

CONTRIBUTION A L'ETUDE
DES PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLS
VIII. ETUDE SUR LA STABILITE DES GRAINS ARGILEUX DES TIRS

G. BRYSSINE *

SOMMAIRE

- I. Introduction
- II. Action mécanique de l'eau
 - A. Technique de l'étude
 - a. Méthode analytique
 - b. Présentation des résultats
 - B. Exposé des résultats
 - a. Variations de la composition granulométrique sous l'effet du traitement
 - 1. Dess
 - 2. Tirs gris
 - 3. Tirs de merja
 - 4. Tirs noir
 - 5. Tirs brun
 - b. Variation de la taille moyenne des grains suivant le traitement
 - c. Type de désagrégation
- III. Effet du changement de la réaction du milieu
- IV. Conclusions

* Attaché à la classe des vertisols dans la classification française des sols.

** Chef de la station de base de Pédologie. Direction de la Recherche Agronomique Rabat.

I. Introduction

Comme nous l'avons déjà indiqué dans nos précédentes publications (4,5), la structure motteuse fragmentaire (prismatique en colonnes) des tirs secs disparaît au cours de leur humidification pour faire place à une structure continue, fondue, massive. Cette dernière résulte de la juxtaposition des « grains » argileux répartis uniformément dans les horizons du profil et maintenus par des films d'eau. Quelques fentes évoquent toutefois encore les mottes prismatiques du sol sec. L'eau du sol semble se loger de préférence entre les grains. Ces derniers paraissent plus secs que la masse du profil lui-même (3,6).

En raison de ces observations, le problème de la connaissance de la nature et de la constitution de ces grains se pose immédiatement :

— Comment les particules élémentaires (argileuses, limoneuses et sableuses) sont elles liées entre elles pour former ces grains ?

— Quelle est la nature des forces qui les réunissent ?

— Doit-on les considérer comme les éléments de la texture ou de la structure ?

Dans le premier cas, la texture des tirs serait celle de sol sableux spéciaux, à grains argileux, dans le deuxième cas, il s'agirait de sols à structure particulière.

L'analyse physique des tirs et spécialement la détermination des caractères de leur porosité, nous montrent que même à l'état humide ces grains restent compacts, malgré le foisonnement de la masse du sol (4). L'existence de ces grains individualisés, stables dans l'eau, ainsi que leur compacité, nous ont amené à les considérer comme représentant des unités caractéristiques de la composition physique (texture) des tirs. Ces entités seraient différentes des agrégats « classiques » formés par l'assemblage de particules élémentaires de différentes dimensions. Les tirs auraient donc une texture sableuse formée, dans ce cas particulier, de grains argileux.

La résolution des problèmes ainsi posés présente un important intérêt pratique. Elle nous permettrait en effet de concevoir des techniques culturales applicables à ces terres et basées sur leur propriétés intrinsèques. De ce fait, les méthodes d'améliorations de ces sols, absentes à l'heure actuelle, seraient adaptées à la nature particulière du substrat.

Malheureusement, nous ne connaissons pas encore de moyens d'études qui permettraient de résoudre le problème de la constitution des grains argileux. Toutefois l'étude de leur destruction sous l'effet, soit de l'action mécanique de l'eau, soit du changement de la réaction du milieu, acidification ou basification, peut déjà apporter quelques éclaircissements à ce sujet.

Dans ce but, nous avons étudié le comportement de quelques sols du Gharb correspondant aux profils prélevés lors de l'Excursion internationale de 1966, soit en les soumettant à une agitation énergétique, soit en modifiant le pH des suspensions.

II. Action mécanique de l'eau

A. Technique de l'étude

a. Méthode d'analyse

Cinq prises d'essai de 20 g, placées dans des petits récipients et recouvertes d'eau, ont reposé durant une nuit. Le lendemain matin, le contenu de l'un des récipients a été transvasé directement dans une allonge de sédimentation. Le volume des quatre autres a été porté à 500 ml et soumis à l'agitation pendant 2', 10', 30 et 60', à l'aide d'un agitateur rotatif. Après le brassage, les suspensions ont été versées dans des allonges de sédimentation.

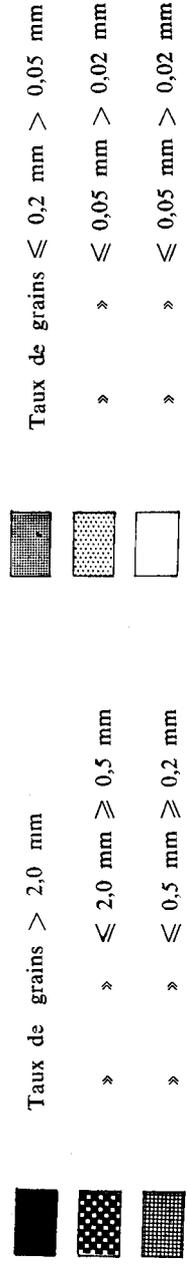
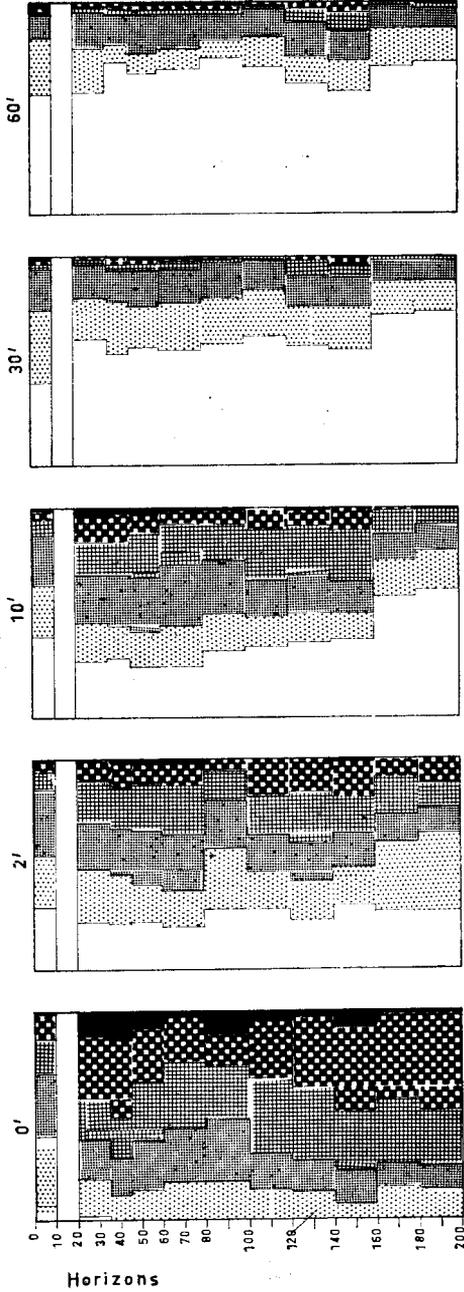
La détermination des fractions fines, inférieures à 0,002 mm et de 0,002 à 0,02 mm a été réalisée par la méthode densimétrique, celle des fractions de 0,05 à + 2,0 mm, par le tamisage humide au moyen de tamis de 0,05, 0,2, 0,5 et 2,0 mm. Le taux de la fraction 0,02-0,05 mm a été calculé par différence entre la somme des fractions supérieures à 0,05 mm et celle des fractions inférieures à 0,02 mm.

