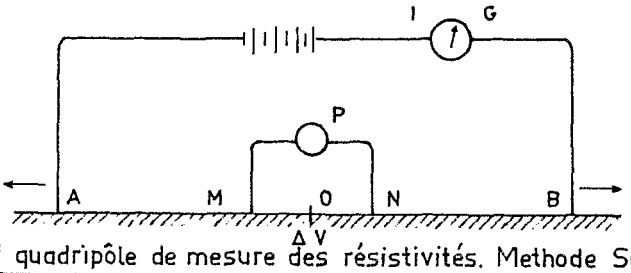
Côtes des points de sondage

Numéro	Côte	Numéro	Côte	Numéro	Côte
1	4,14	23	9,68	45	15,74
2	6,92	24	9,27	46	10,60
3	6,30	25	11,10	47	17,31
4	6,93	26	8,35	48	17,25
5	6,76	27	6,29	49	13,09
6	7,96	28	9,16	50	13,20
8	5,09	29	10,97	51	11,50
9	5,52	30	6,11	52	11,42
10	5,09	31	9,02	53	13,20
11	6,39	32	10,75	54	10,57
12	6,75	33	13,96	55	12,61
13	7,97	34	18,09	56	11,19
14	8,64	35	26,57	57	9,49
15	9,65	36	6,23	58	8,32
16	9,98	37	7,05	59	9,47
17	4,72	38	8,85	60	11,01
18	4,94	39	6,23	61	7,28
19	7,13	40	12,31	62	8,21
20	5,24	41	18,12	63	9,64
21	6,91	42	7,35	64	10,64
22	6,29	43	7,46	65	22,21
		44	8,51		

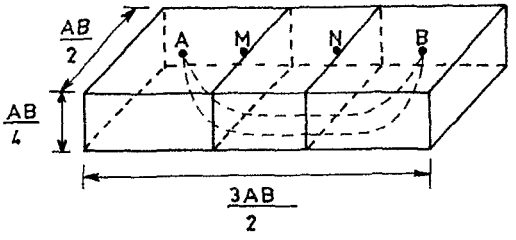
Juin 1969

Le Géomètre :

Rémy Schmidt



Dispositif quadripôle de mesure des résistivités. Methode SCHLUMBERGER.



Localisation des filets de courant dans le dispositif quadripôle

L'expérience montre que la presque totalité des filets de courant est contenue dans un parallélépipède de dimensions :

$$\text{largeur} = \frac{AB}{2} \quad ,$$

$$\text{longueur} = \frac{3\ AB}{2} \quad ,$$

$$\text{et} \quad \text{profondeur} = \frac{AB}{4} \quad .$$

La profondeur d'investigation est donc égale à environ $\frac{AB}{4}$, mais il vaut mieux être moins optimiste et l'estimer entre $\frac{AB}{10}$ et $\frac{AB}{4}$. Si l'emplacement du point O est fixe, nous pouvons augmenter la profondeur d'investigation, à la verticale de ce point, en écartant progressivement les électrodes A et B, symétriquement par rapport à O. La résistivité ρ du terrain, affecté par le champ électrique ainsi créé, est donnée par la loi d'Ohm dont la formule d'application à ce problème est :

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I}$$

où K est un coefficient numérique fonction de la disposition des électrodes A, M, N, B.

Ce calcul, pour les terrains homogènes et isotropes, permet de déterminer la résistivité spécifique ρ ; mais c'est rarement le cas, et on obtient alors la résistivité apparente ρ_a.

La résistivité apparente ρ_a est fonction des dimensions du dispositif de mesure AMNB et de la répartition des résistivités spécifiques dans le sous-sol. C'est donc la résistivité moyenne d'un volume de terrain, délimité par le parallélépipède défini précédemment. Ce volume s'accroît avec la longueur AB. Il devient rapidement considérable, ce qui élimine l'influence des hétérogénéités locales.

INTERPRETATION DES SONDAGES ELECTRIQUES EFFECTUES DANS LA VALLEE DE LA DUMBEA

Les courbes de sondages électriques, que nous avons systématiquement interprétées par deux méthodes différentes, sont en majorité des courbes 3 et 4 terrains. Les courbes 3 terrains sont interprétées à l'aide des abaques 2 terrains par la méthode Cagniard du lieu de croix, ainsi que par la méthode

d'Ebert. Pour les courbes 4 terrains, nous avons utilisé les abaques 3 terrains d'Orellana et Mooney, en utilisant les méthodes d'Ebert et d'Orellana.

En raison du caractère uniforme de ces sondages électriques dans les différentes régions, et du volume que représenterait la publication de tous les sondages électriques, nous ne présenterons ici que les différents types de courbes rencontrés dans la vallée de la Dumbéa.

Le S.E. n° 36 nous montre une courbe en cloche classique qui comporte de haut en bas :

un premier terrain conducteur formé par les alluvions récentes ;

un deuxième terrain résistant, ce sont les alluvions anciennes formées de graviers et de galets ;

un troisième terrain conducteur, représenté par des graviers et galets des alluvions anciennes, noyés dans la nappe ;

un quatrième terrain résistant qui forme le substratum.

Le S.E. n° 42 nous montre :

un premier terrain résistant formé par les alluvions récentes ;

un deuxième terrain conducteur formé par des alluvions très argileuses noyées dans la nappe ;

un troisième terrain résistant qui est le substratum.

Ce type de courbe est malheureusement largement prédominant dans toute la vallée de la Dumbéa.

Le S.E. n° 53 représente un intermédiaire entre le S.E. n° 36 et le S.E. n° 42. Nous voyons :

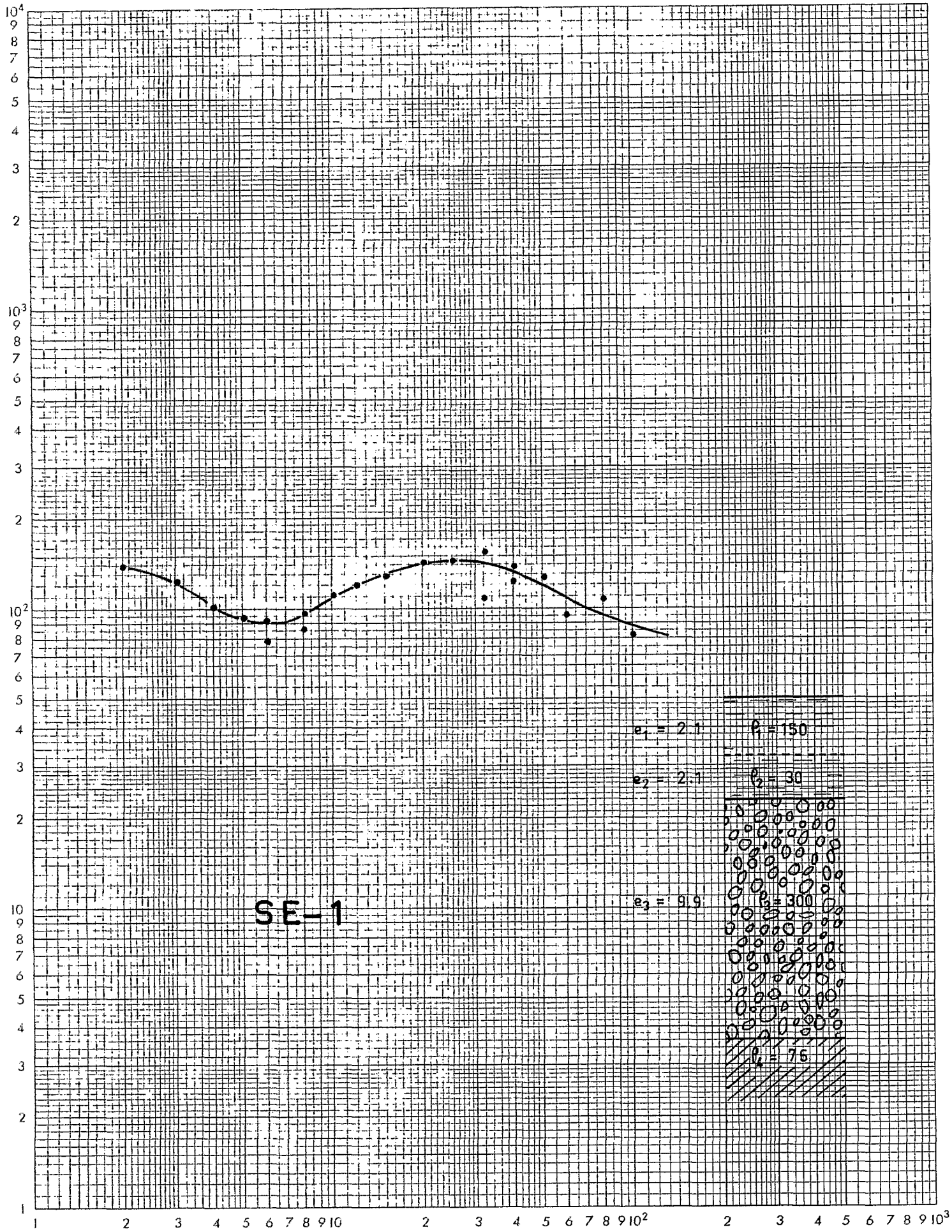
un premier terrain résistant formé par les alluvions récentes ;

un deuxième terrain conducteur, ce sont les alluvions récentes noyées dans la nappe ;

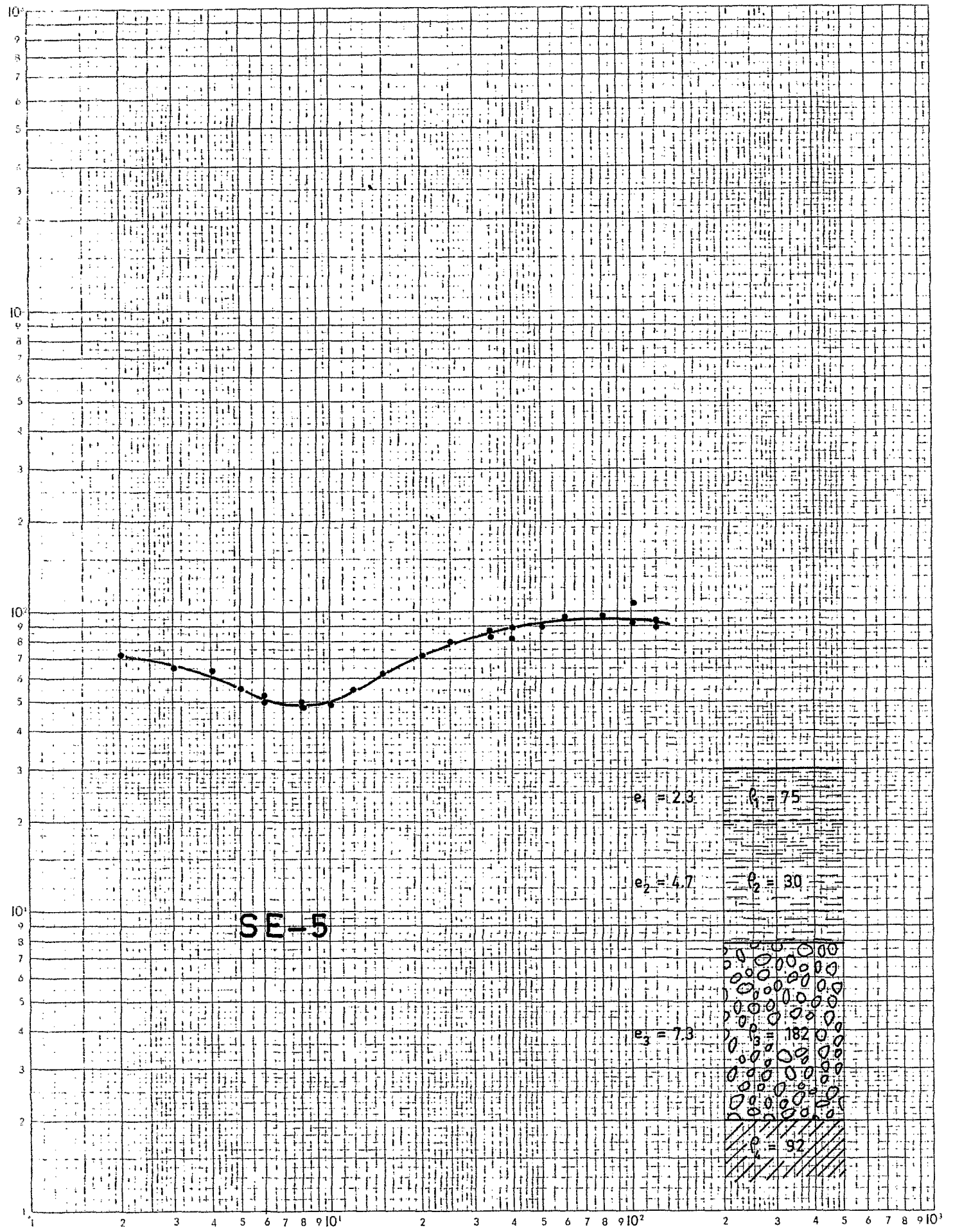
un troisième terrain résistant correspondant aux galets et graviers des alluvions anciennes ;

