



01570

MICROFICHE IN

Ministère de l'Éducation
Ministère de l'Enseignement Supérieur
CENTRE NATIONAL DE
DOCUMENTATION ET D'INFORMATION

TUNISIE

الجمهورية التونسية
وزارة التعليم
المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F

1

CNRS 01570

Centre de la Recherche Scientifique
et Industrielle CNRS 1970

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Centre de la Recherche Scientifique
et Industrielle CNRS 1970

Centre de la Recherche Scientifique
et Industrielle CNRS 1970

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

Centre de la Recherche Scientifique
et Industrielle CNRS 1970

1-101 1970

RECHERCHE SUR L'ANALYSE CHIMIQUE DES SOLS LIPSIDE

Par L. VILLIERS, Philippe GUYON, Jean-Louis GUYON

14 137

INSTITUTIONS RECHERCHES
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
RECHERCHES DES MINISTRES DE LA
ET DE LA

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
MINISTRE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

RECHERCHES DES MINISTRES DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

RECHERCHES DES MINISTRES DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

J. SHERIDAN, Ph.D., F.R.S.

December 1977

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	1
I - LIEUX DES CAPTES D'ÉCHO	2
II - ÉVALUATION DE LA STABILITÉ DE LA SUSPENSION	4
III - CHOIX DE LA FÉQUENCE DE L'ÉCHO À L'ÉCHO	6
IV - CORRECTION DE LA CONSTANCE DE STOKES	9
V - INFLUENCE DE LA RÉPARTITION DE STOKES	13
BIBLIOGRAPHIE	17
ANNEXE : PROTOCOLE ANALYTIQUE	18

INTRODUCTION

Lorsque l'on désire connaître la granulométrie de sols gypseux, il est très rare que l'analyse classique (méthode internationale) donne des résultats satisfaisants, si tant est que la laboratoire puisse se donner. En effet, on bien on observe une floculation franche, qui est de règle dès que la teneur en gypse excède 20 %, et souvent même (COUTURE, 1955), on bien la suspension semble stable mais donne presque toujours un total très inférieur à 100 %, sans aucune fiabilité, si bien que l'on renonce souvent aux analyses granulométriques sur ces sols. A titre d'exemple, on trouvera dans le tableau I les résultats d'analyses granulométriques classiques de quelques échantillons de sols gypseux pris dans l'ensemble des profils qui ont servi à l'étude présentée dans cet ouvrage.

Tableau I
Analyse granulométrique classique de sols gypseux
(lunette de Sidi Vannoy)

N° Echantillon	132	133	138	139	140	141	144	145	146	151
Argile	12,5	12,0	16,0	16,3	10,5	9,3	13,5	14,5	9,0	14,0
Limon fin	1,0	3,0	6,0	10,5	1,5	8,0	11,0	11,0	8,0	21,0
Limon grossier	4,0	6,0	8,0	5,5	8,0	14,5	5,5	5,5	13,5	12,0
Sable fin	14,0	21,5	35,5	29,3	77,5	40,0	27,0	18,5	31,0	45,0
Sable grossier	33,0	47,5	23,5	27,5	0,5	14,0	30,5	30,0	10,5	5,0
Total	83,5	85,0	87,0	87,3	96,0	95,0	87,3	87,3	97,0	97,0
Gypse I	13,0	9,7	14,0	13,7	2,0	10,1	11,8	12,6	2,5	3,5

On remarque que dans l'ensemble, la somme des particules décroît quand la teneur en gypse croît, mais cette relation n'est pas générale et certains résultats semblent corrects même avec 10 % de gypse.

Il était donc nécessaire de rechercher les causes de ces résultats singuliers et les moyens de les améliorer.

1 - ETUDE DES CASERS D'ERREUR OU D'ABSENCE DE REMUEMENT

Plusieurs phénomènes à effets plus ou moins contradictoires semblent pouvoir intervenir :

- la floculation de la suspension de terre :

ce phénomène résulte de la simulation aisée d'une partie, même faible, de type de l'écoulement, fournissant en abondance les ions calcium à la solution.

Dans le cas de floculation totale la probabilité est vite élevée, mais dans les cas de floculation partielle, plus ou moins apparente, les données portant sur les fractions argile et limon sont inférieures à la réalité, mais une certaine part de ces fractions se retrouvent dans la fraction "sable grossier".

Si la teneur en argile est faible, on peut envisager de l'éliminer par lavage (1970, 1977), afin de connaître la granulométrie du matériel coarsé, ce qui n'est ni réalisable, ni souhaitable pour les sols dans lesquels la graine est émise (VIGILANT, 1976). Pour les déversoirs il est donc nécessaire : soit d'opérer par tamisage à sec, ce qui nécessite d'importantes implications techniques du fait du retournement rapide des tamis (nécessité d'un "système à sec" avec un seul tamis à chaque opération), soit d'empêcher la floculation.

Notons que la floculation des particules fines n'a pas d'incidence sur la mesure des sables fins et grossiers, obtenue par tamisage préalable au tamis large, quoiqu'il puisse encore exister des zones floues.

- l'incidence du poids spécifique du grain sur les propriétés écoulementaires

(temps de sédimentation et profondeur de prélèvement) : alors que la densité de STOKES est calculée pour un poids spécifique de 2,65 g/cm³, qui est précisément celui du quartz, généralement on choisit dans la plupart des cas et ailleurs (VIGILANT, 1976), le grain a une densité bien moindre (2,37) ; de ce fait les valeurs de profondeur de prélèvement et de temps de sédimentation seront plus ou moins erronées, en fonction de la teneur en grain. Ainsi les temps de sédimentation seront trop courts, et les profondeurs de prélèvement trop grandes, ce qui donne une surestimation des proportions d'argile et de limon. Cette erreur est alors en sens inverse de la précédente.

- l'incidence des propriétés thermiques du grain : ce sujet est en effet susceptible de prêter aux mêmes erreurs, ainsi la stabilité, de nos sols de simulation à des températures inférieures à 100°, température de référence, permet d'éviter pour le calcul des différences (fraction dans le sable). (VIGILANT, 1977). Cette erreur conduit donc à une sous-estimation des proportions des fractions.

