ETUDE DES PROPRIETES PHYSIQUES DES DESS DE L'OUED BEHT
(Sidi Slimane et Mechraâ bou Derra)

G. BRYSSINE

I. INTRODUCTION

1. Aperçu général.

On donne le nom de *dess* aux « sols sur limons alluvionnaires des grands oueds marocains » (13). Ce terme est « utilisé surtout dans le Gharb pour distinguer les sols légers limoneux des tirs (sols noirs) » (13). Dans les Doukkala, les formations limoneuses analogues des zones d'épandage des oueds débouchant dans la plaine portent le nom de *faïd.*

Comme nous l'avons indiqué dans notre précédent travail (5), « Commentaires de la carte des sols du Gharb par P. DIVOUX », « cette région affecte la forme d'une cuvette triangulaire exhaussée en son centre, au niveau des oueds, qui coulent entre les berges surélevées par rapport à la plaine environnante plate et avec laquelle elles se raccordent par des pentes douces »... Des bourrelets riverains accompagnent les cours inférieurs des oueds, Sebou, (le plus important), Beht et R'dom (le moins important). Ils sont constitués par des dépôts plus grossiers que ceux de la plaine, dont la finesse paraît augmenter au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'oued. Dans la plupart des cas, on voit apparaître sous ces dépôts limoneux des formations plus argileuses tirsifiées. Ces dépôts sont donc beaucoup plus récents que ceux de la plaine proprement dite. D'ailleurs, l'extrémité occidentale du bourrelet de l'oued Beht serait formée, d'après les mesures faites à l'aide du carbone 14, au 18e siècle seulement (14).

Al Awamia, **21**, pp. 85-123, octobre, 1966.

A la périphérie, ces formations fluviales passent, très souvent et d'une manière insensible, aux formations argileuses de la plaine, de sorte qu'il serait très difficile de les distinguer des tirs gris.

Dans cette zone, P. DIVOUX distingue deux types de sols, en accord avec les agriculteurs locaux, les *dess légers* et les *dess lourds,* le terme de *dess* désignant les sols alluviaux (5).

Malgré leur importance économique dans la plaine du Gharb proprement dite, où ils couvrent 30 % de la superficie totale, nous relevons peu de travaux consacrés aux dess (voir la bibliographie).

Ceci serait dû, en premier lieu, au fait que ni l'origine des dess, ni leur évolution pédologique ne paraissent poser de problèmes spécifiquement marocains. Ce sont des sols jeunes, peu évolués, formés aux dépens de formations alluvionnaires limoneuses. Les processus de la pédogénèse externe (alluvionnement et érosion) paraissent avoir joué un rôle important dans un passé encore bien récent, avant la construction du barrage d'El Kansera et les travaux d'assainissement de cette plaine. Même actuellement, on observe, lors de grandes crues, l'étalement de dépôts laissés au cours du passage des eaux et qui recouvrent les sols.

En ce qui concerne leurs qualités agricoles, les dess ont une bonne réputation : ils conviennent bien à l'arboriculture, le travail du sol est facile et les agriculteurs s'adaptent bien à ces terres.

Toutefois, au cours de nos prospections dans le Gharb nous étions appelé à procéder (en 1954) à l'étude des sols du lotissement de Mechraâ bou Derra, (près de Sidi Slimane) où l'on avait constaté depuis quelques années, le dépérissement des cultures, agrumes et vignes. Les résultats de cette étude, publiés sous le titre « Aperçu des sols du lotissement de Mechraâ bou Derra » (4) nous ont montré que ce dépérissement était dû, non pas aux propriétés intrinsèques des dess, mais à leur salage excessif en relation avec la présence des eaux souterraines à faible profondeur.