Après séchage et pesée, les fractions supérieures à 0,2 mm ont été dispersées par agitation durant 30' en présence de pyrophosphate de sodium. Le refus du tamis de 0,2 mm de chaque fraction a été séparé en plusieurs lots par tamisage sec : 0,2 mm-0,5 mm, 0,5-2,0 mm et supérieur à 2,0 mm. D'après ces résultats, nous avons calculé la répartition de la fraction inférieure à 0,2 mm entre les différentes fractions de tamisage, les données finales étant rapportées au taux global de chaque fraction.

Ces données nous ont permis de calculer la taille moyenne des grains Gg après chaque traitement.

GRAPHIQUE I a

Composition granulométrique des sols humides suivant la durée de l'agitation



(Seul l'horizon supérieur de 0 à 10 libère la fraction argileuse au cours de l'agitation)

Les prises d'essai ont été effectuées par couches successives de 10 ou de 20 cm suivant les profils.

b. Présentation des résultats

La composition granulométrique du sol après chaque traitement, ainsi que les variations de la taille moyenne des grains, consécutives à ces manipulations, sont données sous forme de graphiques.

Pour comparer l'effet des différents traitements, soit suivant le type de sol, soit suivant le temps d'agitation, nous avons estimé les moyennes de ces déterminations (composition granulométrique et taille des grains) tant pour l'ensemble de la coupe dans les profils morphologiquement homogènes (N^{os} 22 et 27) que par couches successives dans les profils fortement différenciés (N^{os} 23, 24 et 25).

B. Exposé des résultats

a. Variations de la composition granulométrique sous l'effet du traitement

Dans le graphique I ci-joint nous présentons la composition « texturale » des profils étudiés et ses variations sous l'effet de la durée de l'agitation.

1. Dess (GRAPH. I-a)

Dans le profil du dess (N^o 22) la composition granulométrique des échantillons non traités est caractérisée par la prédominance des fractions « sableuses grossières » 2 (0,5-2,0 mm) et 3 (0,2-0,5 mm). Au cours du traitement le taux de ces fractions 2 et 3 diminue rapidement (surtout le taux de la fraction 3) et celui des fractions sableuses fines 4 (0,2-0,02) et 5 (0,02-0,05), plus lentement. Par contre, on voit apparaître progressivement les fractions limoneuses 6 (0,02-0,002 mm).

Au bout de 30' d'agitation la majeure partie des suspensions est composée de limon, dont le taux ne varie pratiquement plus, même au cours du traitement prolongé (60'). Il faut remarquer que *la destruction des grains de ce sol ne conduit pas à la libération de la fraction argileuse* (dispersion totale), sauf dans l'horizon superficiel. La diminution de la taille des grains comme suite à leur destruction paraît se réaliser d'une manière uniforme dans tout le profil.

b. Variation de la taille moyenne des grains suivant le traitement

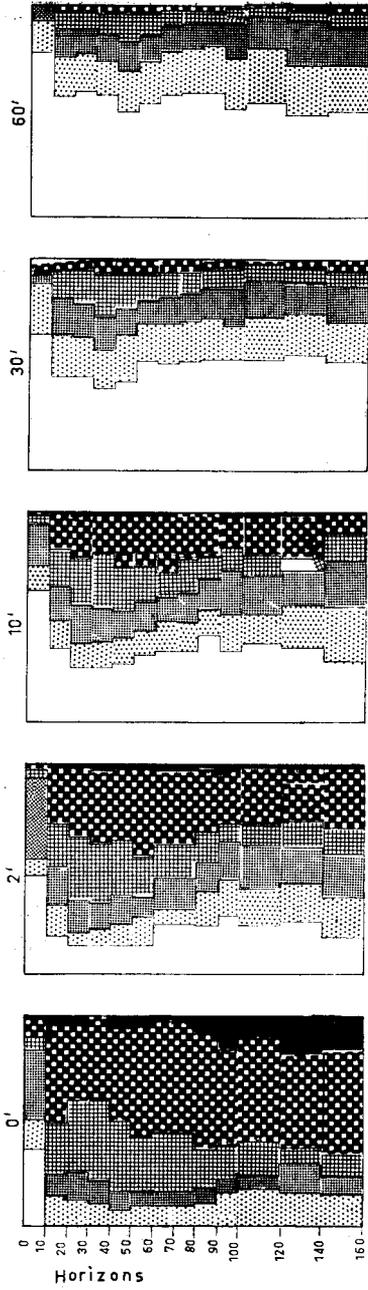
Afin de pouvoir comparer les résultats obtenus au cours de nos

GRAPHIQUE I b

Composition granulométrique des sols humides suivant la durée de l'agitation

(Profil N° 23 — Tirs gris)

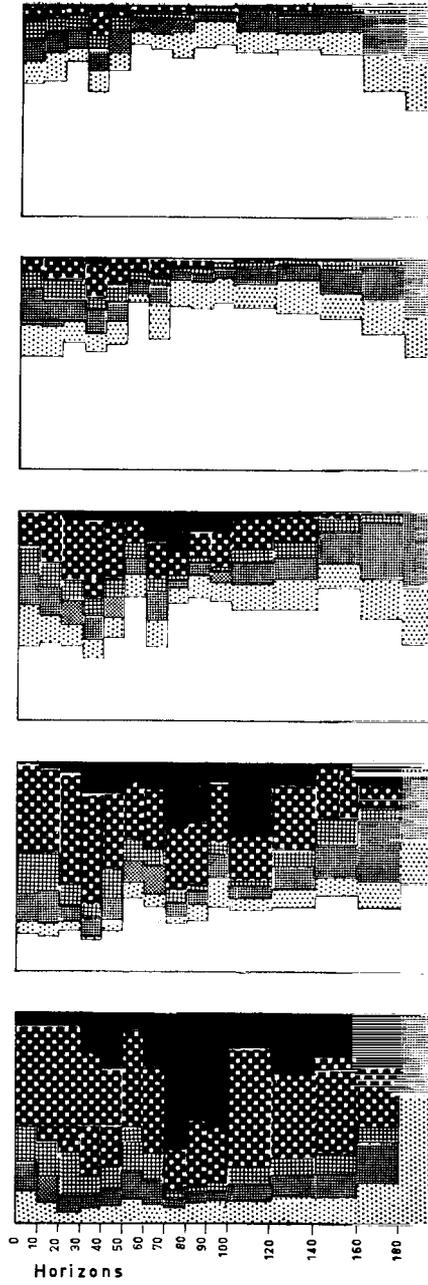
Profondeur



GRAPHIQUE I c

(Profil N° 24 — Tirs de merja)