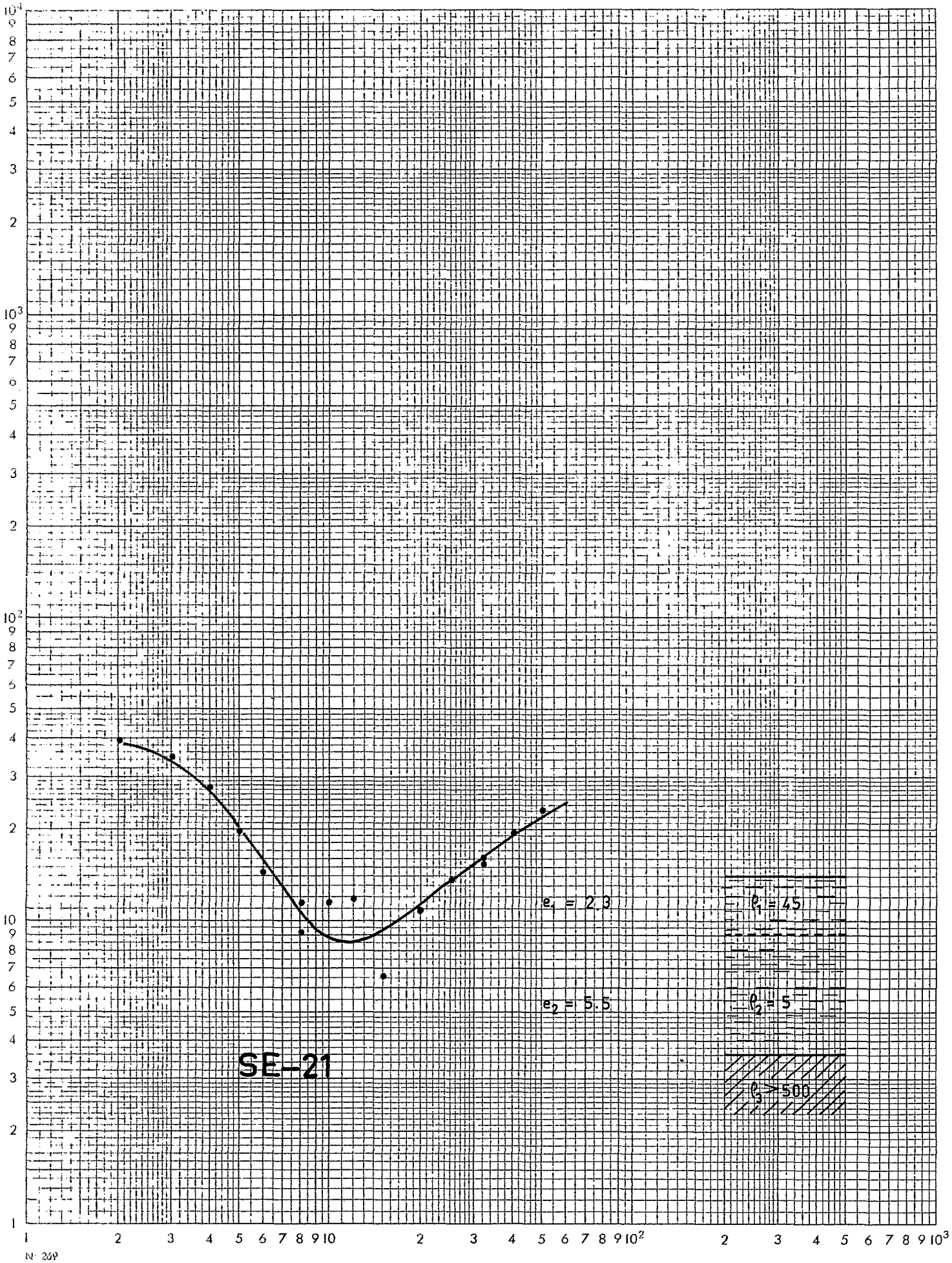
un quatrième terrain conducteur qui forme l'inflexion de la courbe et correspond sans doute à un niveau argileux ;

un cinquième terrain résistant qui est le substratum.