El y otros fidei que son la base de una diversa producción lida a la cultura particular de quien, en posesión de estos patrones, con sus propias formas, de frecuencia aproximada, para dar origen a una de las series con la que se trabaja. Esta serie para servir de modelo a las diversas series de otros, con las respectivas modificaciones de detalles.

- Los antecedentes son los siguientes con datos de documentación:
- un documento relacionado a un momento específico que sirve de apoyo (D. 2 de 25) para servir de un perfil de pichas de Djebel Kasra
 - una serie de 3 perfiles a una investigación implícita por la lectura de la misma en 2004. Fuente.

II - ANALYSE DE LA STABILITE DE LA SUSPENSION

Les dispersions homogénéisées, dont le rôle est d'effectuer un blutage des ions flocculants susceptibles d'être libérés par le sel, et qui sont déjà relativement importantes en présence de sels, dont la solubilité est bien inférieure à celle du gypse, sont instables en présence de ce dernier composé.

Il est donc nécessaire d'augmenter la dissolution du gypse. Pour ce faire, une méthode a été proposée par HUNT (1971), qui consiste à ajouter les particules gypseuses par un dépôt direct de sulfate de baryum, par une réaction avec le sulfate de ce métal. Indépendamment des avantages est fragile, et susceptible d'être attaqué par le carbonate, il est aussi nécessaire de régler avec précision les doses opératoires. On procède en outre à l'ajout d'un point après un certain nombre d'essais portant sur les temps de contact et d'agitation et sur les quantités de dispersant à utiliser.

Dans un premier temps on a étudié la stabilité de la suspension sous l'influence des temps de contact avec le dispersant et de la quantité de gypse en présence. Il a été observé qu'une forte concentration (supérieure à 50 g/l) de sulfate de baryum était insuffisante. On a donc procédé d'une manière différente de la procédure classique, en sorte de laquelle on ajoute d'abord les fractions correspondantes à l'argile puis les liasses (sel) puis à l'argile (sel), avant de verser les "sables" et de les remuer pour avoir les fractions gypseuses. Ici, afin de diminuer les risques de dissolution de gypse dans la suspension, on a procédé d'abord à un mélange avec l'eau de la fraction supérieure à la minute, avant d'homogénéiser la suspension pour la mesure des fractions fines. Par ailleurs l'agitation était continue, en présence du dispersant, ici de l'hémicellulose de sodium, à des quantités jusqu'à 15 à 18 heures. On a pu ainsi constater, par des prélèvements effectués à différents moments que la suspension restait stable.

Matériel

En utilisant la même méthode proposée par HUNT, et avec les mêmes conditions de la mesure, on a obtenu par 5 répétitions, les résultats présentés dans le tableau II, ci-joint A.

Tableau II

Analyse granulométrique de l'engraisant gypseux du Djebel Dicus
(en % terre sèche à 105°)

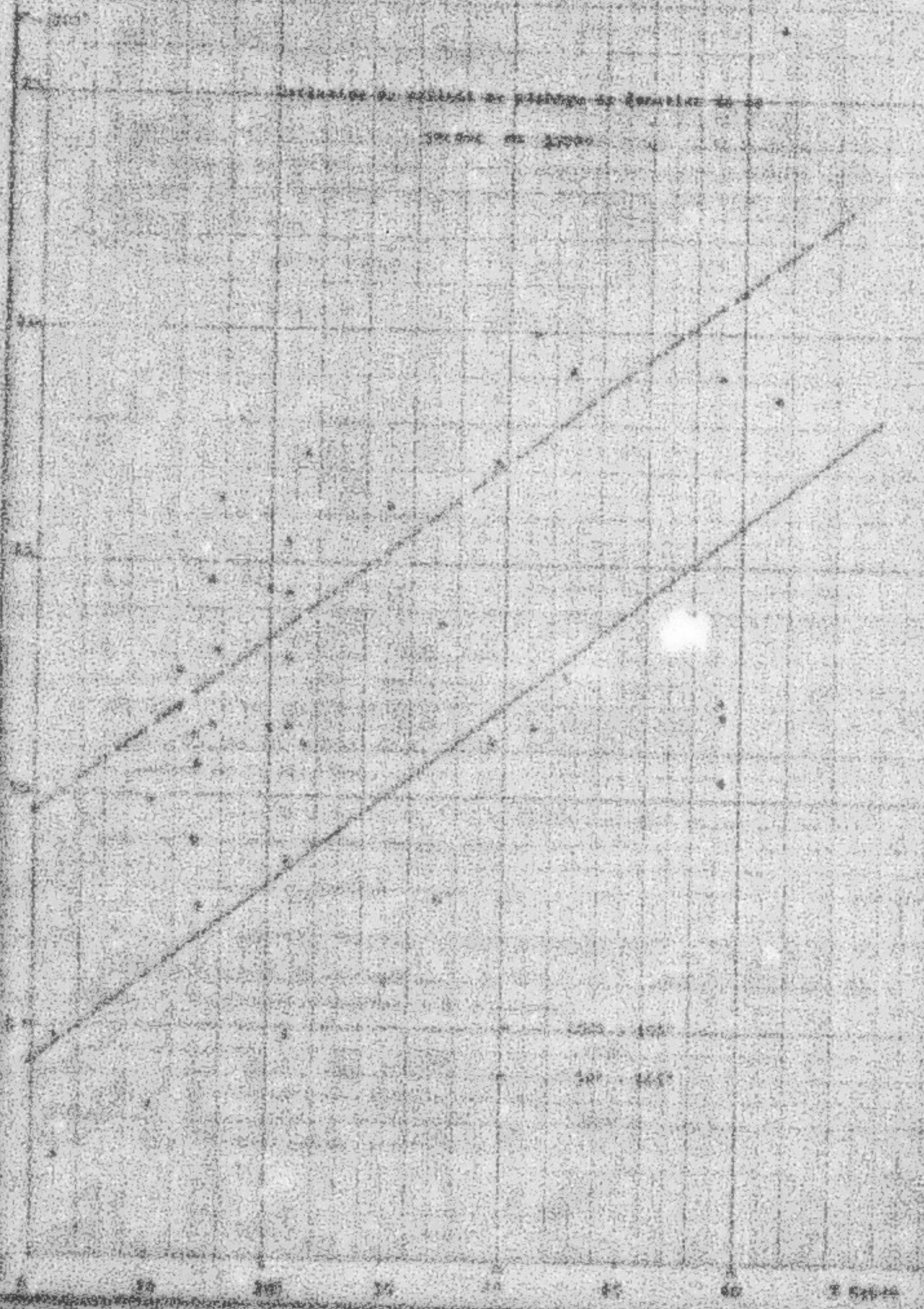
	A	B	C
Argile	3,6 (3,1 à 4,5)	6,5 (3,7 à 9,6)	13,5 (12,3 à 14,9)
Limon fin	15,0 (12,6 à 18,5)	18,7 (15,4 à 20,9)	19,8 (18 à 21)
Sables (0,5-2mm)	56,3 (39,1 à 64,2)	63,5 (58,9 à 64,7)	52,3 (49,3 à 55,5)