2. Lieux des prélèvements *

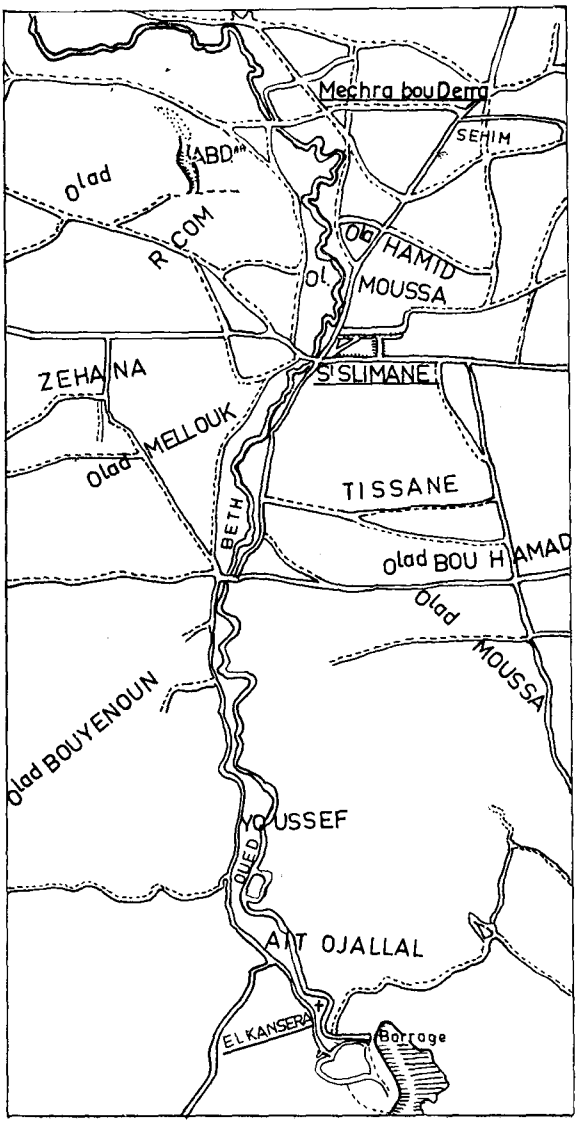
Cette étude, ainsi que la prospection des sols de la région de Sidi Slimane, nous ont permis de réunir un certain nombre de renseignements sur les propriétés physiques des dess légers de l'oued Beht. Nous avons

* Les prélèvements d'échantillons ont été effectués par les personnes suivantes : BRYSSINE-DUCUET (B 208, B 200 et B 210), DESMEULES (de B 226 à B 237) et TAHIRI (B 244, B 251 B 49).

CARTE I

Cours moyen de l'Oued Beht

Lieux de prélèvement



pensé à les présenter dans les pages qui vont suivre. Cette étude porte sur 24 profils, dont le premier a été prélevé dans le cours moyen de l'oued, en aval du barrage d'El Kansera, les 3 autres près de Sidi Slimane et enfin les 20 restants au lotissement de Mechraâ bou Derra (voir CARTE 1 ci-jointe).

Avant d'exposer les résultats de nos études, il nous a paru opportun de donner quelques renseignements géographiques et géologiques sur les lieux de prélèvement de nos profils.

L'oued Beht, né près d'Azrou, coule, après avoir traversé la dernière colline pré-rifaine d'El Kansera, dans une assez large vallée avant d'atteindre la plaine du Gharb à Dar Bel Hamri. Cette vallée est limité à l'est par les contre-forts des collines pré-rifaines et à l'ouest par les formations de Mamora. De Dar Bel Hamri à Sidi Slimane, l'oued traverse l'ancienne terrasse soltanienne ; au-delà de cette dernière localité, il s'enfonce dans les formations rharbiennes en les recouvrant de dépôts récents.

Le profil B-49 (propriété Lombardon) a été prélevé dans la terrasse limoneuse de la première boucle de l'oued après le barrage d'El Kansera.

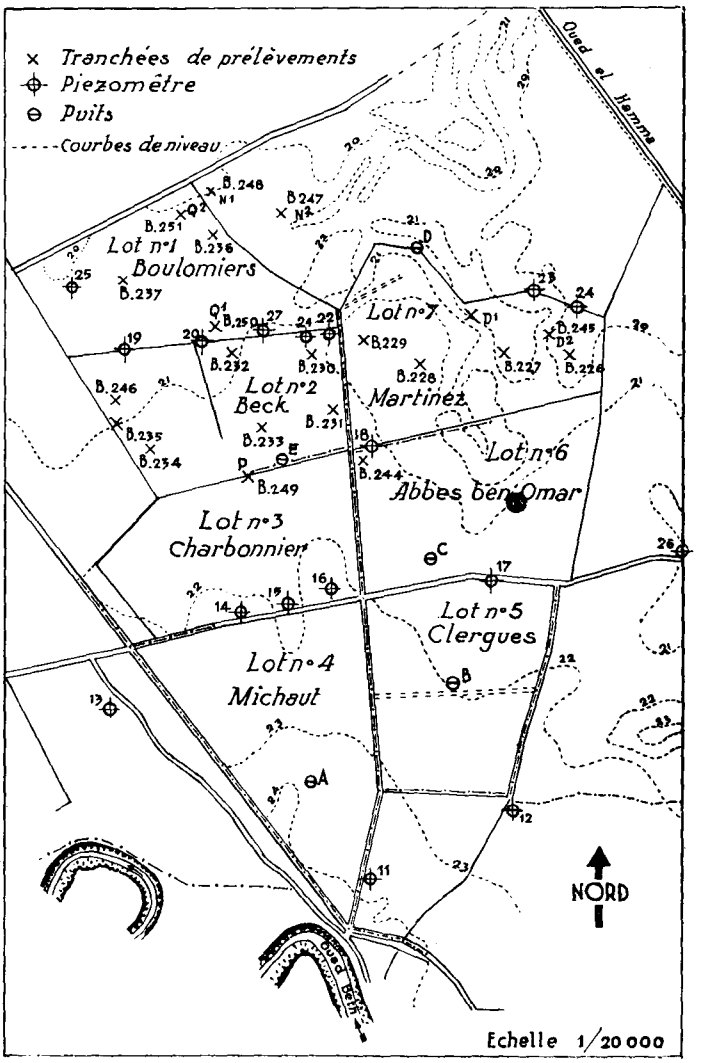
Les trois autres (B-208, B-209 et B-210), à faible distance les uns des autres, se trouvent près de Sidi Slimane, en aval du pont. Dans cet endroit les alluvions récentes recouvrent en partie les formations rouges soltaniennes. Elles paraissent homogènes.