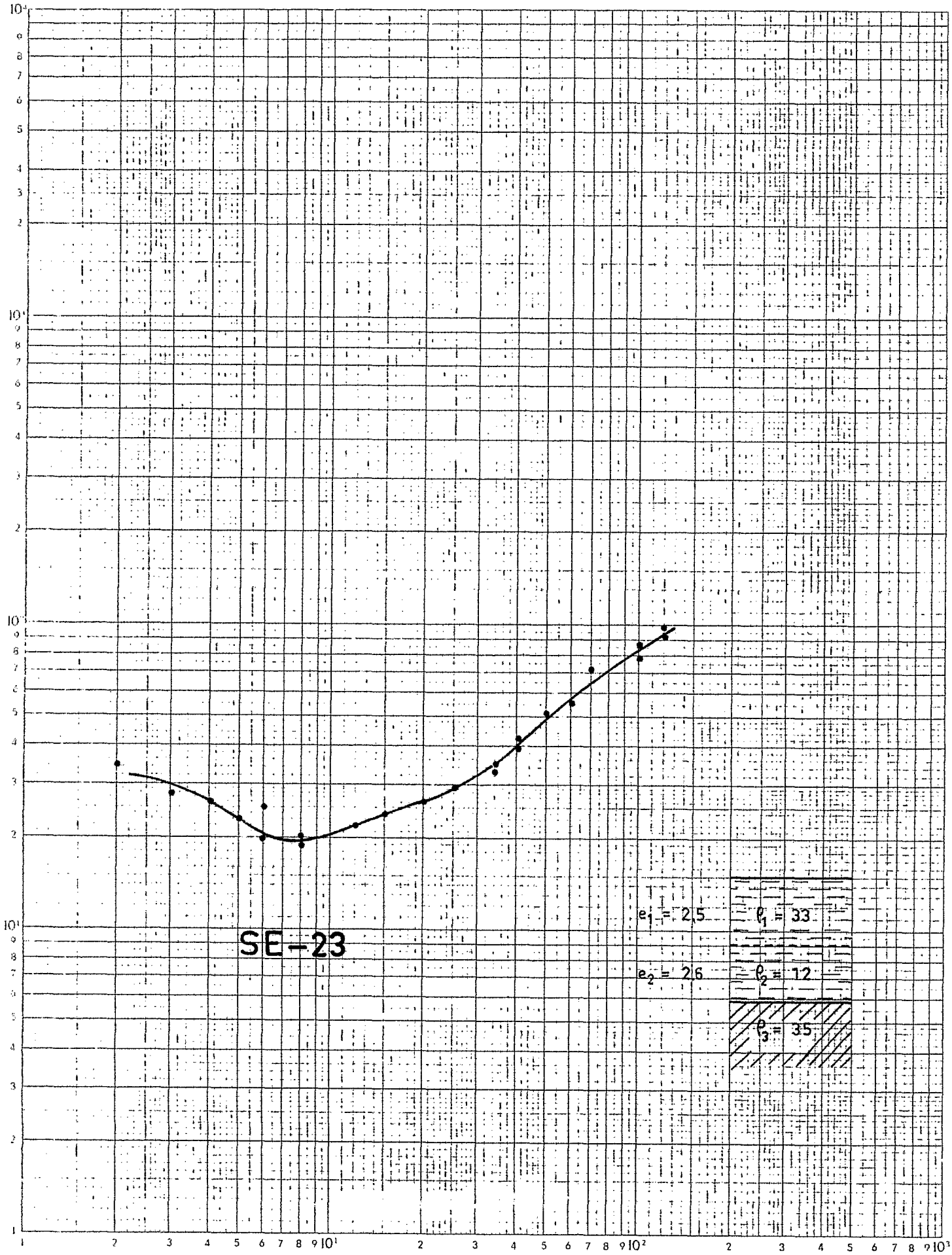


N° 269

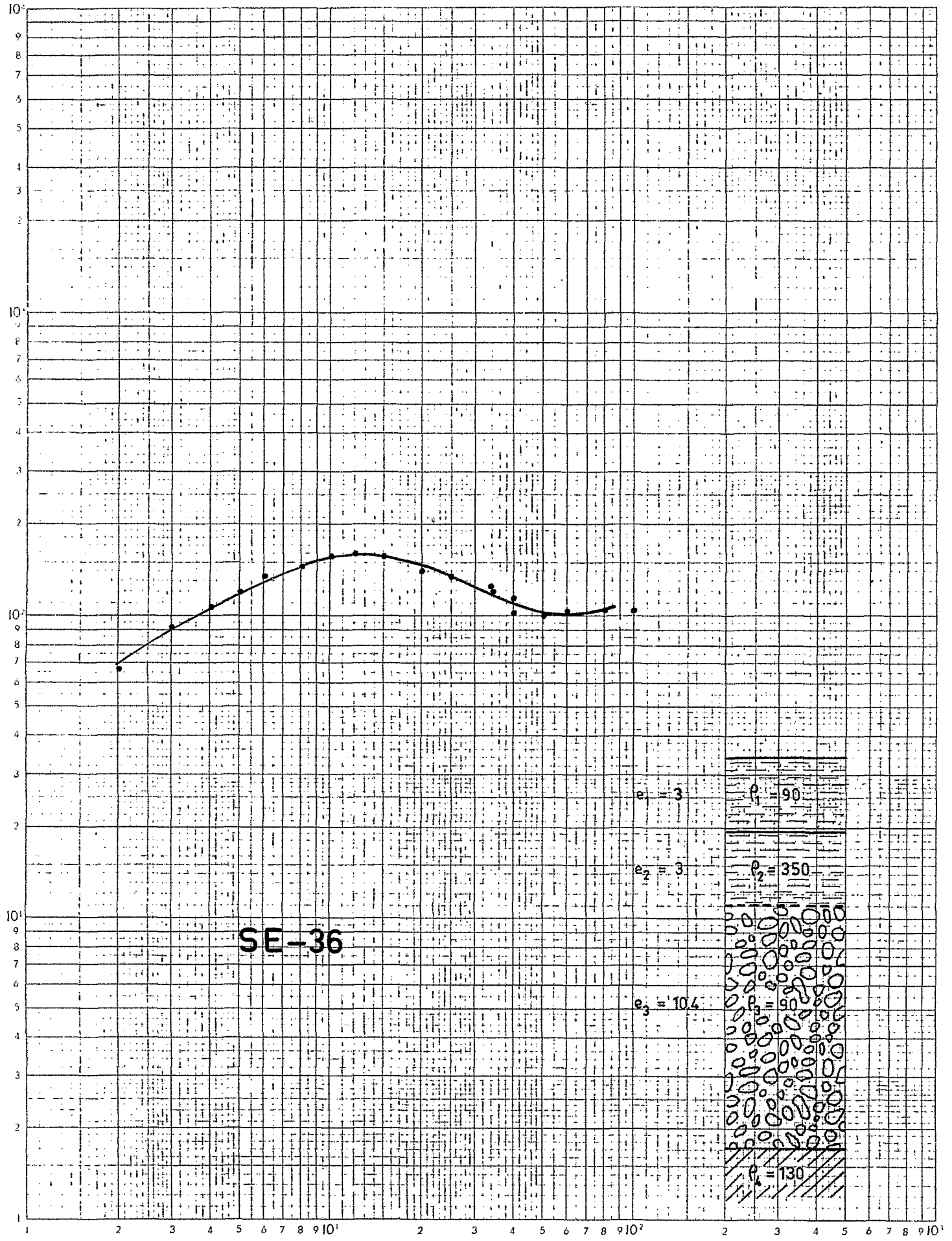

SE-5
e_1 = 2.3
ρ_1 = 75
e_2 = 4.7
ρ_2 = 30
e_3 = 7.3
ρ_3 = 182
ρ_4 = 92

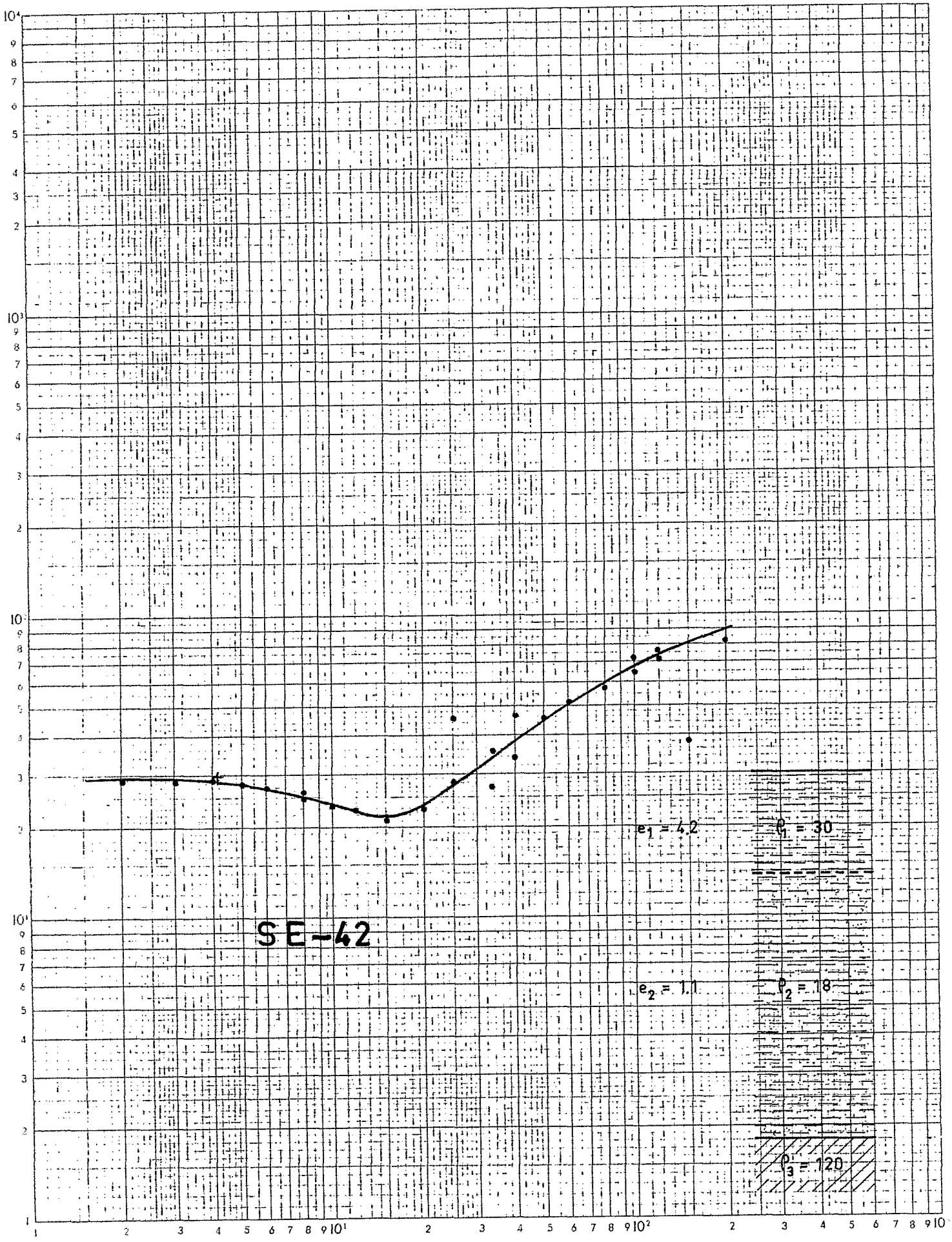


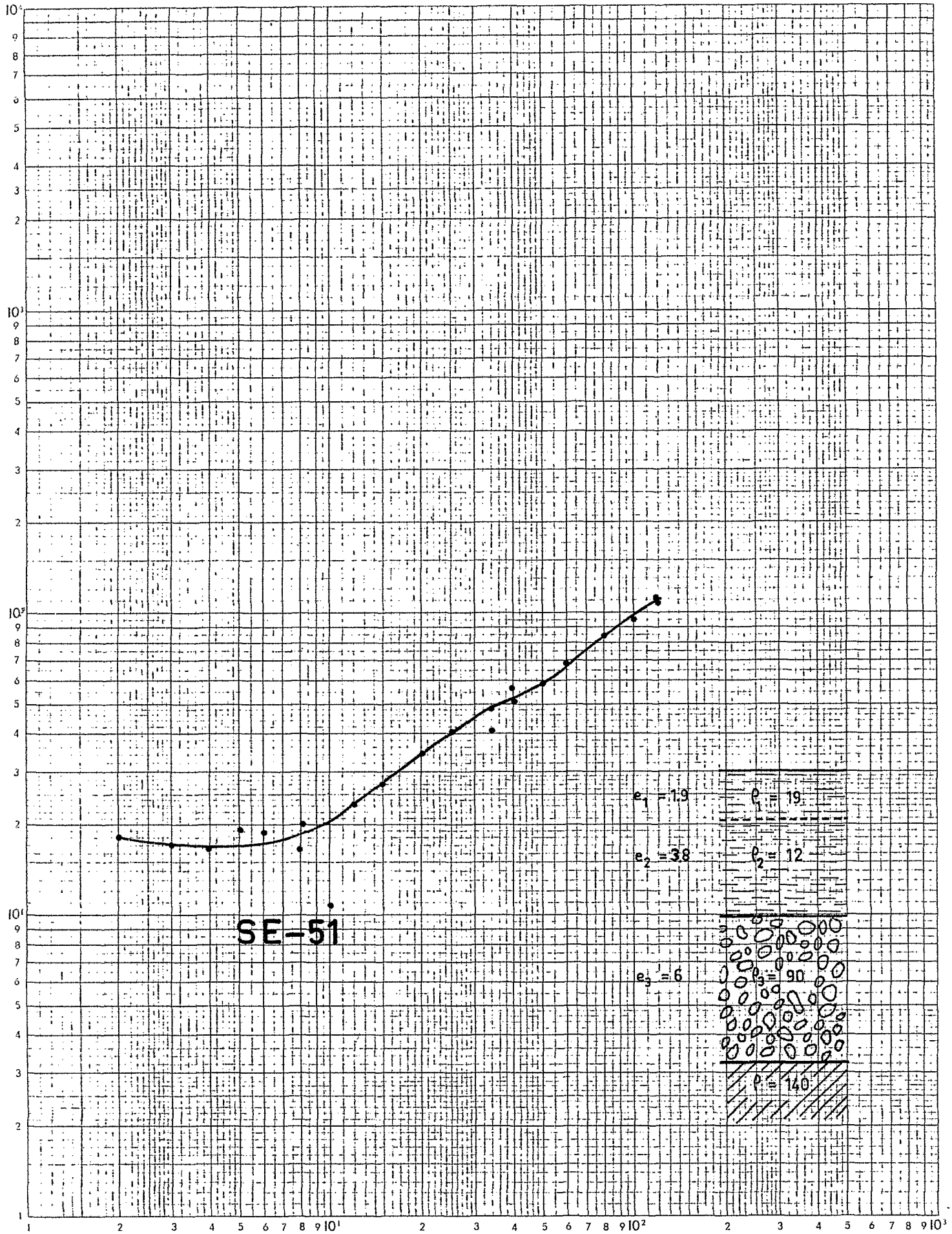
N: 269

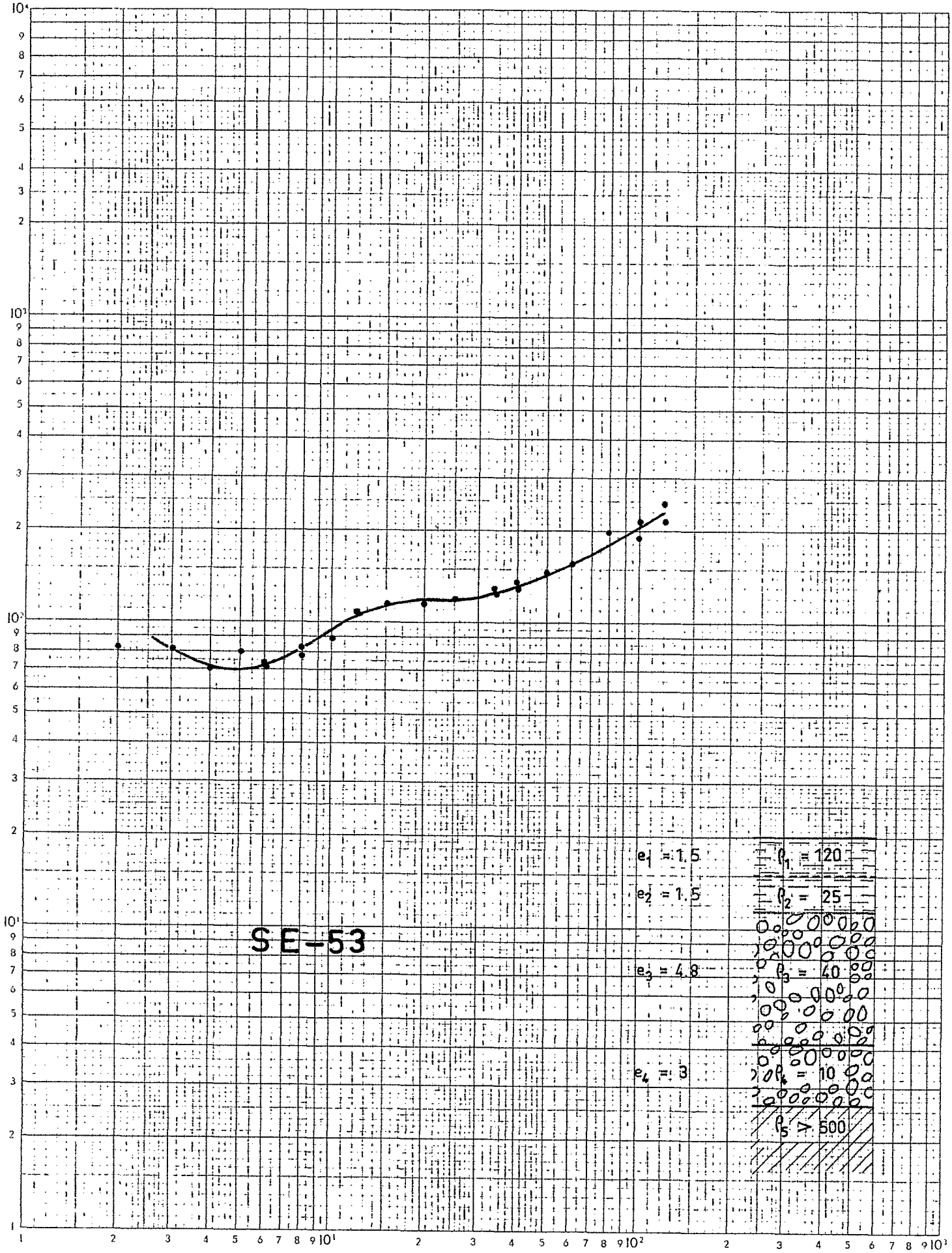


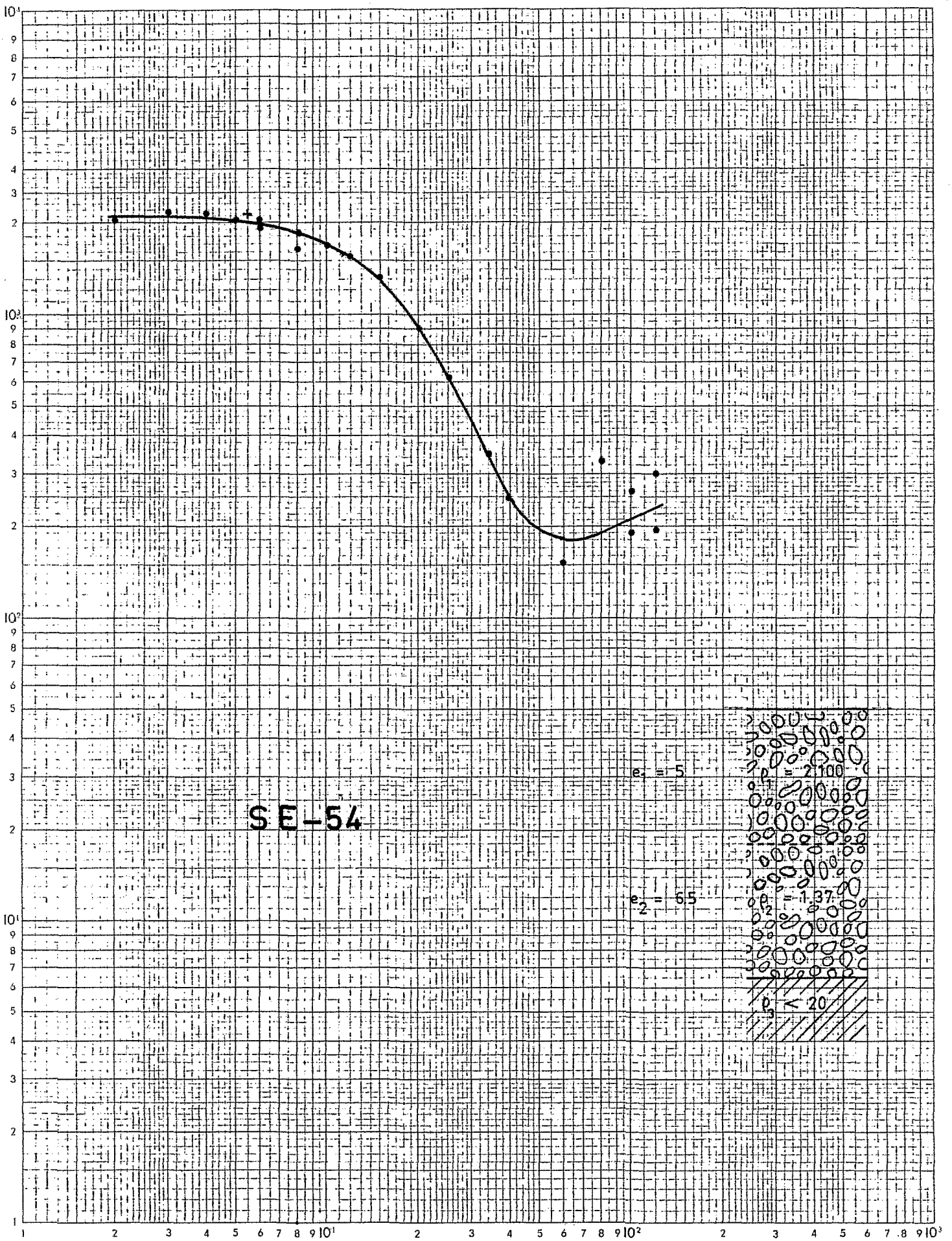
№ 269

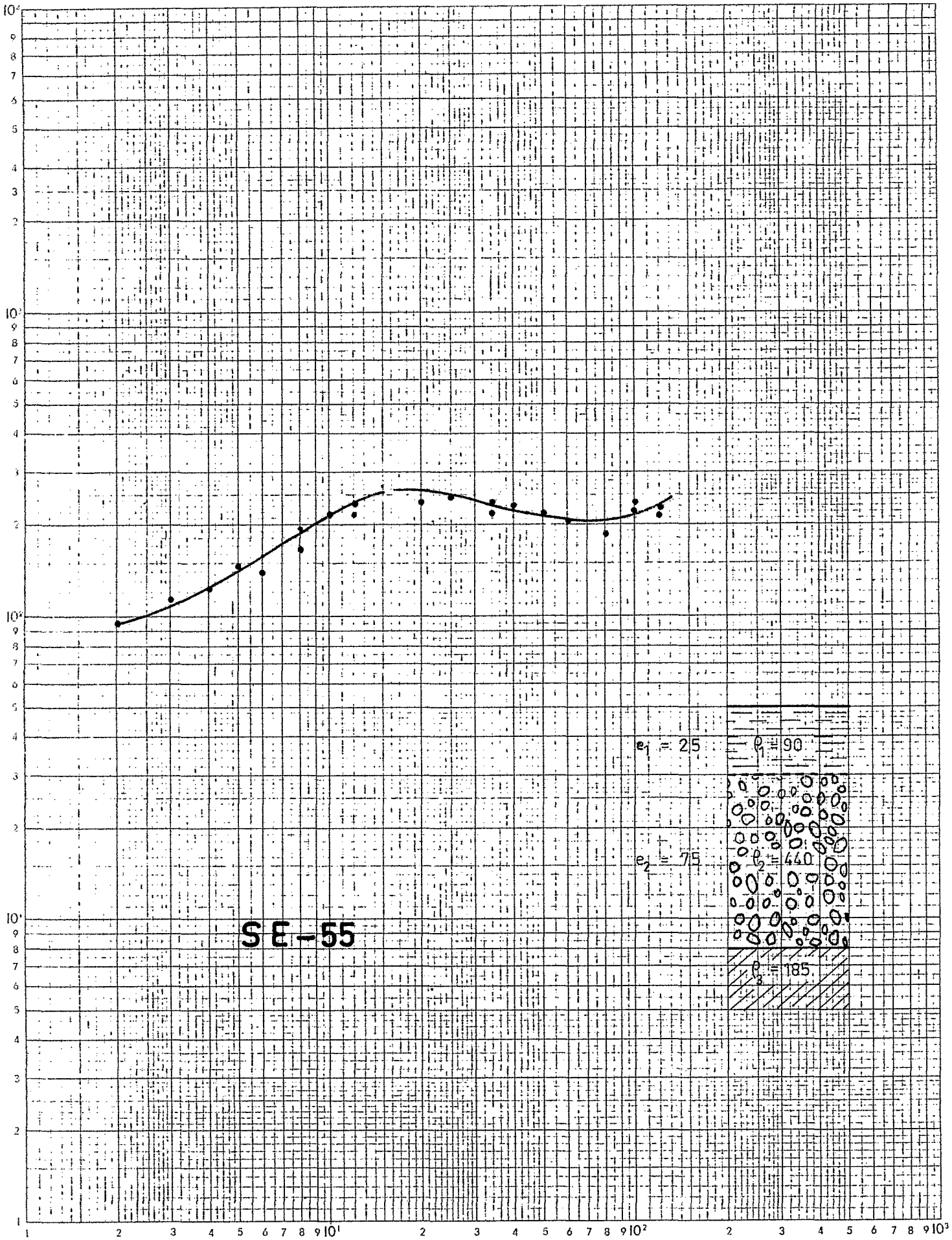