En augmentant d'abord le temps d'agitation (une nuit au lieu d'une heure) (colonne A) puis en doublant la quantité de dispersant, ajouté trois fois, avant et après le tamisage des sables (colonne C), on a pu obtenir des résultats meilleurs et surtout plus groupés.

Même dans le dernier cas les résultats n'atteignent pas encore 100 % (ici 82,3 à 89,1), on remarque immédiatement que le déficit, de 10 à 10 %, peut être mis en rapport avec la teneur en gypse, qui peut produire, par séchage à 105°, un déficit comparable (70,5 à 80/3, soit 14 à 20 %).

Tableau III
Analyses granulométriques par une modification de la norme de BUREAU
(basée sur la norme de Sadt Roussel)
Comparaison de deux températures de séchage : 103° (a), 55° (b)

F° Fractionnement	125		130		135		138		139	
Température	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Argile	2,4	2,4	4,2	4,1	4,8	4,9	6,2	6,6	5,2	5,6
Limon	12,9	11,3	4,3	2,3	6,3	1,8	0,8	3,3	7,2	7,4
Sable fin	12,2	13,6	59,1	62,0	3,3	3,6	11,8	13,3	67,8	31,1
Sable grossier	24,1	21,8	19,4	28,1	71,3	87,3	61,1	71,3	28,6	59,8
Total	52,4	48,3	87,0	96,3	86,1	100,5	80,4	94,9	86,1	96,9
Différence	6,3		28,6		12,3		14,0		34,6	
F° Fractionnement	140		145		150		155		160	
Température	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Argile	3,6	1,4	6,7	6,4	2,8	2,3	11,3	13,6	12,7	11,0
Limon	25,0	25,0	4,7	4,7	22,7	23,2	8,8	6,6	6,7	6,7
Sable fin	13,9	17,9	30,3	35,0	17,1	19,4	41,4	43,3	20,8	32,7
Sable grossier	24,5	24,8	41,3	46,1	5,3	42,7	30,8	30,7	30,3	45,3
Total	67,0	69,3	82,8	92,2	48,1	87,6	82,3	94,3	60,7	97,7
Différence	2,3		21,2		39,4		14,0		13,7	
F° Fractionnement	165		170		175		180		185	
Température	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Argile	4,0	3,3	6,3	6,8	4,4	6,0	11,3	13,8	12,3	14,1
Limon	2,6	2,1	10,1	10,7	4,3	6,8	7,7	8,6	6,7	7,1
Sable fin	23,4	21,7	23,8	29,1	23,3	26,3	30,7	37,4	38,5	30,2
Sable grossier	3,9	2,1	17,8	18,3	31,9	46,9	55,6	37,9	38,1	45,4
Total	33,9	37,4	60,4	65,4	61,0	80,0	87,5	97,0	83,6	96,4
Différence	3,0		19,1		19,2		10,0		13,8	
F° Fractionnement	190		195		200		205		210	
Température	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Argile	3,1	0,1	2,7	28,3	1,3	3,2	3,2	7,1	12,5	12,7
Limon	21,0	21,2	3,7	3,8	8,3	8,4	6,0	4,2	11,0	11,7
Sable fin	40,5	40,1	31,3	33,8	38,3	39,5	33,3	25,4	34,3	34,3
Sable grossier	28,2	28,8	28,8	42,3	42,0	42,7	30,8	42,6	2,1	4,1
Total	59,7	69,1	66,5	106,0	64,2	63,8	66,8	69,4	67,6	71,8
Différence	10,3		41,8		22,9		15,4		11,0	



IV - CORRECTION DE LA CONSTANCE DE STOKES

La loi de STOKES est basée sur la relation simple qui existe entre le rayon d'une particule sphérique tombant sous l'influence de la pesanteur dans un fluide, et la vitesse limite constante atteinte par cette particule lorsque la force motrice, proportionnelle au poids apparent, devient égale à la résistance de frottement.

$$r^2 = \frac{\eta}{C} \quad \text{ou} \quad r = \sqrt{\frac{\eta}{C}} \quad (1)$$

C, appelé "constante de STOKES", étant égale à :

$$C = \frac{2}{9} \frac{(\rho^p - \rho^f) g}{\eta}$$

- ρ^p poids spécifique de la particule
- ρ^f poids spécifique du fluide
- η viscosité du fluide
- g constante de gravitation

Densité et viscosité du fluide, ici généralement l'eau, varient en fonction de la température, des tables donnant classiquement la valeur de la constante C aux différentes températures rencontrées au laboratoire, et pour une valeur de 2,63 pour le poids spécifique du silicium.

Sachant que le type A est un silicium pur, et connaissant que le complément au type B a une densité de 1,63, on peut alors calculer, en fonction de la teneur en type des échantillons, les véritables valeurs de la constante C de nos perles qui se dissolvent.