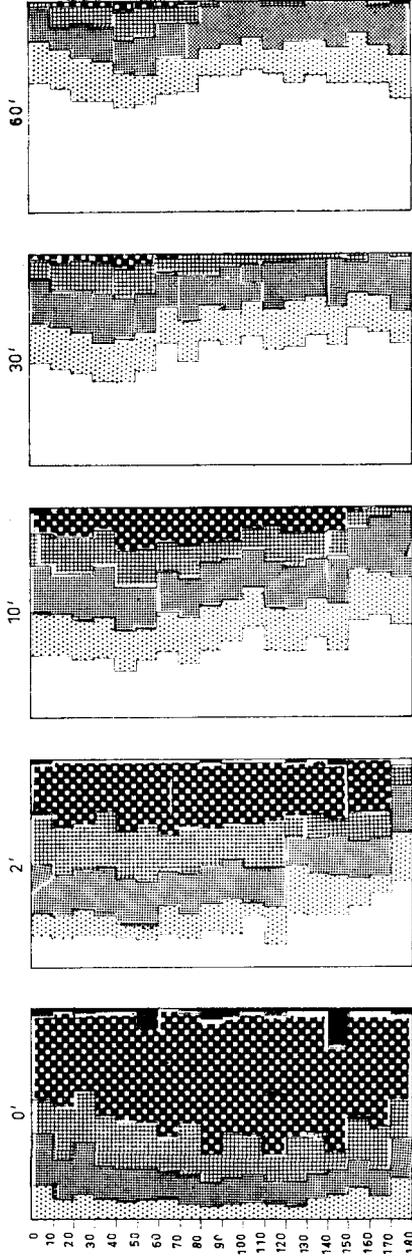
Profondeur



GRAPHIQUE I d

Composition granulométrique des sols humides suivant la durée de l'agitation
(Profil N° 25 — Tirs noir)

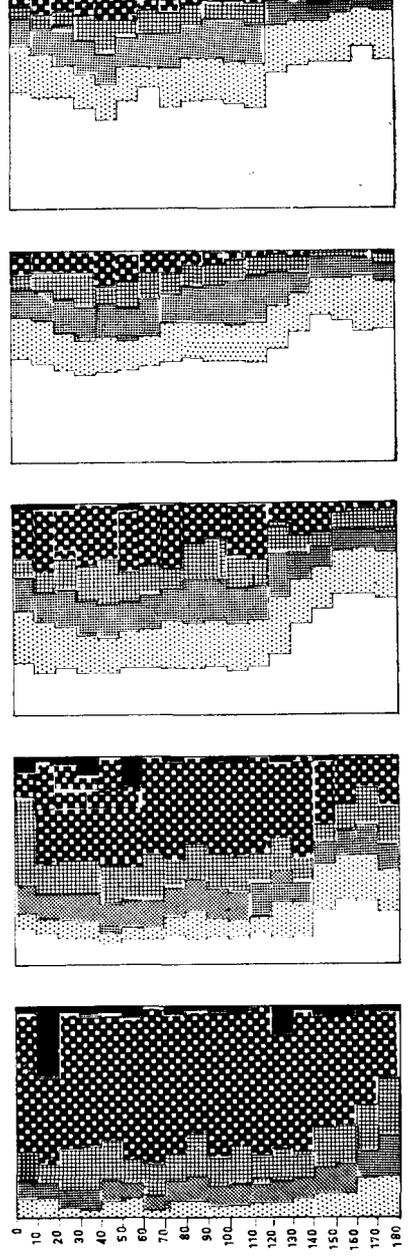
Horizon



GRAPHIQUE I e

(Profil N° 27 — Tirs brun)

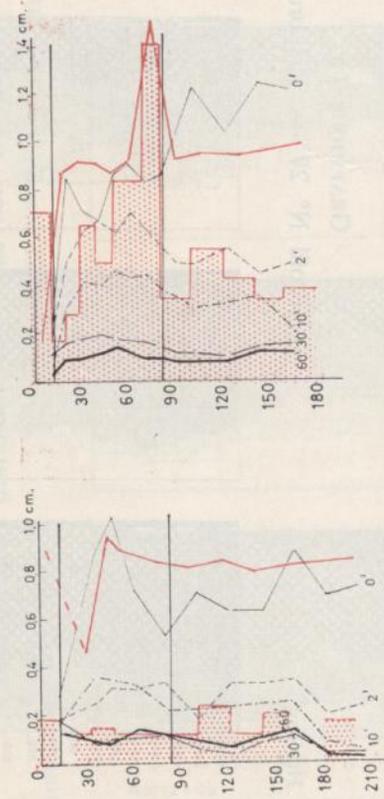
Horizon



GRAPHIQUE II

Variation de la taille moyenne des grains suivant la profondeur en fonction de la durée de l'agitation

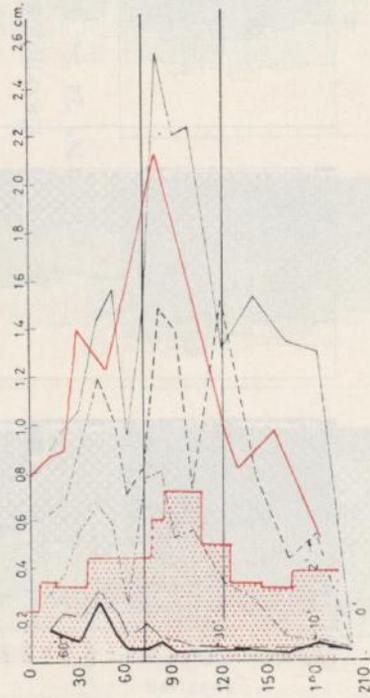
II a - Profil N° 22 - Dess II b - Profil N° 23 — Tirs gris



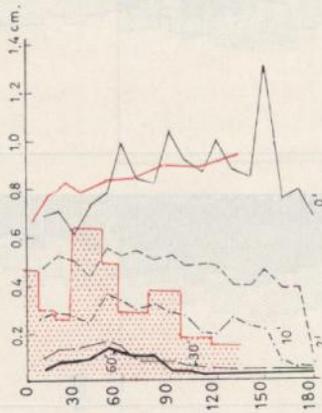
II c - Profil N° 25 - Tirs noir



II d - Profil N° 24 - Tirs de merja



II e - Profil N° 27 - Tirs brun



Légende : Gg — durée

0' — Gaf = grosseur moyenne des agrégats fictifs en mm.
 2' — Gg = taille moyenne des grains en mm.
 10' — Gm = grosseur moyenne des mottes en cm.
 30' — A = actuel; SA = sub-actuel; Rh = Rharbien;
 60' — S = soltanien.

recherches avec ceux des études antérieures, nous avons calculé, d'après les données analytiques, la taille moyenne des grains de nos profils, ou indice Gg caractérisant l'état granulométrique des suspensions après chaque traitement. Nous avons comparé ensuite cet indice avec celui de la grosseur moyenne des mottes* (indice Gm) et la grosseur moyenne des agrégats** « fictifs » (indice G_{af}), ces derniers étant empruntés au Guide de l'excursion internationale de 1966***. Les résultats sont reproduits dans le tableau I (valeurs moyennes) et GRAPH. II.

On remarque d'abord que la taille des grains des suspensions non agitées est très proche de la grosseur moyenne des agrégats obtenus suivant la méthode de Tsyganoff (indice G_{af}). Celle-ci reste relativement constante dans les profils du dess et du tirs noir, croît avec la profondeur dans le tirs gris et le tirs brun et présente un maximum situé vers un mètre de profondeur dans le tirs de merja.

Toutefois, une légère agitation des préparations (de 2') change notablement l'allure de la répartition des grains dans les profils. Ainsi la taille des grains dans les tirs croît avec la profondeur jusqu'à un certain niveau pour diminuer ensuite vers la base de la coupe GRAPH. II et TAB. I). Les courbes de la répartition des grains dans les profils gardent leur allure malgré la diminution de leur taille au cours du traitement. La dimension des grains après une légère agitation sera donc plus caractéristique que celle obtenue au cours du tamisage humide sans agitation préalable.