SE-36
$e_1 = 3$
$\rho_1 = 90$
$e_2 = 3$
$\rho_2 = 350$
$e_3 = 10.4$
$\rho_3 = 90$
$\rho_4 = 130$

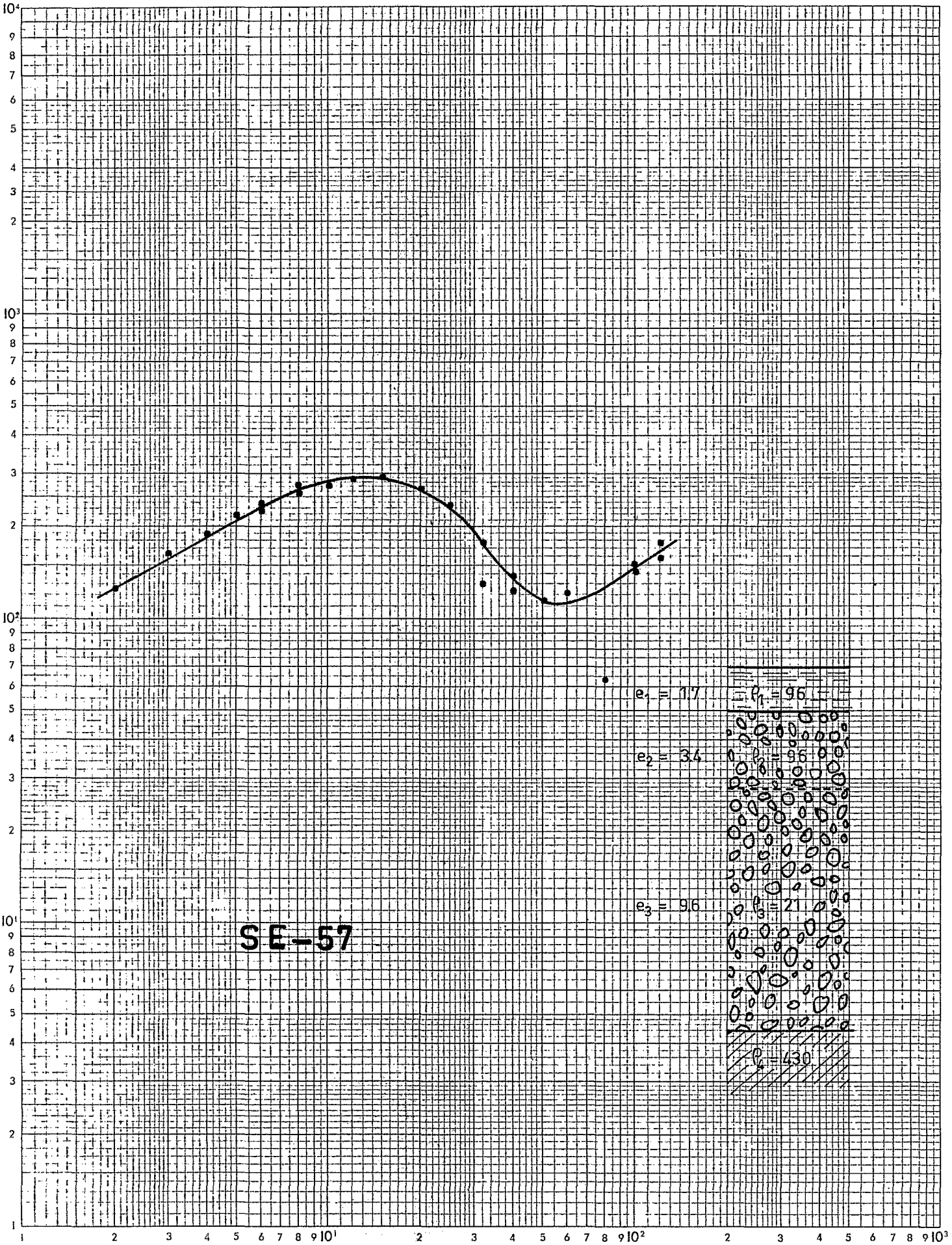

SE-42
$e_1 = 4.2$
$\rho_1 = 30$
$e_2 = 1.1$
$\rho_2 = 18$
$\rho_3 = 120$

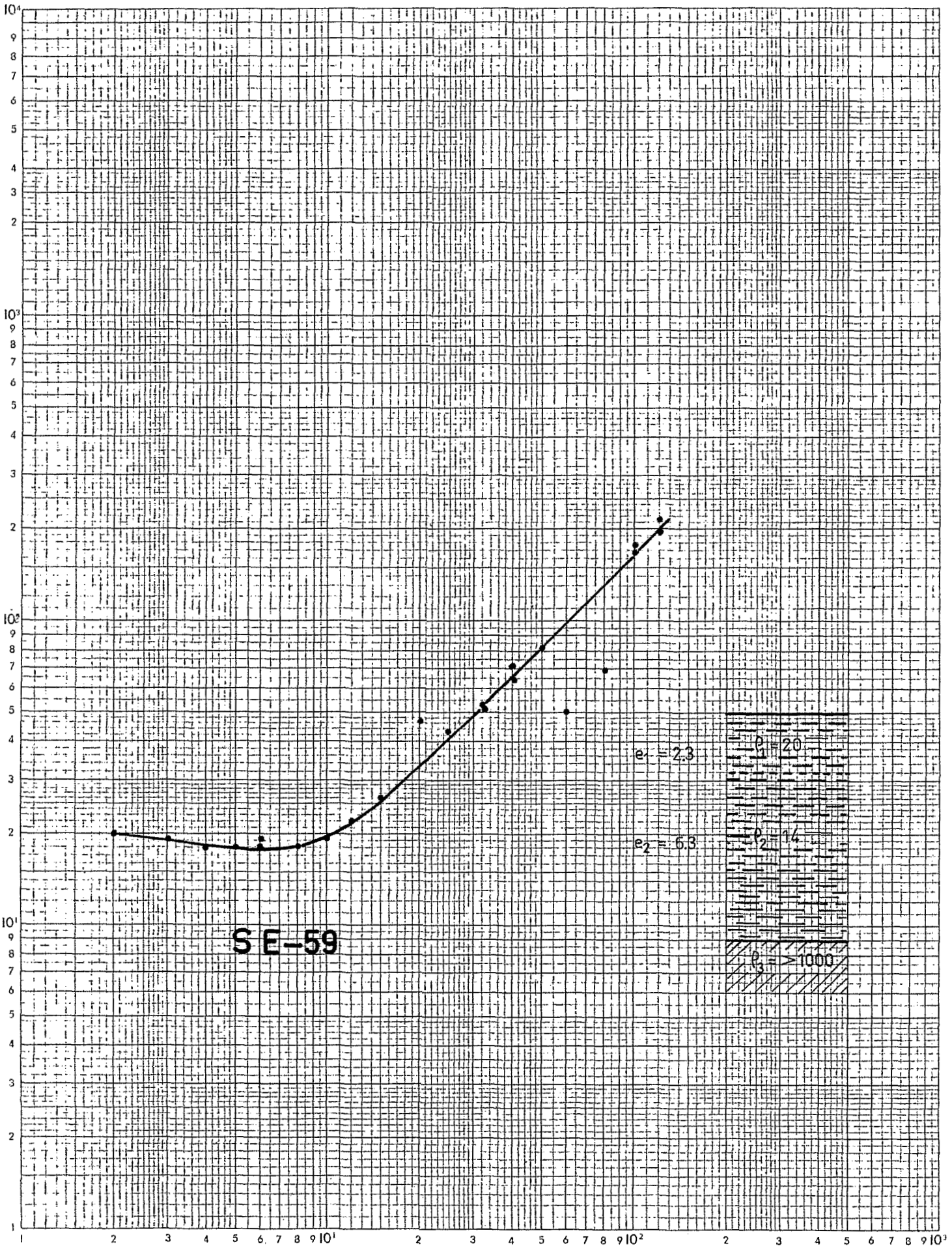

SE-51
$e_1 = 1.9$
$\rho_1 = 19$
$e_2 = 3.8$
$\rho_2 = 12$
$e_3 = 6$
$\rho_3 = 90$
$\rho = 140$