Si la teneur en type est de 2, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100, la valeur de la constante C est :

$$C = \frac{2,63 (100 - x) + 1,617 x}{9} = 2,63 - \frac{x}{900}$$

Le poids spécifique de l'eau se varie pratiquement peu dans la gamme de températures courantes au laboratoire, de 0,99984 à 10° à 0,99567 à 50°, avec peu de différence de l'unité, l'approximation de 2,63 est donc :

$$C = \frac{2,63 - \frac{x}{900} + 0,997}{9} \approx 2,63$$

De la relation (1) on tire : $r = \sqrt{\frac{\eta}{C}} = 0,6 r^2$

et de 12 on calcule les valeurs de T (en) pour le profillement de la fonction (argile - liant), et de 8 (en) pour le profillement de la fonction argile - mortier-poutre à la teneur en gypse et à la température.

Pour les particules de diamètre inférieur ou égal à 0,01 mm, on prend $E = 10$ en, il vient :

$$T_{\text{arg}} = \frac{E}{C \cdot \gamma} = \frac{10 \times 137,45 \times \alpha}{(490 - 12) \times 15^{\circ}} = \frac{4}{478 - 1}$$

Les temps de sédimentation pour le profillement de la fonction (a + b) à 10 en de profillement sont portés dans le tableau II pour des températures comprises entre 10° et 30°, et pour des teneurs en gypse variant de 5 à 100 g de 10 en 10.

Pour les particules de diamètre inférieur ou égal à 0,005 mm, le profillement de profillement après 6 heures de sédimentation se calcule comme suit :

$$T_{\text{en}} = \frac{(490 - 12)}{137,45 \times \alpha} = A^{\circ}, (490 - 12)$$

On a porté dans le tableau I les valeurs de profillement, pour un temps de sédimentation de 6 heures, obtenues, calculées aux températures de 10° à 30° et pour des teneurs en gypse croissant, de 10 en 10, de 5 à 100 g.

Tableau IV

Temps de sédimentation pour la mesure de (a + b) à 10 + 12 en de fonction de la teneur en gypse et de la température

$$T_{\text{arg}} = \frac{4}{478 - 1}$$

Temps en secondes

T	1	5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
10°	122,243,47	2'00"4'04	4'12"4'36	5'24"4'44	5'36"4'52	5'48"5'00	5'59"5'08	6'10"5'16	6'21"5'24	6'32"5'32	6'43"5'40	6'54"5'48
15°	125,622,16	4'30"4'38	4'42"4'46	4'54"4'54	5'06"5'04	5'18"5'16	5'29"5'28	5'40"5'36	5'51"5'44	6'02"5'52	6'13"6'00	6'24"6'08
20°	128,243,20	4'42"4'50	4'54"5'02	5'06"5'14	5'18"5'26	5'29"5'38	5'40"5'50	5'51"5'62	6'02"5'74	6'13"5'86	6'24"5'98	6'35"6'10
25°	131,256,30	4'54"5'02	5'06"5'14	5'18"5'26	5'29"5'38	5'40"5'50	5'51"5'62	6'02"5'74	6'13"5'86	6'24"5'98	6'35"6'10	6'46"6'22
30°	134,268,70	5'06"5'14	5'18"5'26	5'29"5'38	5'40"5'50	5'51"5'62	6'02"5'74	6'13"5'86	6'24"5'98	6'35"6'10	6'46"6'22	6'57"6'34
35°	137,281,00	5'18"5'26	5'29"5'38	5'40"5'50	5'51"5'62	6'02"5'74	6'13"5'86	6'24"5'98	6'35"6'10	6'46"6'22	6'57"6'34	7'08"6'46
40°	140,293,40	5'30"5'38	5'42"5'50	5'54"6'02	6'06"6'14	6'17"6'26	6'28"6'38	6'39"6'50	6'50"6'62	7'01"6'74	7'12"6'86	7'23"6'98
45°	143,305,80	5'42"5'50	5'54"6'02	6'06"6'14	6'17"6'26	6'28"6'38	6'39"6'50	6'50"6'62	7'01"6'74	7'12"6'86	7'23"6'98	7'34"7'10
50°	146,317,90	5'54"6'02	6'06"6'14	6'17"6'26	6'28"6'38	6'39"6'50	6'50"6'62	7'01"6'74	7'12"6'86	7'23"6'98	7'34"7'10	7'45"7'22
55°	149,330,00	6'06"6'14	6'17"6'26	6'28"6'38	6'39"6'50	6'50"6'62	7'01"6'74	7'12"6'86	7'23"6'98	7'34"7'10	7'45"7'22	7'56"7'34
60°	152,342,10	6'18"6'26	6'29"6'38	6'40"6'50	6'51"6'62	7'02"6'74	7'13"6'86	7'24"6'98	7'35"7'10	7'46"7'22	7'57"7'34	8'08"7'46
65°	155,354,20	6'30"6'38	6'41"6'50	6'52"7'02	7'03"7'14	7'14"7'26	7'25"7'38	7'36"7'50	7'47"7'62	7'58"7'74	8'09"7'86	8'20"7'98
70°	158,366,30	6'42"6'50	6'53"7'14	7'04"7'26	7'15"7'38	7'26"7'50	7'37"7'62	7'48"7'74	7'59"7'86	8'10"7'98	8'21"8'10	8'32"8'22
75°	161,378,40	6'54"7'02	7'05"7'26	7'16"7'38	7'27"7'50	7'38"8'02	7'49"8'14	8'00"8'26	8'11"8'38	8'22"8'50	8'33"8'62	8'44"8'74
80°	164,390,50	7'06"7'14	7'17"7'38	7'28"7'50	7'39"8'02	7'50"8'14	8'01"8'26	8'12"8'38	8'23"8'50	8'34"8'62	8'45"8'74	8'56"8'86