La vitesse de diminution du diamètre moyen des grains au cours de l'agitation, très rapide au début du traitement (entre 0 et 10 mm) se ralentit fortement ensuite (entre 2 et 10 minutes) pour devenir négligeable, dans les conditions de l'expérience, si on prolonge le temps d'agitation (TABL. II).

La vitesse de la désagrégation des grains est plus prononcée dans la partie inférieure des profils que dans leur partie supérieure où l'on voit apparaître, dans la série des tirs, une zone fortement résistante à l'action mécanique de l'eau. Cette stabilité est traduite à ce niveau par les plus fortes valeurs de la taille des grains dans la courbe de

* Mottes-éléments structuraux individualisés des sols secs; leur taille moyenne est calculée d'après les résultats du tamisage des échantillons séchés à l'air.

** Agrégats-éléments structuraux individualisés stables dans l'eau; leur taille moyenne est calculée d'après les résultats du tamisage humide.

*** Le mode de calcul est donné dans « Les propriétés physiques des tirs du Gharb », cahier 20.

TABLEAU I

Valeurs moyennes de la taille des grains (G_g) et de la grosseur moyenne des agrégats (G_{af}) suivant le temps d'agitation

		G_{af}	G_g				
			0'	2'	10'	30'	60'
N° 22	0-200	0,81	0,73	0,28	0,22	0,007	0,08
N° 23	10-80	0,97	0,81	0,65	0,42	0,17	0,11
	120-180	0,96	1,15	0,49	0,31	0,12	0,09
N° 24	0-60	0,95	1,15	0,85	0,45	0,19	0,13
	60-120	1,94	1,85	1,24	0,56	0,09	0,06
	120-200	0,76	1,07	0,45	0,12	0,05	0,06
N° 25	0-670	1,06	1,07	0,76	0,45	0,19	0,16
	80-120	0,87	0,92	0,65	0,37	0,14	0,10
	120-200	0,92	0,87	0,46	0,17	0,06	0,03
N° 27	0-60	0,82	0,75	0,50	0,29	0,13	0,09
	60-150	0,89	0,95	0,48	0,25	0,06	0,05
	150 +	nd	0,75	0,30	0,07	0,05	0,06

répartition de ces valeurs suivant la profondeur, même après 60 minutes de brassage. Ce maximum de résistance se trouve toujours non pas dans les horizons de surface comme l'on pourrait s'y attendre, mais à une certaine profondeur variable suivant les profils. Il correspond aux horizons à structure grossière, plus ou moins prismatique, fortement agglomérés, comme on peut s'en rendre compte d'après les données du graphique II, en comparant les courbes de l'indice G_g à celle de variation de la grosseur moyenne des mottes (indice G_m) suivant la profondeur.

On peut se demander dans quelle mesure la vitesse de diminution de la taille des grains dépend de leur grosseur. Dans le tableau III nous reproduisons les variations du pourcentage de la diminution de la taille moyenne des grains pendant l'unité de temps (une minute) rapporté au diamètre moyen du traitement précédent. On peut se rendre compte, d'après ces données, que quelle que soit leur taille respective, la diminution est toujours très rapide au début du traitement.

TABLEAU II

Diminution de la taille moyenne des grains par l'unité de temps
(1 minute)

Sol		0' - 2'	2' - 10'	10' - 30'	30' - 60'
N° 22	20-200	0,225	0,007	0,007	—
N° 23	10-80	0,089	0,026	0,013	0,008
	80-160	0,330	0,023	0,009	0,001
N° 24	0-60	0,199	0,050	0,013	0,002
	60-120	0,305	0,086	0,029	0,001
	120-200	0,307	0,092	0,009	—
N° 25	0-80	0,155	0,039	0,122	0,002
	80-120	0,135	0,037	0,011	0,001
	120-180	0,205	0,037	0,006	0,001
N° 27	0-60	0,124	0,033	0,008	0,001
	60-150	0,215	0,025	0,010	—
	150 +	0,250	0,028	0,012	—

Elle se poursuit ensuite progressivement et lentement au fur et à mesure qu'augmente la durée de l'agitation.

La vitesse de diminution de la taille augmente dans la série des tirs dans la proportion de 1 à 2, en allant de la surface vers la profondeur pendant les deux premières minutes et plus lentement au cours des périodes suivantes. Il semble donc, d'après ces données que la désagrégation de la masse du sol sous l'action du brassage se passerait en deux phases : celle de séparation des grains au début de l'agitation et celle d'élimination continue des particules du sol au cours des traitements prolongés. Ces deux effets s'atténuent avec le temps, les liaisons entre les particules devenant plus importantes vers le noyau des grains.

Dans la série des profils étudiés, celui du dess se différencie nettement des tirs : la taille moyenne des grains diminue à la vitesse de 30 % par minute au début de l'expérience et se poursuit lentement et d'une manière constante durant le reste de l'opération.

Dans les tirs, la vitesse de diminution de la taille varie au début de 10 à 16,5 % à la minute seulement dans la couche supérieure

TABLEAU III

Variations de la taille moyenne des grains par l'unité de temps par rapport au diamètre moyen du traitement précédent (en %)

Sols		0' - 2'	0' - 10'	10' - 30'	30' - 60'
N° 22	20-200	30,9	2,6	3,4	—
N° 23	10-80	10,3	4,4	3,0	1,2
	80-160	28,7	4,7	3,0	0,9
N° 24	0-60	13,0	5,9	2,9	1,0
	60-120	16,5	6,9	4,2	1,0
	120-200	28,7	9,1	3,0	—
N° 25	0-80	14,4	5,1	2,6	0,9
	80-120	14,7	5,6	3,1	1,0
	120-180	23,5	7,9	3,2	1,5
N° 27	0-60	16,5	5,3	2,7	1,0
	60-150	24,9	6,1	3,8	0,6
	150 +	30,0	9,6	1,7	—

et autour de 20 % dans les couches les plus profondes ; cette réduction de la taille devient plus lente, mais progressive durant le reste de l'expérience. Ces terres se classent, du point de vue de leur résistance à l'action de l'agitation dans l'ordre suivant : tirs gris, tirs de merja, tirs noir et tirs brun.