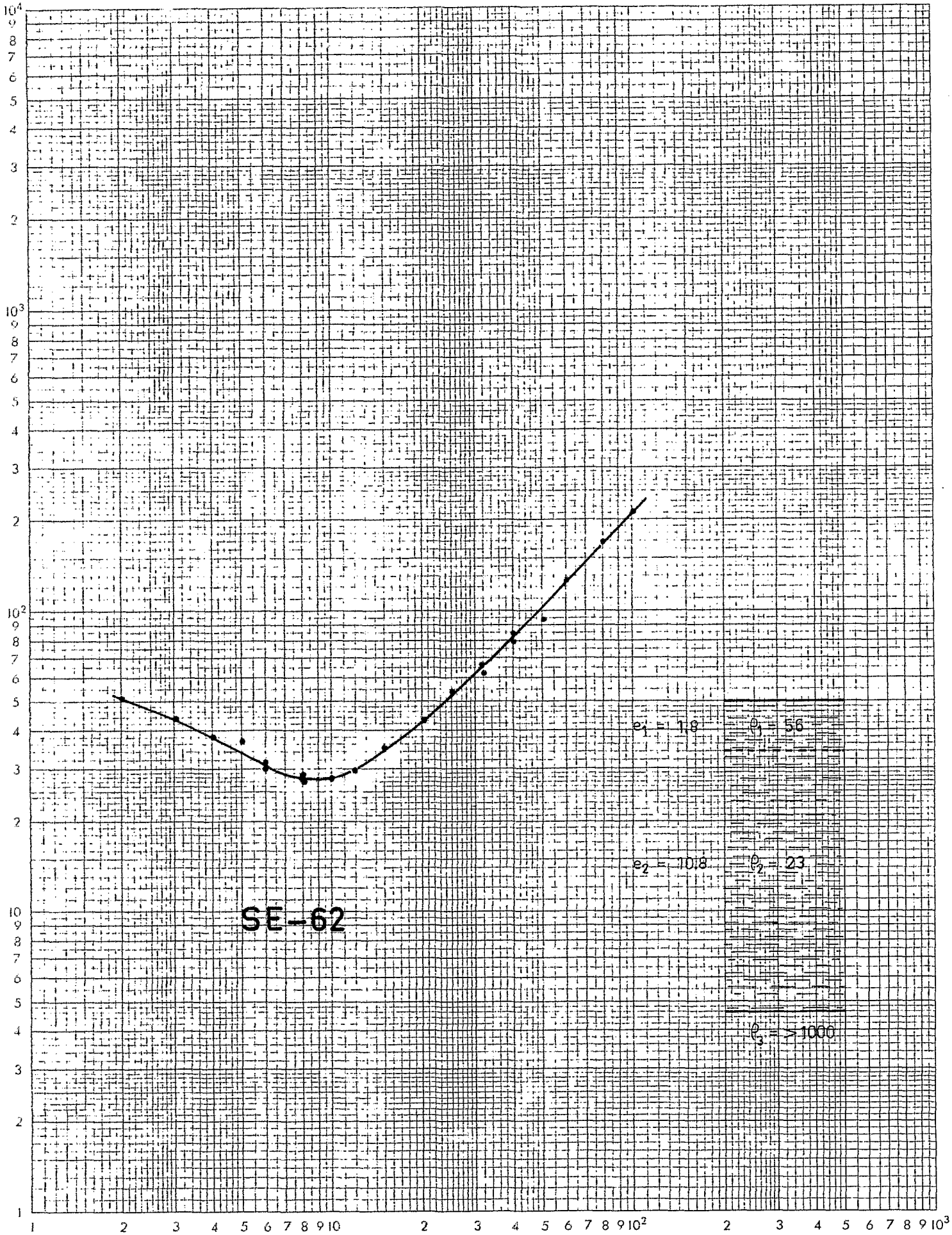

SE-53
e1 = 1.5
e2 = 1.5
e3 = 4.8
e4 = 3
ρ1 = 120
ρ2 = 25
ρ3 = 40
ρ4 = 10
ρ5 > 500


SE-54
$e_1 = 5$
$\rho_1 = 2100$
$e_2 = 6.5$
$\rho_2 = 1.37$
$\rho_3 < 20$

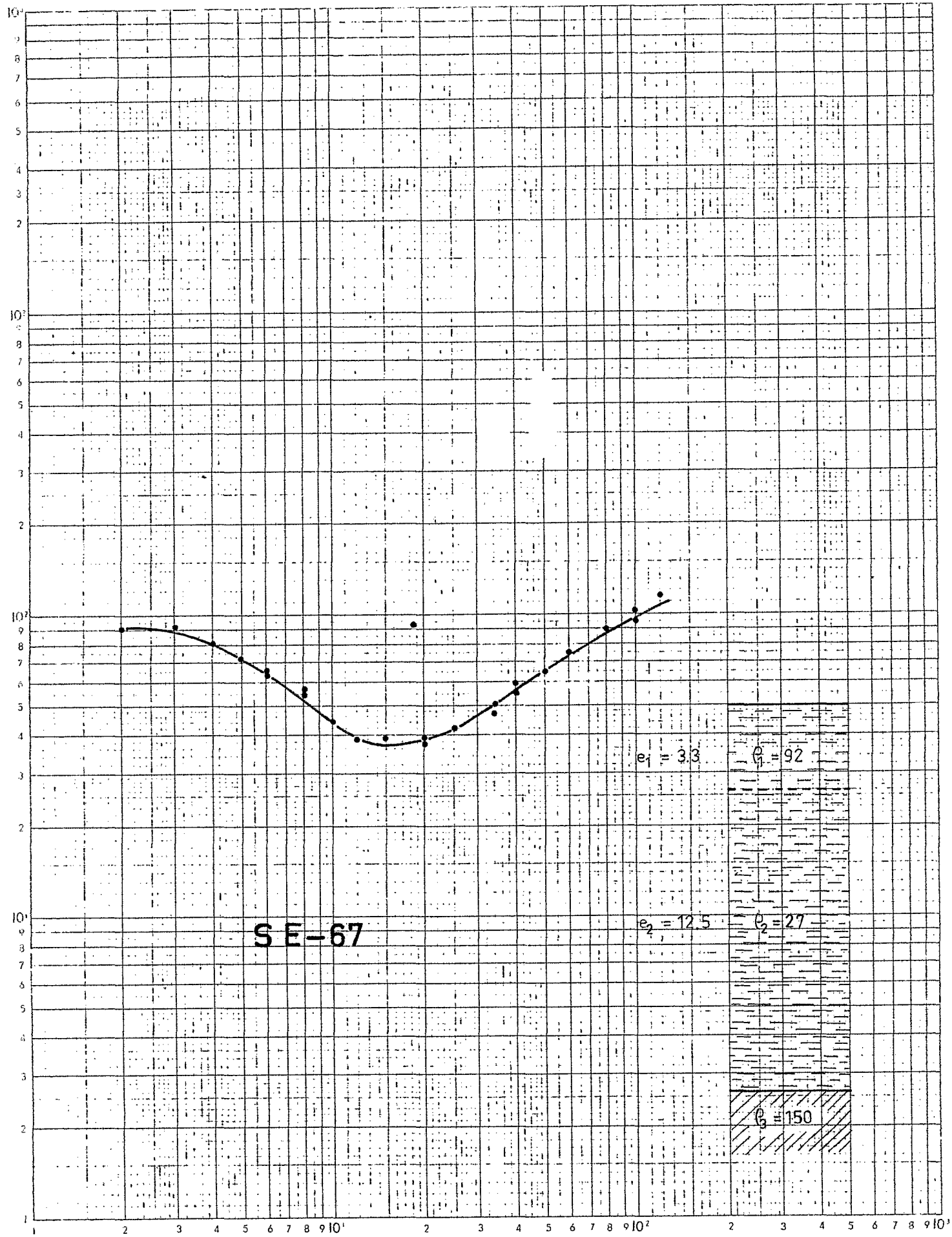

SE-55
e_1 = 25
ρ_1 = 90
e_2 = 75
ρ_2 = 440
ρ_3 = 185


SE-57
e_1 = 1.7
ρ_1 = 96
e_2 = 3.4
ρ_2 = 96
e_3 = 9.6
ρ_3 = 21
ρ_4 = 430


SE-59
$e_1 = 2.3$
$e_2 = 6.3$
$\rho_1 = 20$
$\rho_2 = 14$
$\rho_3 = >1000$



N 269


SE-67
$e_1 = 3.3$
$\rho_1 = 92$
$e_2 = 12.5$
$\rho_2 = 27$
$\rho_3 = 150$

COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS PAR LES FORAGES ET LES SONDAGES ELECTRIQUES

Parallèlement à la campagne de prospection électrique, le Génie Rural a entrepris une campagne de forages, pour l'implantation des futurs piézomètres. Ces forages, réalisés entièrement sous l'initiative du Génie Rural, et sans les résultats de la géophysique, nous ont permis de caler nos sondages électriques avec une très bonne précision.

Nous avons résumé dans un tableau les profondeurs du substratum, données d'une part par les forages, d'autre part par les sondages électriques. Les résultats obtenus par les deux méthodes sont des plus satisfaisantes, et nous voyons que la prospection géophysique par sondages électriques se justifie en tant que méthode de reconnaissance des vallées alluviales.

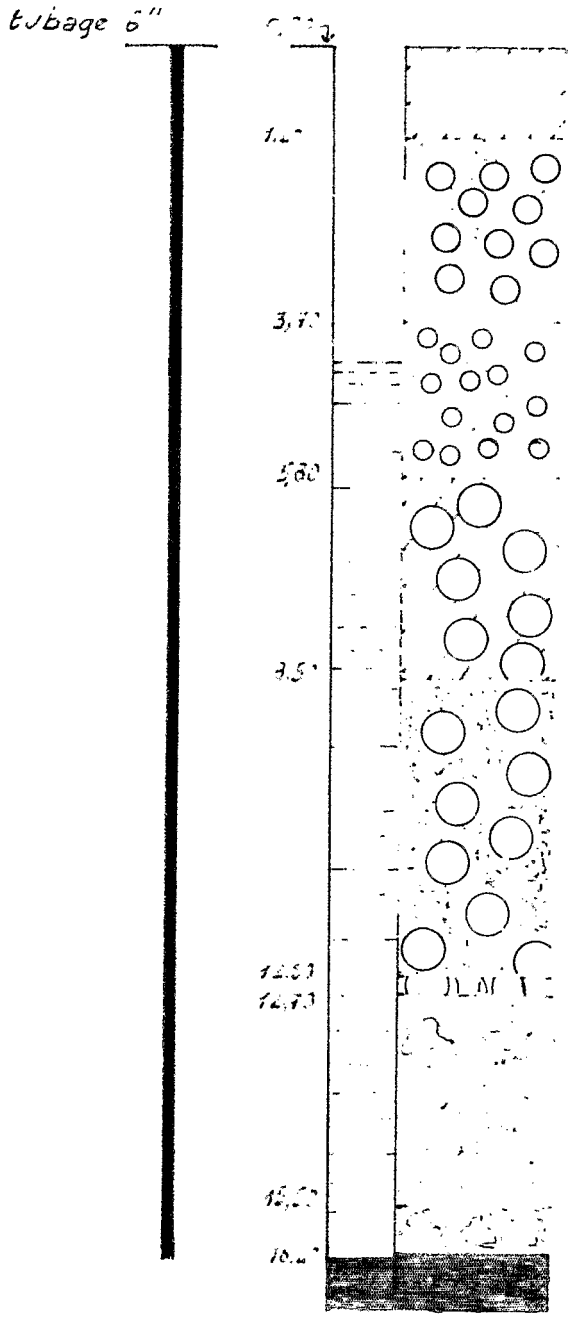
Tous les forages piézométriques n'étant pas encore terminés, nous ne pouvons fournir qu'une série incomplète des logs géologiques, réalisés à partir des carottes des forages, par Monsieur Trescases, ingénieur géologue de l'ORSTOM.

COMPARAISON DES PROFONDEURS DU SUBSTRATUM DONNEES PAR LES FORAGES ET LES S.E.

N° des S.E. et FORAGES	S.E.	FORAGES
1	14,1 m	non terminé
4	14,3 m	non terminé
21	7,8 m	7 m
23	5,1 m	7,2 m
36	16,4 m	16,2 m
42	15,2 m	14,8 m
51	11,7 m	10,5 m
53	10,9 m	10,5 m
54	9,5 m	10,5 m
55	10,0 m	10,5 m
56	13,1 m	13,0 m
57	14,7 m	14,0 m
59	8,7 m	7,8 m
62	12,5 m	12,4 m
67	15,8 m	14,9 m

NOUVELLE CALEDONIE
SERVICE DU
GENIE RURAL

LE FORAGE HORZ-
ERIE DE TIMEA



Argile limoneux brun rouge humifère

Sable [illegible] à éléments [illegible] de peridotite [illegible]

Sable grossier à éléments [illegible] et sable galets [illegible] de peridotite [illegible]

Argile limoneuse [illegible] sable gros galets (éléments de peridotite)

Sable grossier à éléments de peridotite avec des graviers et des gros galets (éléments de peridotite non altérés)

gros galets de roches serrées

peridotite à gros éléments de peridotite altérée et limonit ferrugineux jaune

peridotite à gros éléments de peridotite altérée et limonit argileux [illegible]

[illegible] gros galets [illegible] gros sable en [illegible]

NOUVELLE - CALEDONIE
Sce du GENIE RURAL

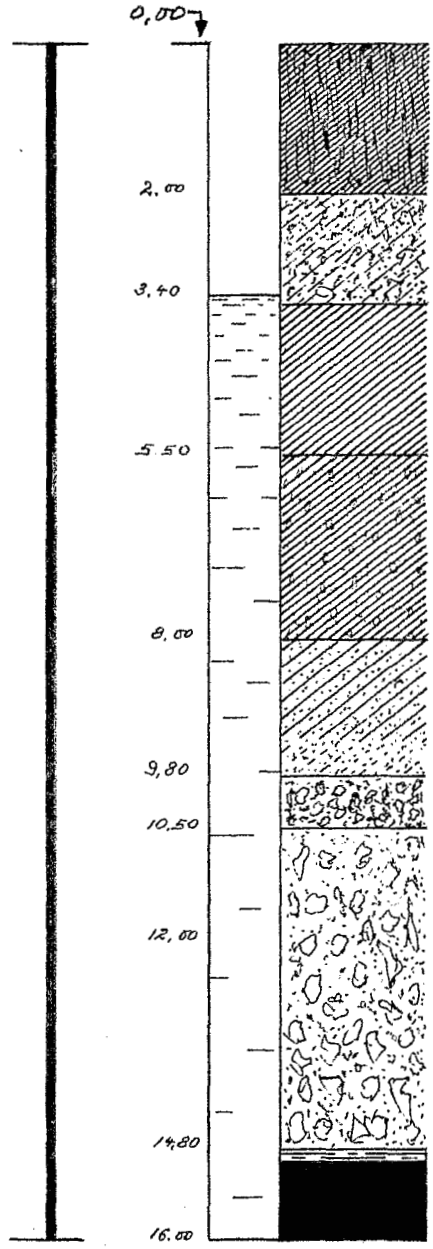
LOG DES FORAGES

(étude de la nappe de Dumbéa)