Tableau 7
Travailleur de pavé pour l'argile après 4 heures de déshydratation
en fonction de la teneur en argile et de la température

$$K_{\text{arg}} = A^1 (494 - T)$$

Temps en secondes

T°	A ¹ · 10 ²	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	1000
10°	1,5359	7,71	7,56	7,42	7,28	7,09	6,94	6,76	6,61	6,47	6,33	6,16
21°	1,5213	7,81	7,73	7,59	7,43	7,25	7,11	6,94	6,80	6,64	6,50	6,32
22°	1,5133	8,10	7,94	7,78	7,61	7,43	7,29	7,12	6,96	6,80	6,63	6,47
23°	1,5037	8,30	8,13	7,97	7,80	7,63	7,46	7,30	7,13	6,95	6,79	6,62
24°	1,4934	8,50	8,33	8,15	7,99	7,81	7,64	7,47	7,30	7,13	6,96	6,79
25°	1,4841	8,70	8,53	8,35	8,17	8,00	7,82	7,65	7,47	7,30	7,12	6,95
26°	1,4759	8,91	8,73	8,55	8,37	8,19	8,01	7,83	7,65	7,47	7,29	7,11
27°	1,4680	9,12	8,93	8,75	8,56	8,38	8,20	8,01	7,83	7,65	7,46	7,28
28°	1,4606	9,34	9,15	8,96	8,77	8,58	8,39	8,19	8,00	7,81	7,62	7,43
29°	1,4538	9,57	9,37	9,17	8,97	8,77	8,57	8,37	8,17	7,98	7,79	7,60
30°	1,4471	9,81	9,61	9,41	9,21	9,01	8,81	8,61	8,41	8,21	8,02	7,82

Pour déterminer on a construit des diagrammes (figure 1 et 2) permettant de lire directement les valeurs de K et de T corrigées.

Remarques

Après correction de la constante C en fonction de la teneur en argile, les valeurs présentées dans le tableau VI montrent les effets suivants :

- les teneurs en argile et donc les poids moléculaires molaires, comme on pouvait s'y attendre;
- pour la même teneur en argile, la plupart des valeurs par déshydratation ou par déshydratation de 100%, sont pour les déshydratations d'une durée en argile supérieure à 400, où le total en secondes par 50 à 100 %;
- la déshydratation des teneurs en argile 30° et 100° montre une meilleure corrélation du poids moléculaire avec la teneur en argile (figure 3).

$$K_{\text{arg}} = 1000 \cdot 0,12 \text{ argile } + 2,57 \quad r = 0,957$$

Temps de consolidation pour petits
argiles à 1 (cm) à 10 cm de profondeur

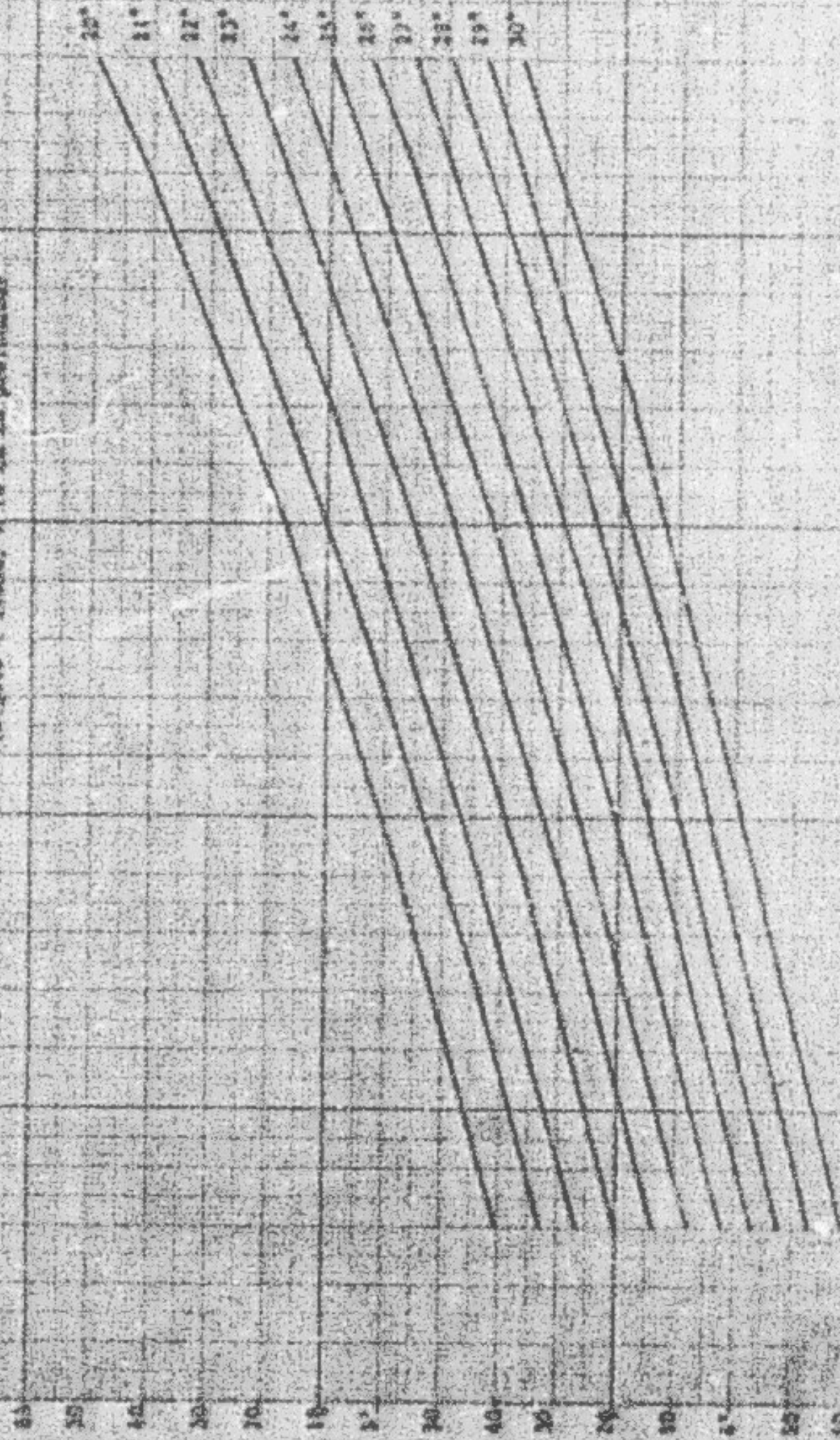


Figure 3

Profondeur de pénétration pour l'argile après 6 heures de

solidification.