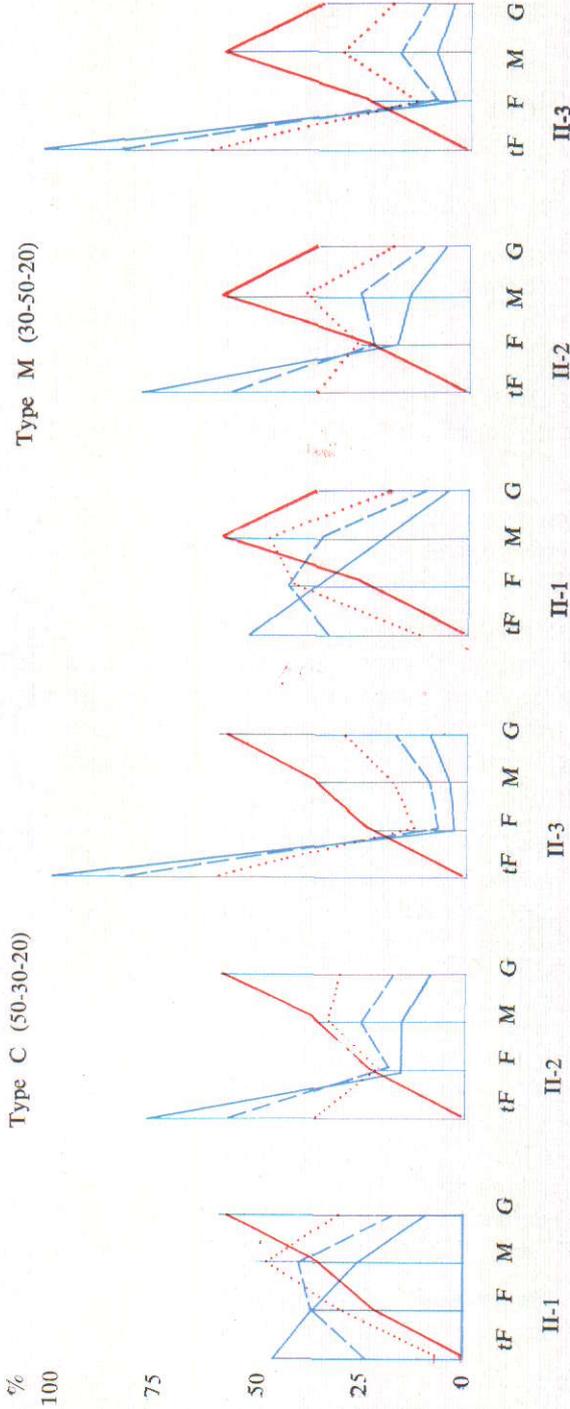
Les horizons supérieurs de ces sols offrent donc plus de résistance à l'action mécanique de l'eau que leurs horizons profonds. Dans les premiers horizons la désagrégation du sol paraît se passer d'une manière continue, tandis que dans les niveaux sous-jacents elle se passerait en deux temps : rapide au début et lente ensuite. D'ailleurs, la vitesse de diminution de la taille des grains semble être du même ordre de grandeur dans tout les profils des tirs.

c. Type de désagrégation

Après avoir étudié l'évolution générale de la destruction des grains sous l'effet de l'eau agitée, il serait intéressant de déterminer le mécanisme de ce processus. Théoriquement, on peut imaginer plu-

GRAPHIQUE III

Variations théoriques de la composition granulométrique sous l'effet de l'agitation



sieurs cas en supposant que la diminution de taille est continue et constante :

— les gros agrégats se brisent et les produits de leur désagrégation enrichissent la fraction suivante plus fine : brisure (type I-1) ;

— la destruction des agrégats donne deux classes de sous-agrégats, les uns relativement grossiers qui enrichissent la fraction suivante, les autres plus ténus et qui se rassemblent dans la fraction la plus fine : brisure et arrachement (type I-2).

— et enfin, le troisième cas où la désagrégation des grains conduit directement à l'apparition des fractions les plus fines : arrachement (type I-3).

Mais on peut supposer aussi que la vitesse de la destruction des grains diminue avec le temps. On aboutit respectivement aux types suivants : II-1, II-2, II-3.

Pour se rendre compte à quel type de mécanisme on peut rattacher la désagrégation progressive des grains sous l'effet mécanique de l'eau agitée, nous avons étudié quelques cas théoriques en partant d'un « sol idéal » mais de granulométrie différente composée de trois fractions agrégées : grossière, moyenne et fine, exprimées en % de la masse totale du « sol idéal ».

- prédominance des fractions grossières (50-30-20) type G
- prédominance des fractions moyennes (30-50-20) type M
- prédominance des fractions fines (20-20-50) type F
- répartition équivalente des fractions (33-33-34) type E

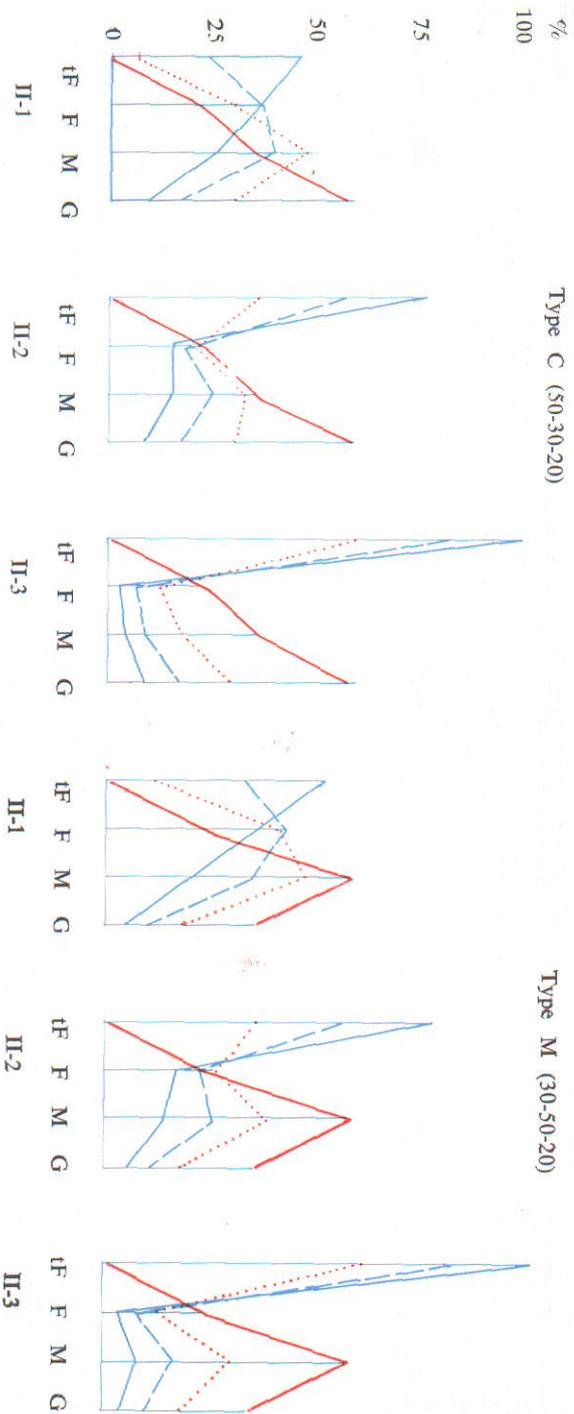
Dans tous ces cas nous avons supposé que la fraction la plus fine n'existait pas dans le sol non perturbé. Elle n'apparaissait qu'après le premier traitement du sol. Le nombre de traitement arrêté a été 6, l'état naturel compris. Ces résultats sont présentés sous forme de graphiques (GRAH. III). L'étude de l'allure des courbes de la répartition des fractions après chaque traitement montre qu'elle dépend à la fois de la composition granulométrique initiale (G, M, F ou E) et du type de désagrégation (I et II, 1, 2, 3).

Dans l'impossibilité de reproduire tout les graphiques nous ne donnons dans cette note que ceux de la série II, du type G et M.

La série de tirs se rapporte au type G : prédominance des fractions grossières et le dess au type M : richesse en fractions moyennes.