échelle : 1/100e

FORAGE N° 42

Tubage 6"



Argile humifère brun noire

Sable argileux brun clair

Argile plastique jaunâtre

Argile plastique jaunâtre avec nodules d'argile ferrugineuse bleuâtre = pseudogley passées d'Argile jaunâtre graveleuse

Limon sableux devenant de plus en plus sableux vers le bas

Galets de péridotite très altérée sable grossier et nodules d'argile bleu-noir emballant les galets

Galets de péridotite peu altérée

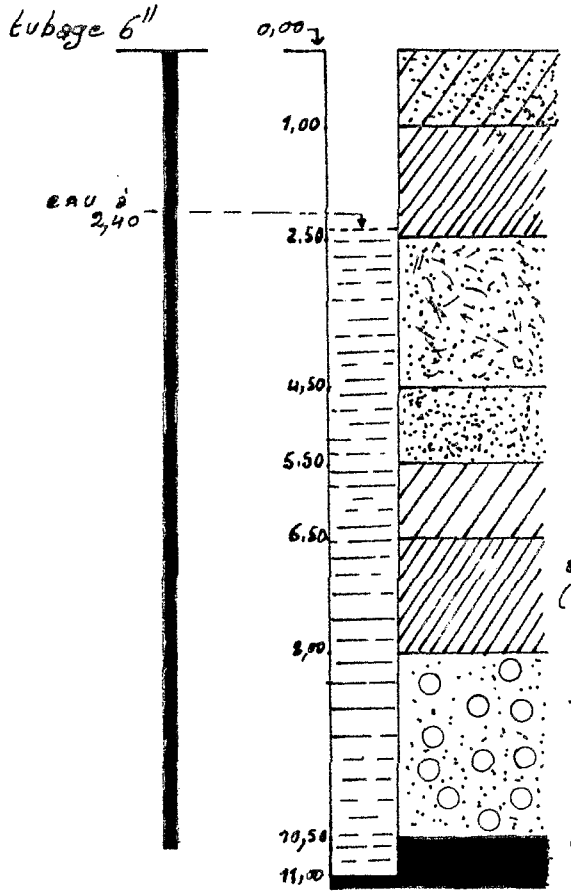
bed-rock

niveau de l'eau au repos le 25-6-69 : 4,00 m

NOUVELLE CALEDONIE

SERVICE DU GENIE RURAL

LOG DU FORAGE N° 51
ETUDE DE DUMBEA



sable argileux, humifère, brun noir, avec des passées plus rouges, quelques petits gravillons ferrugineux

argile bariolée jaune et rouge, avec nombreuses concrétions noires (cobalt, manganèse)

sable limoneux, brun jaune, avec des passées verdâtres. Le sable est à éléments de silice, de chromite et de péridotite.

sable fin brun noir, à éléments surtout peridotitiques

argile limoneux, brun jaune, avec passées grès verdâtre plus quelques éléments sableux de gravaille ferrugineuse et de péridotite.

argile bariolée jaune et rouge, avec des concrétions noires (cobalt, manganèse) de nombreux grains de chromite et de la gravaille ferrugineuse

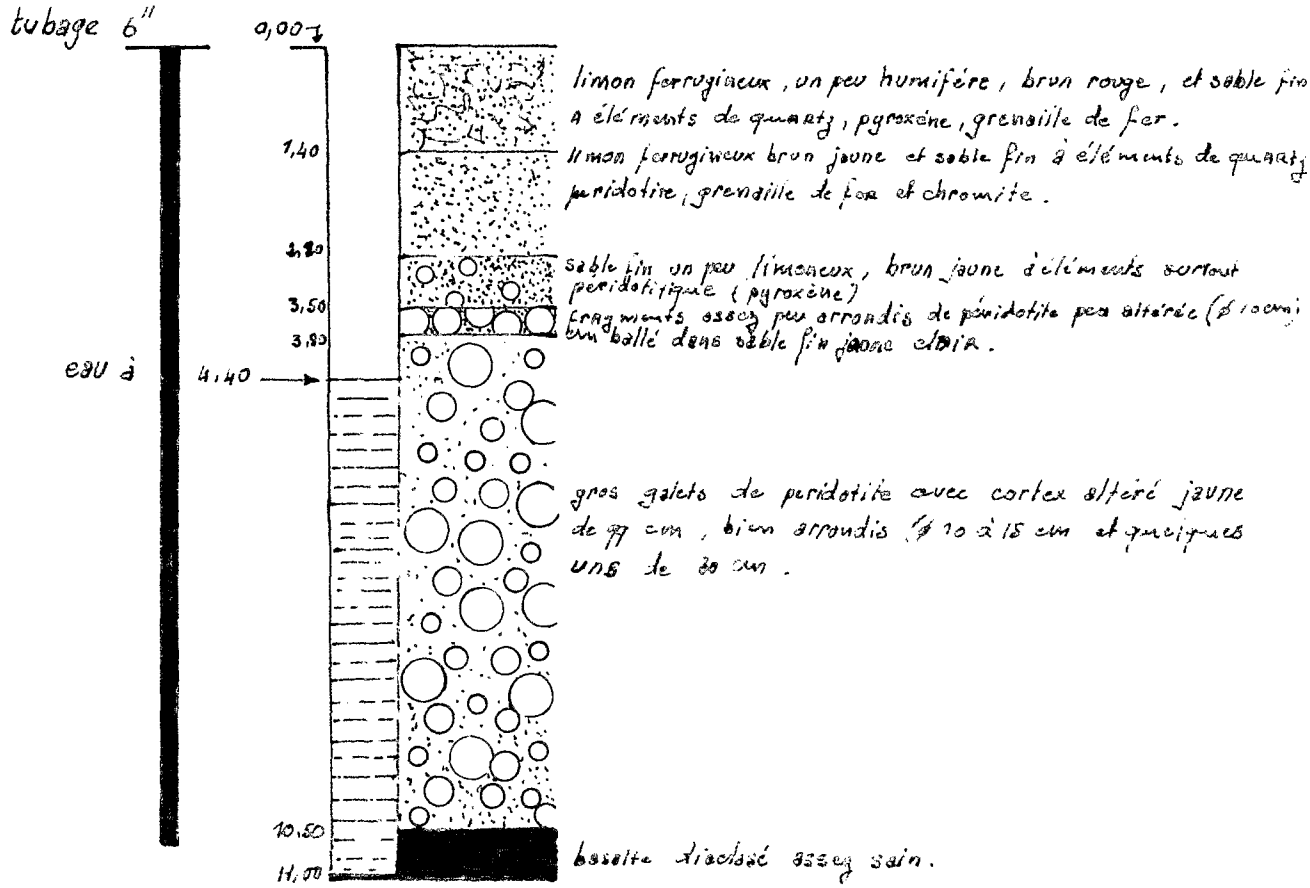
galets (Ø 10 à 15 cm) de péridotite moyennement altérée, avec un peu de sable de péridotite.

bed-rock roche très schisteuse noire à lits blancs siliceux, ou verts silico-nickélifères.

NOUVELLE CALEDONIE

SERVICE DU
GENIE RURAL

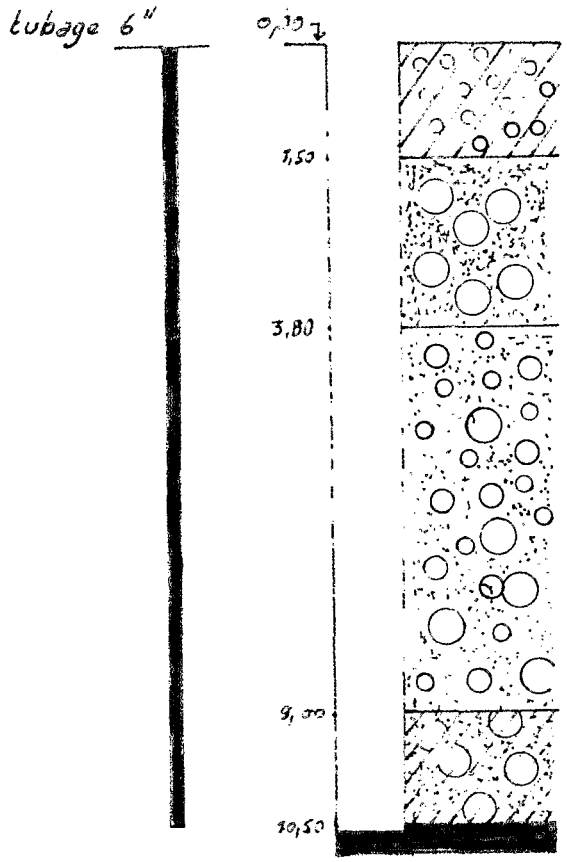
LOG DU FORAGE N° 53
ETUDE DE DUMBEA



echelle 1/100

NOUVELLE CALEDONIE
SERVICE DU
GENIE RURAL

LOG DU FORAGE N° 54
ETUDE DE DUMBEA



Limon ferrugineux brun rouge avec graviers et galets de peridotite non altérée et de silice carrée.

sable grossier à éléments de peridotite et grenailles ferrugineuses : gros galets (Ø 20cm) de peridotite non altérée.

sable limoneux brun jaune à éléments de peridotite, gros galets de peridotite et de gabbro non altérées

Argile noire et verdâtre avec des nodules vert claires à grains de sable peridotitiques et de grenaille ferrugineuse avec des gros galets de peridotite peu altérée.

Bed Rock (roche schisteuse gris bleutée, altérée par endroits en une masse argileuse grise.