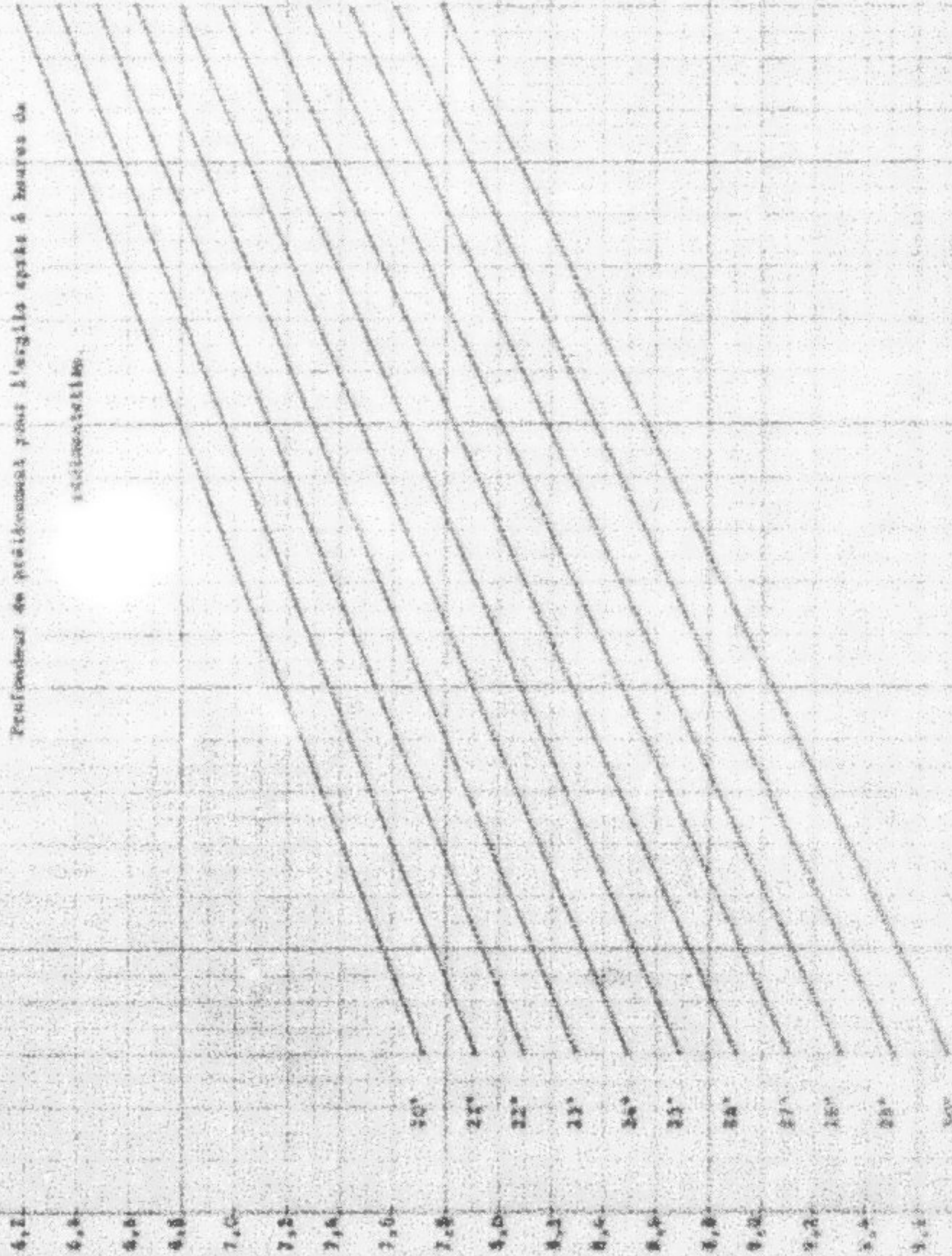


Tableau VI
Analyses granulométriques après correction de la densité de l'eau
(Densité de la résine de Sial Matamor)

Comparaison de deux températures de séchage : 103° (a), 107° (b)

N° échantillon	129		130		131		132		133		134	
Température	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Argile	2,8	2,3	3,5	3,4	5,2	5,8	4,2	3,2	2,1	3,5	5,0	5,5
Limon fin	23,9	23,6	1,5	2,0	1,7	1,8	3,1	2,1	3,2	2,7	7,1	7,4
Limon grossier	1,5	1,3	2,9	2,3	3,1	3,1	3,6	3,6	6,7	3,8	2,2	2,2
Sable fin	32,9	35,0	35,5	44,5	2,0	1,2	3,4	3,9	30,1	30,9	45,4	44,3
Sable grossier	34,4	44,5	34,1	10,0	24,0	26,2	62,2	79,6	34,8	64,2	35,5	32,6
Total	79,5	87,1	80,7	99,2	60,0	67,1	80,2	90,8	40,5	70,2	80,3	91,0

N° échantillon	135		136		137		138		139		140	
Température	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Argile	2,8	2,8	2,5	3,4	2,9	3,5	3,4	10,5	3,1	12,1	7,0	6,2
Limon fin	29,0	31,8	5,2	5,1	25,4	22,0	3,1	3,5	3,9	3,5	2,3	2,4
Limon grossier	1,2	2,8	1,3	1,3	2,3	2,4	3,8	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sable fin	33,5	36,9	21,3	20,0	14,5	16,7	10,5	43,1	39,1	30,0	21,6	21,0
Sable grossier	25,1	42,5	40,3	67,0	21,1	19,1	50,1	42,8	44,7	37,0	3,2	4,1
Total	71,6	90,3	69,4	91,8	66,3	62,6	70,9	99,7	90,6	97,3	85,4	87,7

N° échantillon	142		143		144		145		146		147	
Température	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Argile	4,2	4,2	3,2	7,2	6,0	10,2	12,4	15,8	3,3	5,3	3,7	3,3
Sable fin	6,4	7,2	7,1	2,4	3,6	2,6	3,3	1,9	4,0	4,4	3,7	3,2
Limon grossier	3,3	3,6	3,5	3,0	2,1	2,1	2,8	2,0	0,0	0,0	1,8	4,0
Sable fin	41,0	43,0	35,2	34,4	31,3	23,0	20,4	32,6	21,4	12,7	44,8	53,0
Sable grossier	10,4	13,7	30,2	43,6	35,5	46,8	36,7	42,0	44,7	45,4	15,1	15,6
Total	65,3	81,7	65,1	87,7	75,1	91,3	69,7	91,3	74,0	76,8	68,4	81,1