GRAPHIQUE III

Variations théoriques de la composition granulométrique sous l'effet de l'agitation



Légende :

Agitations successives

— 1^{re}

..... 2^e

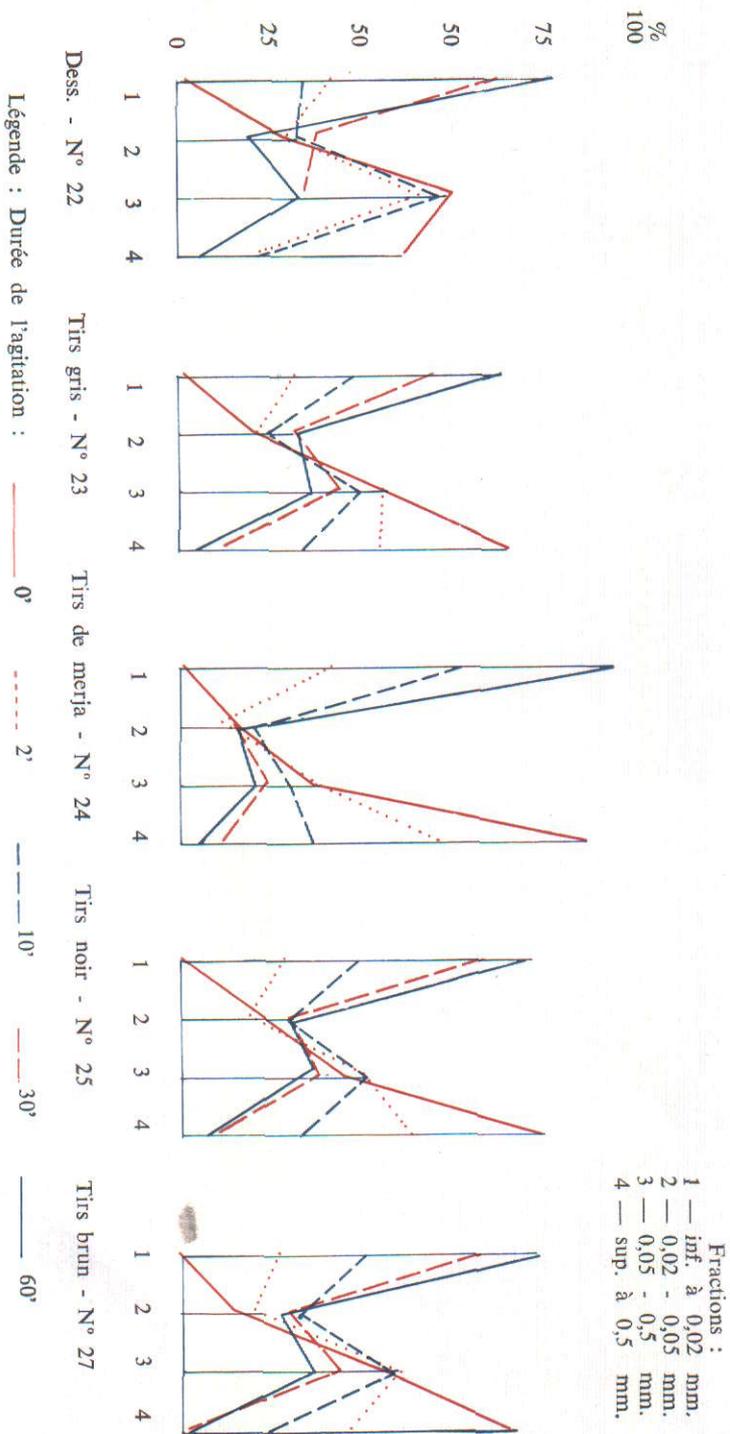
--- 3^e

— 4^e

G = fraction grossière; M = fraction moyenne. F = fraction fine; tF = fraction très fine.

GRAPHIQUE IV

Variations de la composition granulométrique des sols en fonction de la durée de l'agitation

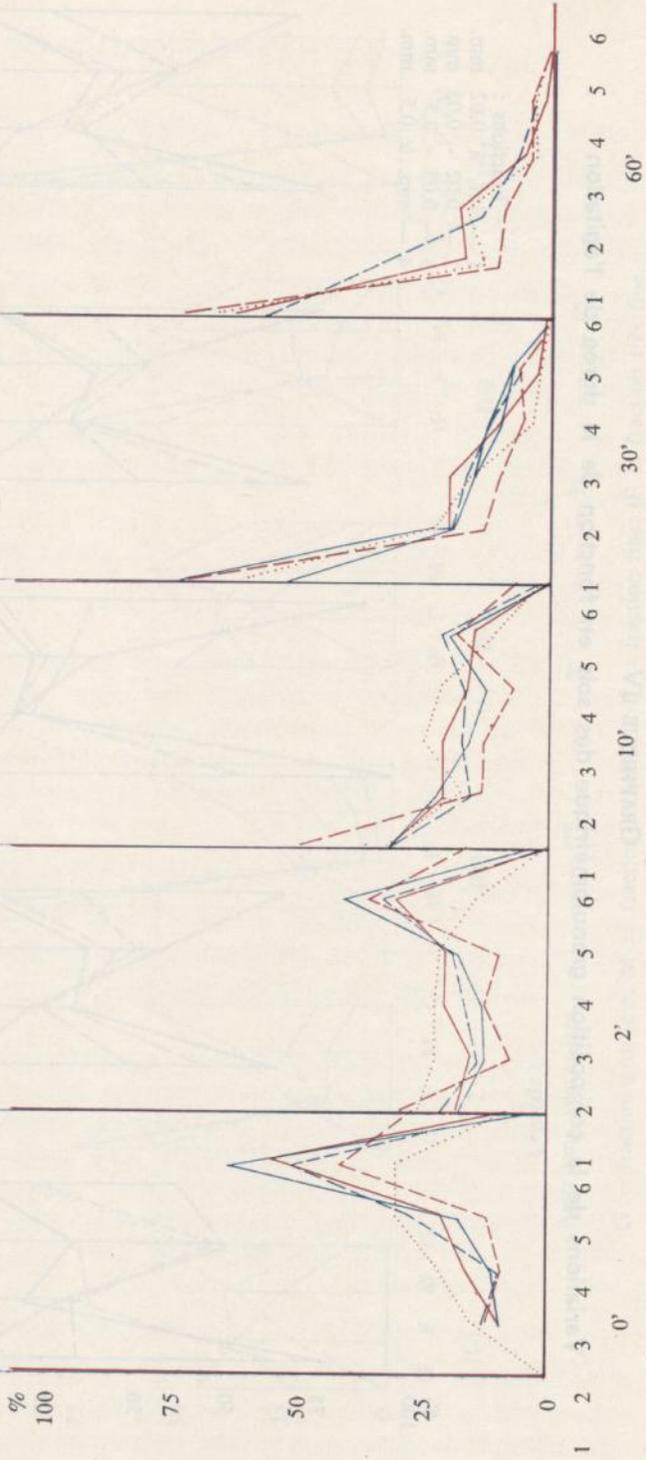


GRAPHIQUE V

Etude comparative des variations de la composition granulométrique suivant la durée de l'agitation

Fractions :

- 1 — inf. à 0,02 mm.
- 2 — 0,02 - 0,05 mm.
- 3 — 0,05 - 0,2 mm.
- 4 — 0,2 - 0,5 mm.
- 5 — 0,5 - 2,0 mm.
- 6 — sup. à 2,0 mm.