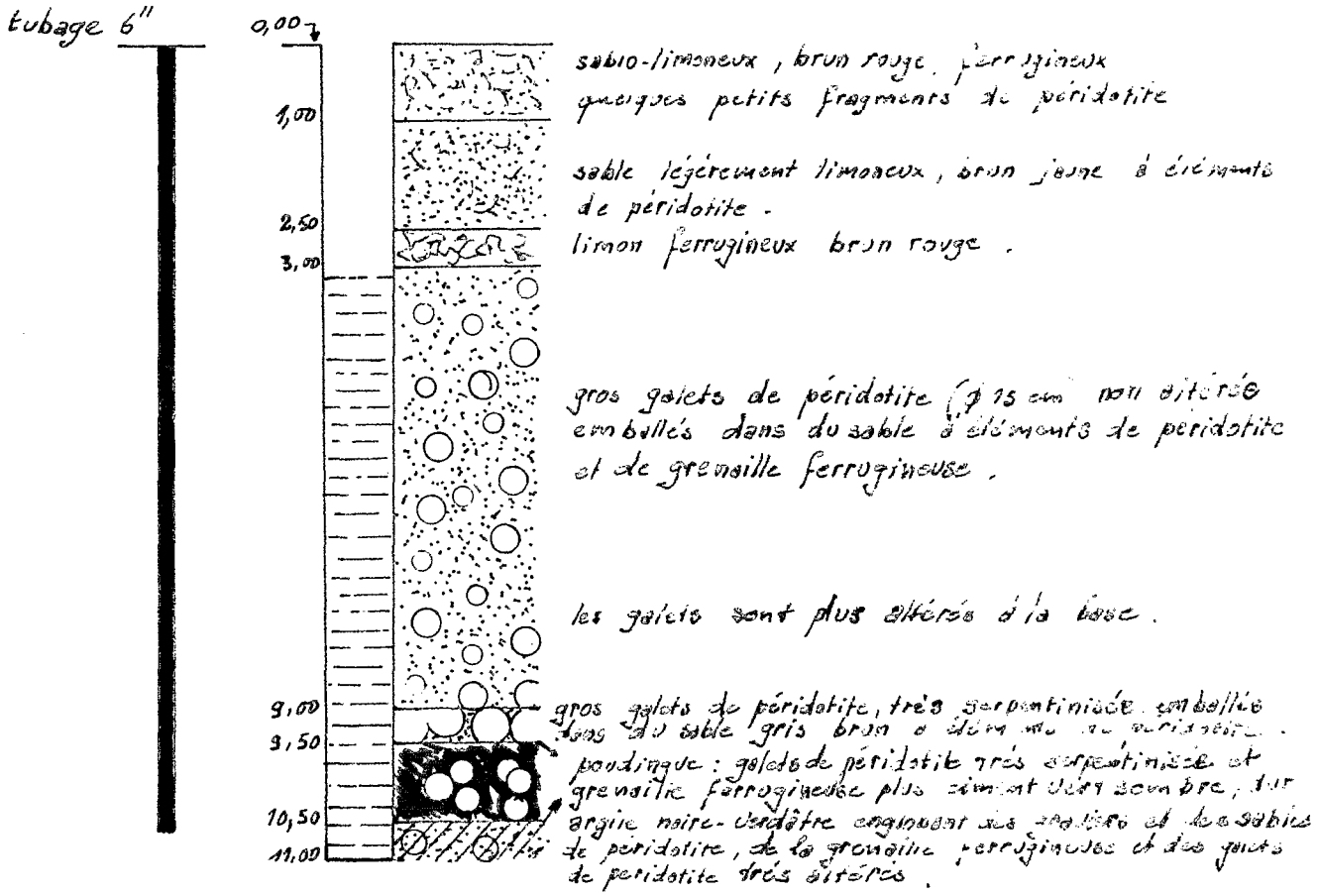
echelle 1/100

NOUVELLE CALEDONIE

SERVICE DU GENIE RURAL

LOG DU FORAGE N° 55

ETUDE DE DUMBEA

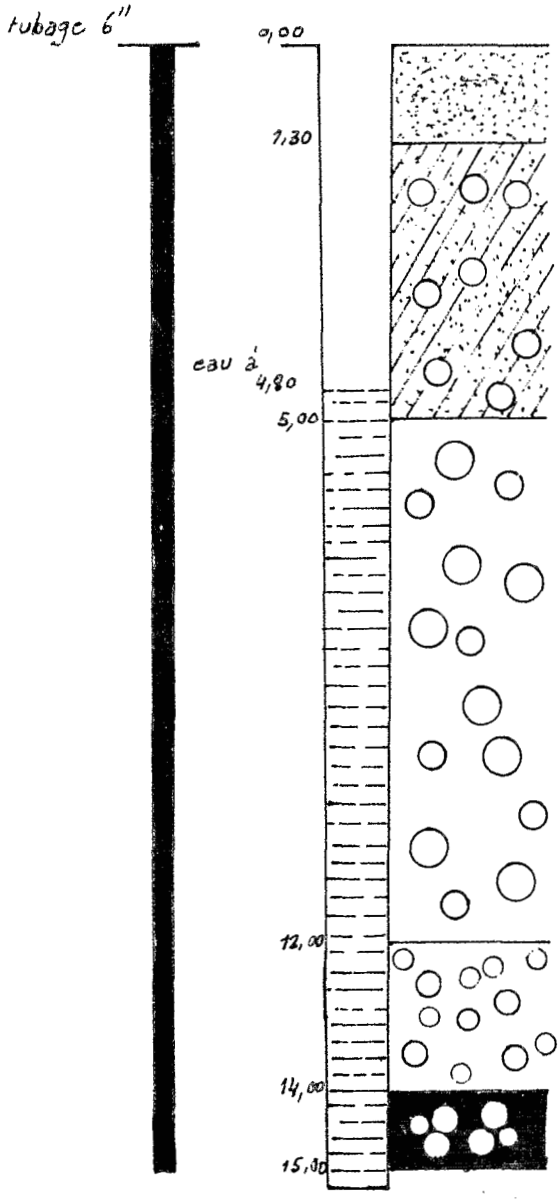


echelle 1/200

NOUVELLE CALEDONIE

SERVICE DU GENIE RURAL

LOG DU FORAGE N° 57
ETUDE DE DUMBEA



sable fin un peu limoneux ferrugineux brun rouge humifère à éléments de péridotite

galets de péridotite très peu altérés (ϕ 10 cm) emballés dans argile sableux, brun rouge, sable à éléments de péridotite et de quartz

galets de péridotite peu altérés (ϕ 10 à 20 cm)

galets de péridotite très altérés en orange (ϕ 5 à 10 cm)

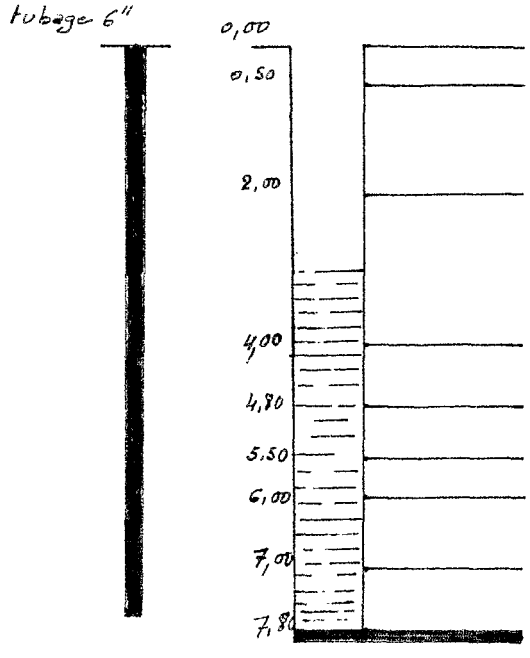
poudingue à galets de péridotite très altérés peu arrondis, avec ciment vert puis beaucoup de serpentine, le tout avec un réseau de silice blanche.

echelle 1/100

NOUVELLE CALEDONIE

SERVICE DU GENIE RURAL

LOG DU FORAGE N° 59
ETUDE DE DUMBEA



argilo limoneux brun humifère avec galets et graviers

argilo limoneux brun rouge très ferrugineux, avec nombreuses concrétions noires d'asbolane.

argilo limoneux brun jaune très ferrugineux, avec nombreuses concrétions noires d'asbolane.

argile bariolée brune et bleue verte (taches de Fe^{++}, pseudo-gley) avec sable siliceux.

argile bariolée brune et bleue verte (taches de Fe^{++}, pseudo-gley) emballant graviers de jaspe et de péridotite.

argile bariolée brune et bleue verte (taches de Fe^{++} pseudo-gley avec sable siliceux

argile bariolée brune et bleue verte (taches de Fe^{++}, pseudo gley, emballant graviers de jaspe et de péridotite.

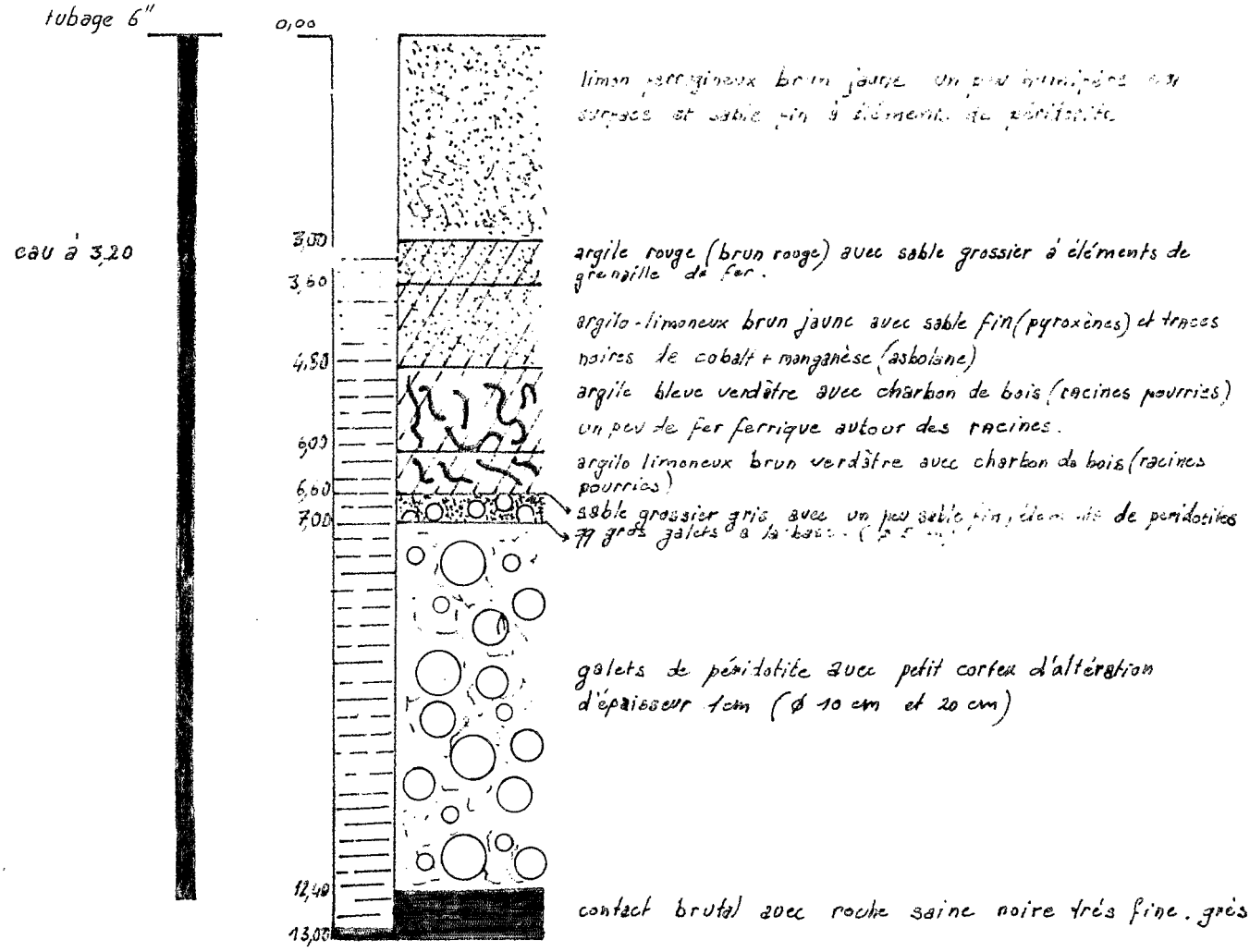
bedrock : grès très fin gris clair

echelle 1/100

NOUVELLE CALEDONIE

SERVICE DU GENIE RURAL

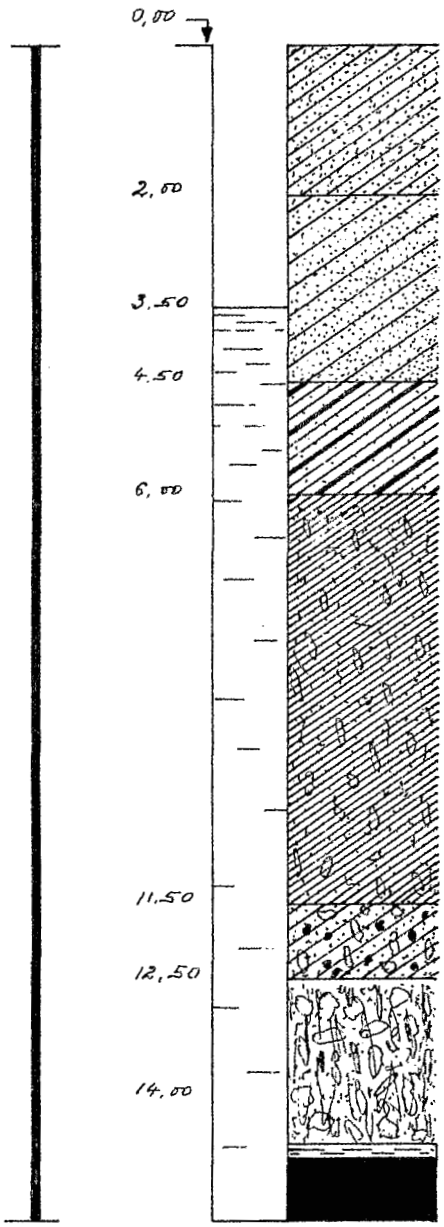
LOG DU FORAGE N° 62
ETUDE DE DUMBEA



echelle 1/100

FORAGE N°67

Tubage 6"



Limon sableux brun rougeâtre

Sable fin légèrement limoneux brun rougeâtre

Argile plastique brun rougeâtre très légèrement sableuse avec abondants dépôts de manganèse en filon

Argile sableuse et graveleuse jaunâtre

Galets de silice carriée et de péridotite emballés dans sable limoneux d'origine péridotitique

Terrasse ancienne cimentée avec galets de péridotite sable grossier

bed-rock

CARTE DES RESISTIVITES.

Dans une étude alluviale, nous recherchons les zones perméables, ce qui revient en langage géophysique à rechercher les zones à résistivité élevée.

La comparaison des diagrammes des sondages électriques, nous conduit à adopter pour la carte des résistivités une longueur de ligne $\frac{AB}{2} = 15$ m qui affecte le terrain résistant formé par les galets et graviers.

Cette carte de résistivité nous montre que les zones à forte résistivité, donc à perméabilité élevée, se trouvent localisées essentiellement en bordure de la rivière. Dans la partie Sud de la région étudiée, au voisinage des S.E. 36, S.E. 1 et S.E. 2, la zone à forte résistivité s'élargit.