N° échantillon	148		149		150		151		152		153	
Température	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Argile	4,1	3,3	17,7	13,7	8,3	10,4	7,7	8,9	8,2	10,3	16,2	15,6
Limon fin	12,6	17,9	3,3	3,3	3,3	6,6	3,3	2,1	16,0	16,7	13,7	14,4
Limon grossier	2,8	3,3	3,8	3,3	3,5	7,7	1,6	3,6	6,3	6,5	7,4	7,5
Sable fin	41,0	42,7	32,1	20,1	22,0	16,5	32,6	32,6	23,1	23,3	51,8	27,5
Sable grossier	15,5	21,7	36,1	43,4	33,2	37,2	33,1	43,4	6,4	2,5	7,0	1,6
Total	76,0	100,8	80,5	103,4	70,3	78,2	83,3	94,5	97,4	97,4	94,2	56,0

30°-105°

Figure 4

Variation du déficit au séchage en fonction de la
température.

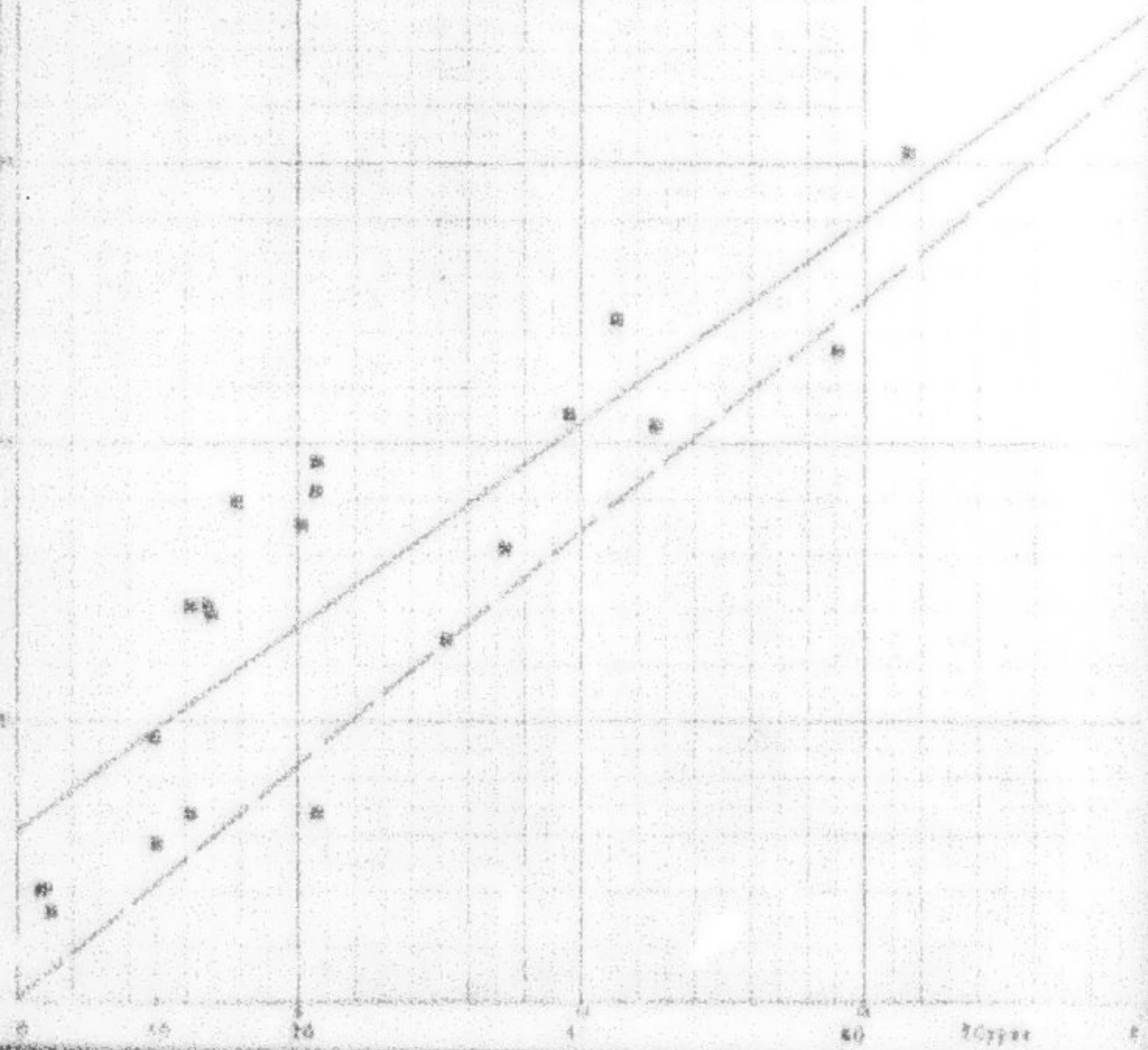


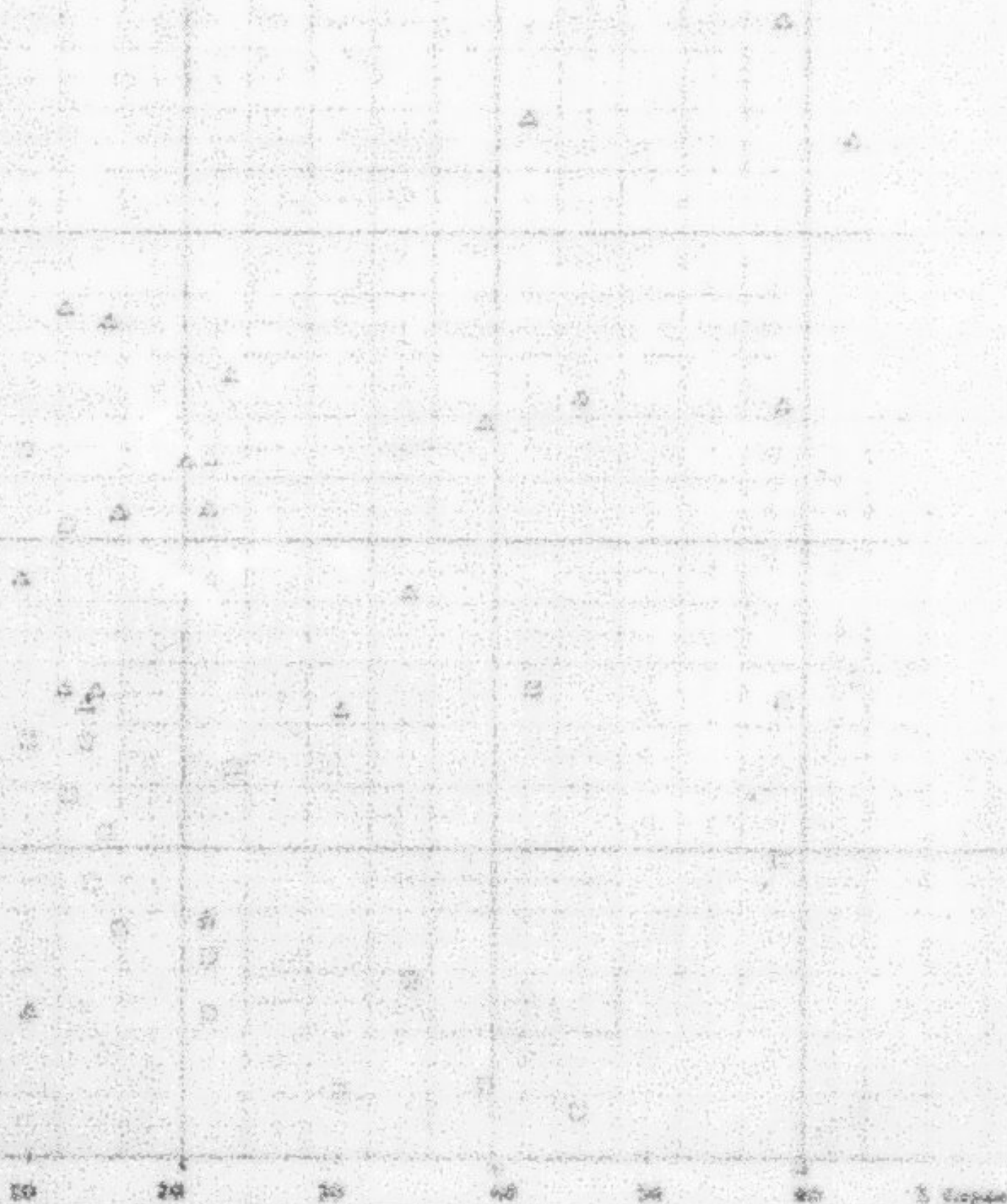
Figure 5

Comparison of deficit (in %) for fractions collected

at flow as function of the number of types

Fraction fine (< 20 microns)

Fraction grossière (> 20 microns)



BIBLIOGRAPHIE

- COSTANTINI E. 1963 - Méthodes d'analyse utilisables pour les sols salés, calcaires et gypseux. *Agro. Trop.* 12, pp 1242-1253
- F.A.O. 1972 - Méthodes d'analyse physique et chimique des sols. Bull. n° 10
- GAFFET J.-J., GUILLOT P., MOUTELLE F. 1973 - Etude des formes hydratées du sulfate de calcium. *Bull. Soc. Sci. 11*, n° 10 pp 1351-1362
- HEALE P.R., 1974 - The Egyptian pilot irrigation project. *Methods of soil analysis*, F.A.O. Paper
- SHAWKY H. 1968 - Mesures d'humidité dans des Schenitilles de sols gypseux. *E.S.* 63 ET 64E Dania.
- VERGÈS Y. 1977 - Les techniques d'analyse granulométrique. Ed. C.N.R.S.
- VIEILLERON J. 1978 - Inventaire critique des sols gypseux de Tunisie. Ed. D. 1978.
- VIEILLERON J. (à paraître) - Recherches sur les mesures d'humidité dans les sols gypseux.

PROTÉCOLE D'ANALYSE

- 1 - Traiter 10 g. d'Artemisine de sel par 40 ml d'une solution à 50 g/l de Cl_2Ba , additionnée de triéthanolamine, dans un tube à centrifugation de 50 ou 100 ml.