Légende : Type de sol N° 22 - - - - - N° 23 - - - - - N° 24 ——— N° 25 ——— N° 27

En comparant les graphiques théoriques (GRAPH. III) à ceux de nos expériences (GRAPH. IV), nous avons pu nous rendre compte que la destruction des grains sous l'effet de l'action de l'eau agitée suit le mécanisme II-2 ; arrachement des particules fines qui apparaissent dans la fraction 4, la plus fine, et enrichissement successif des fractions fines, avec atténuation progressive de l'intensité de l'arrachage. Toutefois, on peut supposer, d'après l'allure des courbes, que dans les dess, la première étape de la désagrégation (agitation pendant deux minutes), est le mécanisme II-1, c'est-à-dire la brisure des agrégats.

Dans le graphique V, nous avons comparé les différents sols entre eux suivant la durée de l'agitation. On voit ainsi que l'ensemble des tirs se comporte de la même façon ; seul, le profil du dess paraît s'écarter de ces sols. De même le mécanisme semble jouer dans ces terres avec une intensité propre à chaque profil.

III. Effet du changement de la réaction du milieu

Comme nous l'avons vu dans les pages précédentes l'action mécanique de l'eau agitée ne conduit pas à la dispersion totale de la masse terreuse, même en arrachant les particules fines qui restent au stade de limon. On peut se demander alors dans quelle mesure l'acidification ou la basification du milieu peut conduire au relâchement des liens qui unissent les particules élémentaires et de ce fait, la dispersion de l'argile de ces sols fortement tamponés.

Cette question a été déjà étudiée dans nos travaux précédents (2,5). Ils ont montré que les tirs résistent aussi bien au changement de réaction du sol, surtout dans la zone basique, qu'à la dispersion de l'argile. Toutefois, nous avons cru utile d'étudier à nouveau plus en détails cette question dans nos profils du Gharb.

Les résultats de cette étude réalisée suivant la technique décrite dans notre note sur la dispersion et la migration de l'argile (1) sont exposés dans les pages suivantes.

Comme dans le cas précédents, les valeurs du pH de ces profils restent relativement faibles et ne dépassent pas 9,5 dans la série des tirs, et 10 dans le dess, même dans l'extrait salin préparé avec la soude N/100 (pH = 12). L'abaissement du pH dans la zone acide (HCl N/100) des horizons décalcariés atteint 5,5 dans les tirs noirs et 4,8 dans les tirs bruns (GRAPH. VI).

GRAPHIQUE VI

Légende : niveaux :

Tirs noir — 0- 10

—+ 40- 50

—... 70- 80

— — 90-100

— ··· 120-130

— — 150-160

Tirs brun — 0- 10

—+ 20- 30

—... 60- 70

— — 80- 90

— ··· 120-130

— ··· 150-160

Tirs gris — 0- 10

····· 40- 50

—+ 70- 90

— — 90-100

— ··· 100-120

— ··· 140-160

Tirs de merja — 0- 10

—+ 30- 40

—... 50- 60

— — 70- 80

— — 90-100

— ··· 120-140

— ··· 160-180

Dess — 0- 10

····· 40- 60

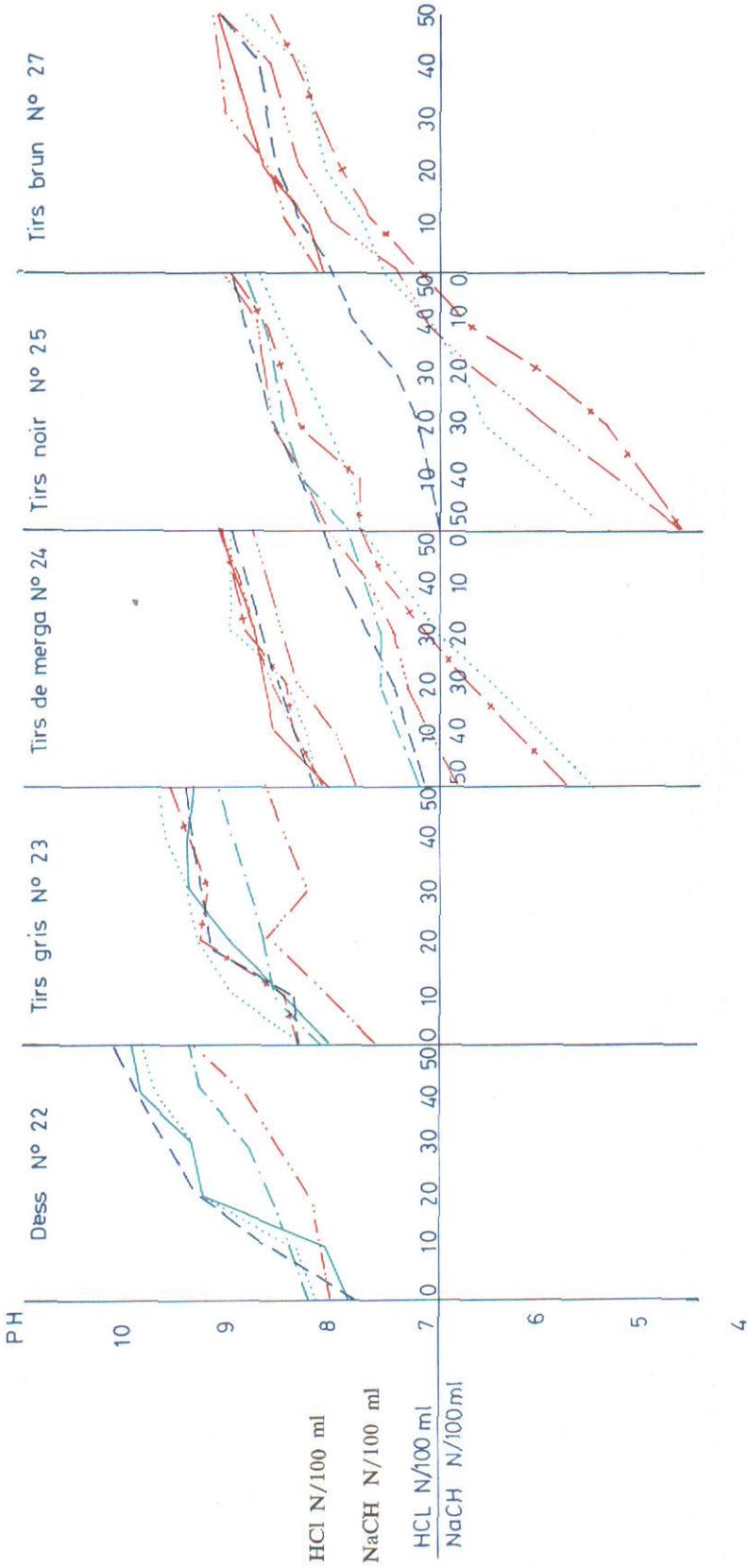
— — 120-140

— — 300-320

—... 340-360

GRAPHIQUE VI

Variations du pH des suspensions au cours de l'acidification ou de la basification du milieu (suspensions)



0 10 20 30 40 50
0 10 20 30 40 50

TABLEAU IV

Taux d'argile « libre » en % de l'argile « totale » en fonction de la réaction des suspensions