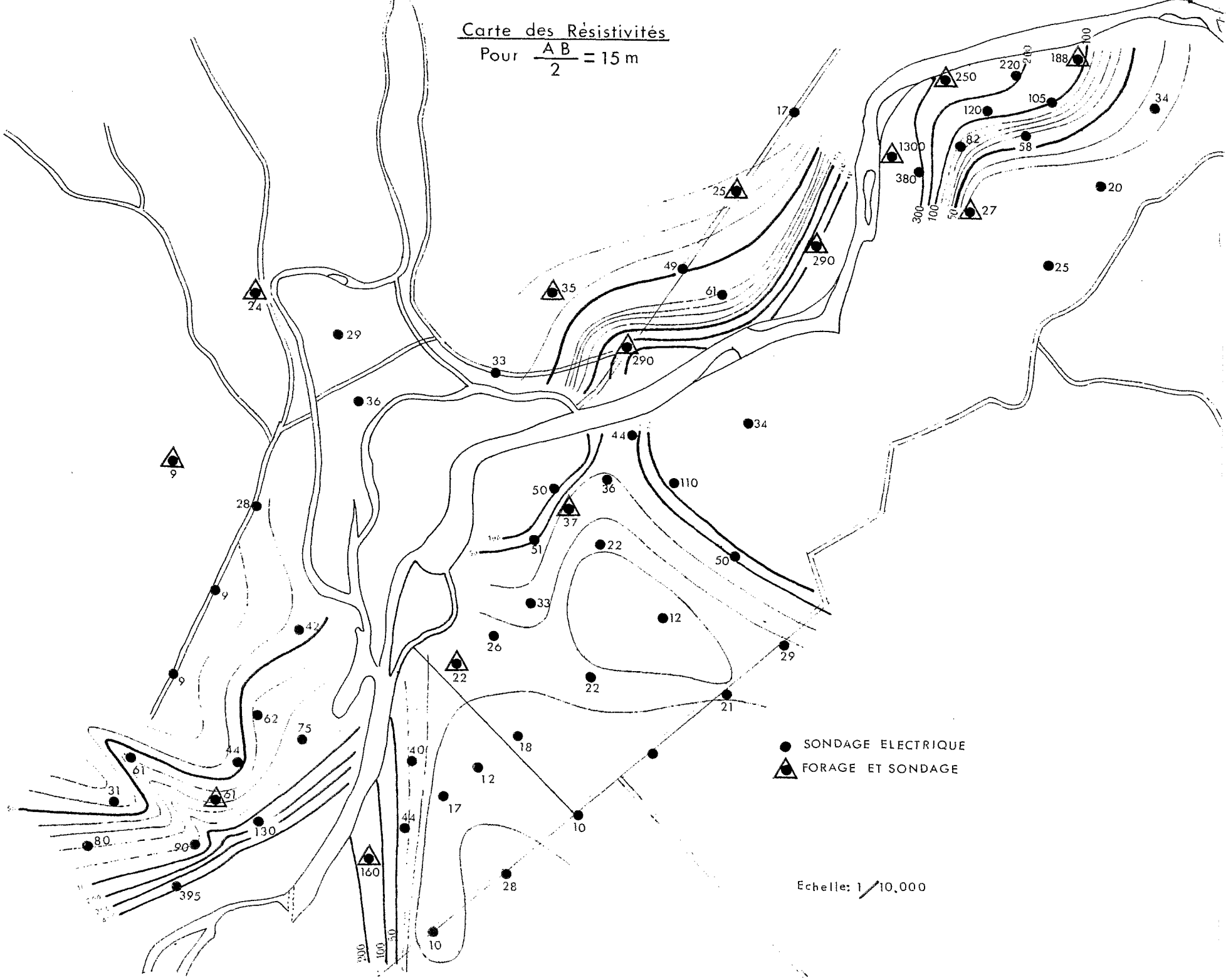
Si l'on étudie la morphologie de ce secteur, on constate la présence de deux bancs rhyolitiques de part et d'autre de la vallée, formant un seuil naturel, très favorable à une future exploitation. C'est donc dans ce secteur qu'il faut prévoir une extension de l'étude de reconnaissance par prospection géophysique.

NIVEAU DE LA NAPPE.

L'étalement dans le temps des sondages électriques, de mai à juillet, nous a fait traverser une série de courtes périodes de pluies et de sécheresse, et parfois même des crues qui ont entraîné une forte variation de la nappe.

Le tracé des isobathes du niveau de la nappe ne peut en conséquence être significatif.

Ce niveau de la nappe varie suivant les zones entre 2 et 5 m de profondeur, et demeure par conséquent relativement superficiel.


Carte des Résistivités
Pour $\frac{AB}{2} = 15$ m
SONDAGE ELECTRIQUE
FORAGE ET SONDAGE
Echelle: 1/10,000

CARTE DES ISOBATHES DU SUBSTRATUM.

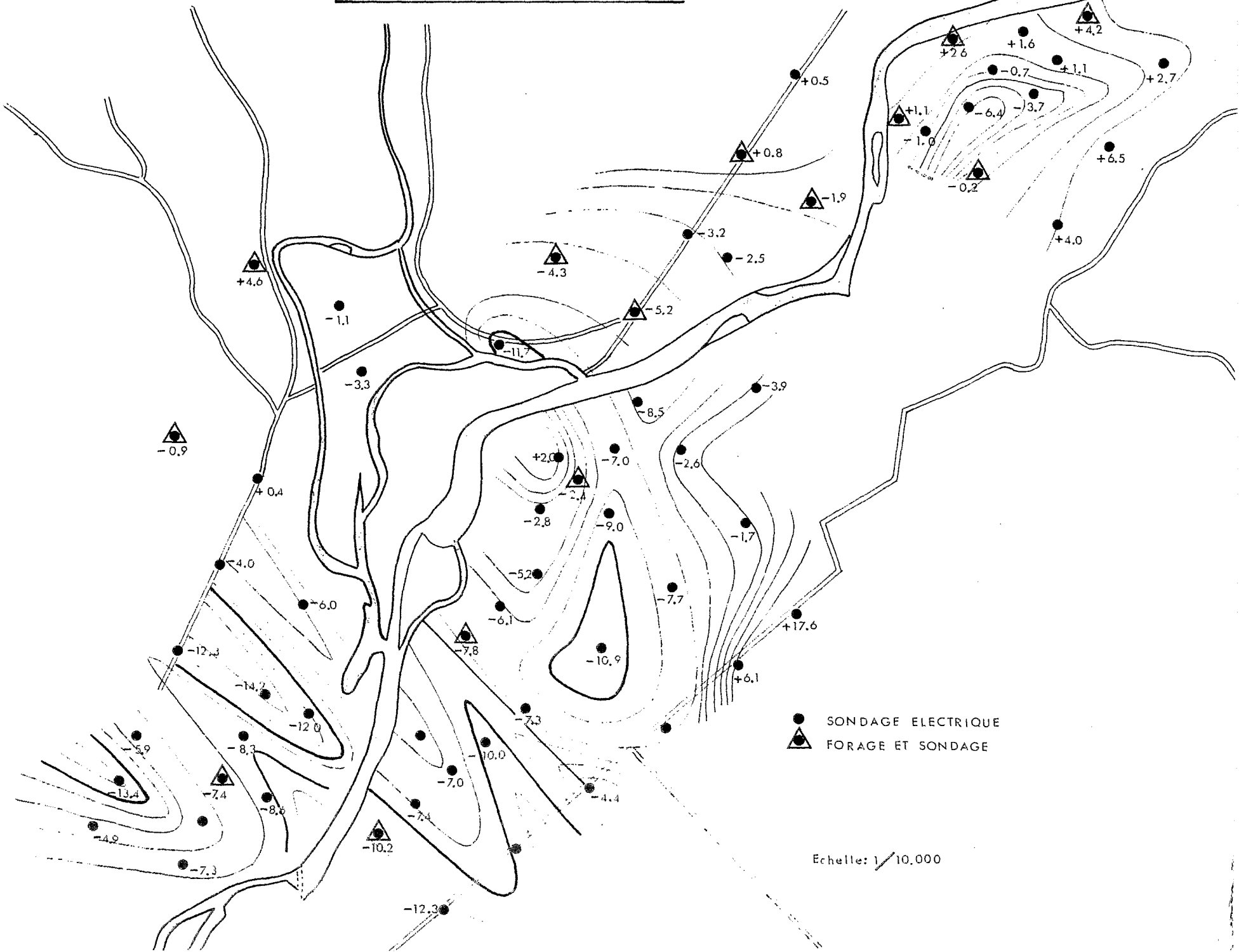
Afin de mieux comprendre la structure de la vallée de la Dumbéa, nous avons réalisé une carte du substratum. Nous constatons un parallélisme étroit entre les anomalies de résistivité et les anomalies des profondeurs du substratum. Dans le Sud de la région étudiée, les isobathes montrent l'amorce d'une cuvette d'un grand intérêt, déjà remarquée sur la carte des résistivités.

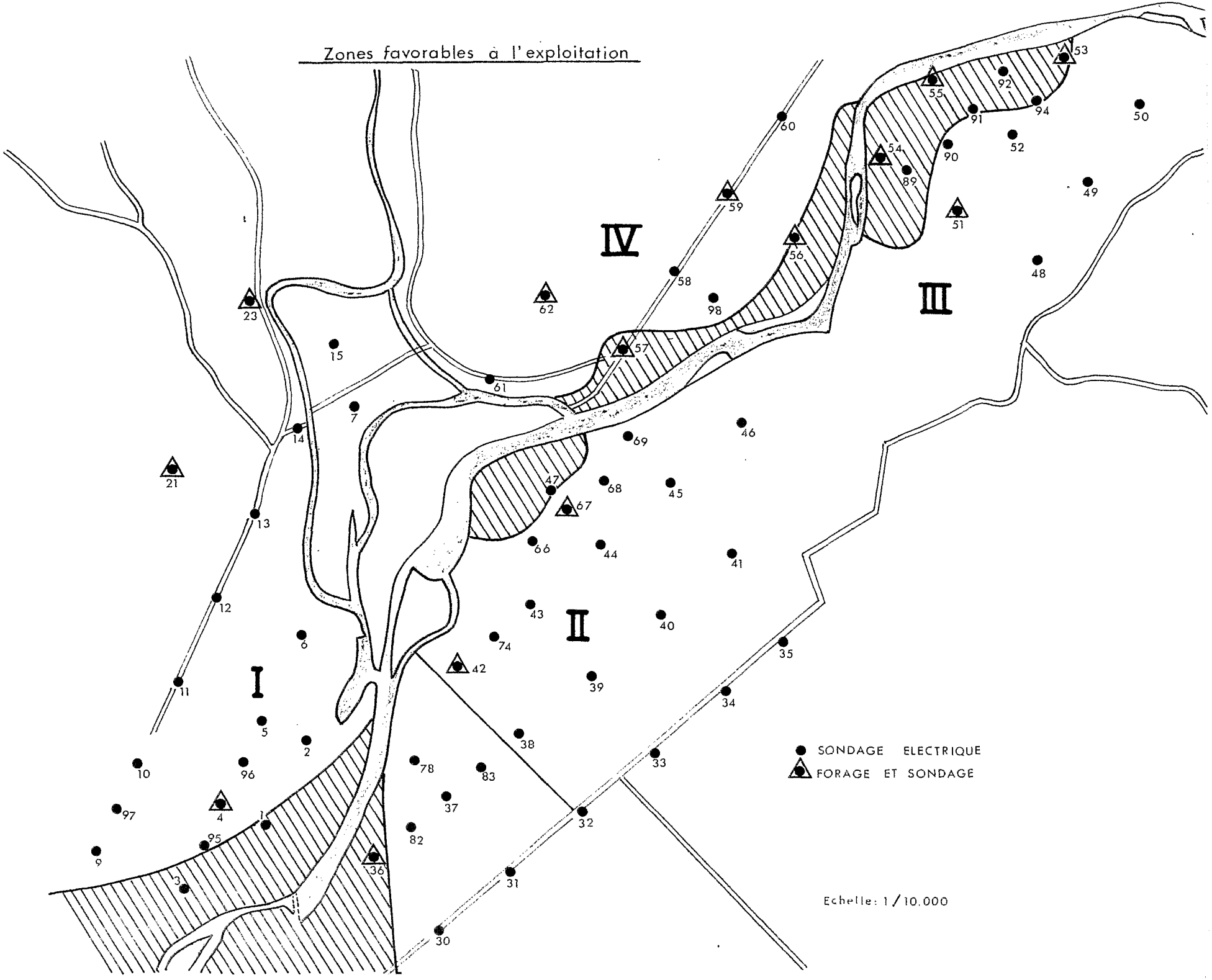
ZONES FAVORABLES A L'EXPLOITATION.

Si nous caractérisons les alluvions de la Vallée de la Dumbéa par leur paramètre physique, les zones très argileuses ont une résistivité $< 50\ \Omega m$. Entre 50 et 100 Ωm, nous trouvons des sables argileux. Au-dessus de 100 Ωm, nous avons des sables, des graviers et des galets très perméables et donc, favorables à l'exploitation. Nous avons donc retenu comme limite entre zone exploitable et non exploitable, la courbe d'isorésistivité 100 Ωm, et nous avons ainsi tracé la carte des zones intéressantes, en vue d'une future exploitation de la nappe phréatique par pompage, ces zones formant une bande étroite parallèle à la rivière.

Ce travail de reconnaissance effectué, nous pouvons maintenant prévoir l'implantation des futurs piézomètres, une campagne de prospection géophysique précédant en général les forages, ce qui évite de placer des piézomètres dans des zones sans intérêt.

Carte des Isobathes du substratum




Zones favorables à l'exploitation
I
II
III
IV
SONDAGE ELECTRIQUE
FORAGE ET SONDAGE
Echelle: 1/10.000

CONCLUSIONS

L'étude par prospection géophysique de la nappe alluviale de la Dumbéa montre que :

- les zones exploitables sont réduites et localisées en bordure de la rivière.

- l'épaisseur des alluvions, estimée entre 30 et 40 m, n'est en réalité que de l'ordre de 15 m, ce qui réduit d'une quantité importante l'estimation des réserves de la nappe.

- dans la bordure sud de la région étudiée, nous trouvons une très forte augmentation de la valeur de la résistivité correspondant à une zone de galets et de graviers ; elle prouve aussi l'absence de contamination par l'eau de mer, toute présence de sel se traduirait en effet par une chute brusque de la résistivité. De plus, nous constatons une forte épaisseur des alluvions, favorable à une accumulation de la nappe phréatique.

Les résultats déjà obtenus et l'extension possible vers le Sud, laissent espérer que des réserves appréciables pourront y être trouvées.