Agiter une heure à l'agitateur mécanique.
- 2 - Centrifuger à 2000 rpm pendant 10 minutes et jeter le liquide surnageant.
Ajouter 40 ml d'eau distillée et agiter au vibreur pour homogénéiser la suspension ; ce lavage a pour but d'enlever les ions Ca^{++} qui sont des flocculants énergiques ; poursuivre lavage et centrifugation jusqu'à disparition complète de Ca , contrôlé par l'absence de trouble quand on ajoute une goutte de carbonate de potassium.
- 3 - Ajouter 15 ml d'une solution dispersante contenant 4 g d'hexaméthyldiphosphoré de sodium et 12 de carbonate de sodium à pH 5,2 ; agiter au vibreur.
- 4 - Laisser reposer 30 minutes au repos.
- 5 - Lever la pâte de sel à l'eau distillée ; agiter 2 minutes et séparer la suspension sur un tamis de 50 microns avec un jet de pression.
- 6 - Transvaser la pâte dans une capsule ; sécher et faire sécher au stade ventilé à 40-50° ; un tamisage ultérieur à sec avec un tamis de 200 microns permet de séparer les fractions 1-0,2 et 0,2-0,5mm.
- 7 - Transvaser le filtrat dans une allonge d'un litre ou dans un ballon de volume équivalent ; y ajouter 15 ml de la solution dispersante et agiter 15 à 20 minutes à l'agitateur mécanique.
- 8 - Effectuer les prélèvements pour les fractions (A + B) et (A) aux profondeurs et aux temps recommandés par la technique de la norme EN 876-1 ; sécher à 40 - 50°.
- 9 - Séparer le contenu des allonges pour sécher les particules de dimension inférieure à 20 microns. Recueillir le résidu ; sécher, sécher et jeter la fraction correspondante à 0,07-0,05 mm.

Remarque : Compte tenu du point 5, il est nécessaire de programmer la manipulation de façon à ne jamais excéder la durée de contact de 30 minutes.

111

22

W