Sol	Horizons	pH final	HCl (cc) N/100					H ₂ O	NaOH N/100					pH final	Na échangeable en % de la CEB***
			50	40	30	20	10		0	10	20	30	40		
N° 22	0-10	—	—	—	—	—	15	18	9	10	21	22	10,0	7	
	45-60	—	—	—	—	—	6	5	5	4	6	7	9,9	4	
	120-140	—	—	—	—	—	1	4	11	12	21	29	10,1	4	
	300-320	—	—	—	—	—	3	—	4	4	8	66	9,45	nd	
	340-360	—	—	—	—	—	2	—	3	3	3	9	9,5	nd	
N° 23	0-10	—	—	—	—	—	6	—	10	8	7	16	9,4	7	
	40-50	—	—	—	—	—	2	3	2	3	3	2	9,75	9	
	70-80	—	—	—	—	—	2	3	3	4	—	6	9,75	12	
	90-100	—	—	—	—	—	1	2	2	4	—	2	9,45	15	
	100-120	—	—	—	—	—	0-t	0-t	0-t	0-t	—	0-t	9,15	15	
140-150	—	—	—	—	—	»	»	»	»	—	»	8,8	—		
N° 24	0-10	—	—	—	—	—	3	2	3	3	—	5	9,05	—	
	30-40	—	—	—	—	—	5	2	6	7	—	11	9,2	7	

Suivant le degré de pouvoir tampon de la zone basique *, ces sols se placent dans l'ordre décroissant suivant : dess (pouvoir tampon 1,5 à 2 unités de Sorensen) tirs gris et brun (autour de 1) tirs noir et tirs de merja (au-dessous de 1), le moins tamponé étant le dess et le plus tamponé le tirs de merja. Le même ordre est observé dans la zone acide où le tirs noir (1 à 2 unités de pH) se classe avant le tirs brun (2 à 3 unités).

Les mesures de turbidité des suspensions (argile dispersée en % de l'argile totale) nous montrent que pratiquement, dans la série des tirs aucune libération de l'argile n'a eu lieu, sauf peut être une légère dispersion observée dans le deuxième horizon des tirs des merja (TABL. V).

Les grains des tirs restent donc stables malgré l'augmentation sensible du pH, même dans les horizons où le taux de sodium échangeable dépasse 15 %.

Le taux d'argile libéré serait plus élevé sous l'horizon profond de 20 cm dans la coupe du dess. Dans ce profil on observe même une forte dispersion au niveau de 120 à 140 cm attribuée au tirs gris. Dans ce profil la désagrégation coïncide avec un faible accroissement de la basicité.

Par contre, les apports récents recouvrant le dess et les dépôts actuels du tirs gris (provenant des inondations de 1963) sont très sensibles à la basification du sol. Le taux d'argile libérée atteint en solution sodique, 32 % dans les apports des dess et 16 % dans les dépôts du tirs gris.

IV. Conclusions

En résumé, en ne tenant pas compte pour l'instant du profil du dess, on peut donc caractériser les grains argileux des tirs, l'objet de cette communication, comme étant des assemblages compacts et stables. Leur stabilité augmente de la surface jusqu'à un certain niveau pour diminuer de nouveau en profondeur. Le maximum de résistance semble correspondre aux horizons à structure grossière. Ils s'individualisent nettement après une légère agitation dans l'eau et gardent leur individualité même s'ils sont soumis à l'action du brassage.

* Plus la différence entre la valeur théorique du pli de la concentration donnée et la valeur observée devient grande, plus le pouvoir tampon est faible.

Dans les sols humides ils paraissent former des assemblages « lâches » (agrégats du tamisage humide) qui disparaissent après une légère agitation.

Celle-ci semble provoquer non pas une brisure des agrégats, mais l'arrachage à leur surface d'éléments assemblés ayant la dimension d'une fraction limoneuse et non pas de particules élémentaires argileuses.

La basification du milieu ne semble pas affecter les liaisons qui soudent les particules élémentaires.

En marge de son sujet direct, ce travail apporte aussi une contribution à l'analyse physique des sols, et, en particulier aux conditions du tamisage humide.

Il est nécessaire, du moins pour ce type de sol, de procéder à une courte agitation préalable avant de soumettre l'échantillon au tamisage, l'individualité des grains et les caractères de leur répartition dans les profils apparaissent alors pleinement.

Manuscrit déposé en juillet 1969

مـلـخـص

في هذا التقرير يدرس الباحث حالة بعض الاراضي في وادي المغرب — سواء — باخضاعها لتحريك قوى في داخل الماء أو بتغيرها مقدار حموضية الوقف ان ذرات التربة هي مجموعة قارة ومتماسكة . حيث أن استقرارها يعظم في المظهر الجانبي السطحي الى مقدار معين ثم ينخفض بعد ذلك في العمق وأن الحد الاعلى للأصلاة يظهر أنه يوافق الاعقق ذا اللينة الغير الدقيقة — ان قاعدية الوسط لن تظهر أنها تأثر على الارتباطات التي تلحم الجزئيات البسيطة .

RESUME

Dans cette note l'auteur étudie le comportement de quelques sols du Gharb, soit en les soumettant à une agitation énergique dans l'eau, soit en modifiant le pH des suspensions. Ces grains sont des assemblages stables et compacts dont la stabilité augmente dans les profils de la surface jusqu'à un certain niveau pour diminuer ensuite en profondeur. Le maximum de résistance semble correspondre aux hori-

zons à structure grossière. La basification du milieu ne semble pas affecter les liaisons qui soudent les particules élémentaires.

RESUMEN

En este trabajo el autor estudia el comportamiento de algunos suelos del Gharb, bien sea sometidos a una agitación energética con el agua, ó modificando el pH de las suspensiones. Esos granos son aglomeraciones estables y compactos, en los cuales la estabilidad aumenta en los perfiles de la superficie hasta un cierto nivel para disminuir luego en la profundidad. La máxima resistencia parece corresponder a los horizontes de estructuras groseras. La alcalinidad del medio no parece afectar las uniones que sueldan las partículas elementales.

SUMMARY

The behaviour of some soils in the Gharb is studied by the author, some samples are subjected to mechanical agitation in water, others by changing the pH of the suspension, such soil particles are bound more firmly and compacted. However such firmness increases from the surface down wards to a certain level then decreases with further depth. It seems that the maximum resistance is related to these profile horizons with coarser structure.

The alkalinity of the environment does not appear to have any influence on the binding together of the elementary particles.

BIBLIOGRAPHIE

- BRYSSINE, G. — 1952. Contribution à l'étude de l'évolution des sols sableux. I - Note sur la dispersion et la migration de l'argile. — Trav. Sect. Pédol., Soc. Sc. Nat. et Phys. Maroc, T. 4-5 pp. 11-33, Rabat.
- 1952. Contribution à l'étude des propriétés physiques des sols. III. - Conditions de la disparition de l'état agrégé dans les sols à l'état humide. — Trav. de la Sect. Pédol. Soc. Sc. Nat. Maroc. T. - 6-7, Rabat, pp. 55-69.
- 1956. Note sur l'amélioration des tirs du Gharb. Bull. Soc. Agric. du Maroc. N° 72 (mai), pp. 9-12, Rabat.

- 1965. Les propriétés physiques des tirs du Gharb. — Les Cah. Rech. Agron. **20**, Rabat, pp. 87-279.
- BRYSSINE, G., T. IONESCO et I. BRYSSINE. — 1967. Profils de sols présentés dans le Gharb. — Guide de l'excursion internationale 1966 au Maroc. — Cah. Rech. Agron. N° **25**, Rabat, pp. 227-327
- 1968. Contribution à l'étude des propriétés hydriques des sols marocains. I. - A propos de la capacité de rétention des sols et, en particulier, celle des tirs. — Al Awamia, N° **27**, Rabat, pp. 89-112.