Par contre, la série de profils (de B-226 à B-251) prélevés à Mechraâ bou Derra couvre une surface beaucoup plus grande. Ce lotissement s'étend sur la rive droite de l'oued Beht entre les cotes 20 et 24 (voir CARTE II). Relativement uniforme à l'ouest (lots 1 et 2), la surface du sol devient assez ondulée à l'est (lot 7), où l'on rencontre de larges dépressions (deux à l'intérieur du lot 7) séparées par des crêtes ; un véritable talweg traverse d'ailleurs, du sud au nord, ce même lot. A l'est du lot 7, on passe progressivement à la basse plaine du Gharb, couverte de tirs et drainée à la surface, dans cette zone, par l'oued El Hamma. A l'ouest, le lotissement est limité par le lit profond de l'oued Beht (cote de 12 m). Une sorte de crête, orientée du sud au nord, bien individualisée dans les lots 2 et 3 et qui s'abaisse ensuite progressivement vers le nord, sépare les versants des oueds Beht et El Hamma (actuellement canalisé).

Cette partie de la plaine du Gharb est formée des dépôts alluvionaires de l'oued Beht, qui, à une époque assez récente, a dû se perdre

CARTE II

Lotissement de Mechraâ Bou Derra



dans les dépressions marécageuses du Gharb en formant une sorte de delta. Ces dépôts récents et superficiels paraissent recouvrir les anciennes formations argileuses, visibles en profondeur dans les tranchées creusées dans la partie nord du lotissement (Voir GRAPH. 1, coupes géologiques). Au centre du lotissement, ces alluvions sont représentées par une formation complexe limono-sableuse en forme de lentille, qui semble constituer la crête sud-nord des lots 2 et 3 déjà cités. Très sableuse et grossière dans la partie ouest du lotissement, vers l'oued Beht, elle devient moins riche en sable grossier vers l'est. A la périphérie, cette lentille limono-sableuse est recouverte par des dépôts limoneux, sableux à la base, plus argileux vers le haut, tandis que les dépressions du lot 7 sont remplies par des formations fortement argileuses.

La répartition des dépôts dans le sous-sol du lotissement est plus compliqueé en réalité que ne le laisse entendre ce schéma, chose du reste normale dans une basse plaine d'alluvionnement où plusieurs lentilles, tantôt plus sableuses, tantôt plus argileuses, s'intercalent à faible distance (4).

3. Méthodes employées.

Les méthodes employées pour caractériser les propriétés physiques des dess de l'oued Beht sont celles que nous employons habituellement pour ce type d'étude. Ces méthodes d'analyses et d'interprétation ont été décrites dans notre « Etude des propriétés physiques des tirs du Gharb ».

Nous essayerons, dans la présente note, de mettre en évidence, d'une part, les caractères intrinsèques de ces sols et, d'autre part, les modalités de leur utilisation en relation avec ces caractères.

Comme nous l'avons vu dans la partie réservée à la description des lieux de prélèvement, les profils sont assez hétérogènes. Pour se rendre compte, soit des variations de la composition suivant la profondeur, soit de l'évolution de l'état d'agrégation ou d'agglomération dans les profils, nous avons calculé les moyennes par couches de 10 cm d'épaisseur. Les résultats de ces calculs sont présentés sous forme de graphique (GRAPH. III et V). L'étude de ceux-ci nous a permis, en vue de simplifier l'interprétation des résultats analytiques, de diviser le « profil moyen » des graphiques en couches de 30 cm, d'épaisseur assez caractéristiques. Au cours de nos études statistiques, nous avons comparé ces couches entre elles afin de nous rendre compte des changements éventuels de la composition ou de la constitution des sols suivant la profondeur. Le nombre relativement élevé des prélèvements nous a permis d'appliquer les

méthodes des calculs statistiques à l'interprétation des résultats analytiques.

Nous avons d'abord calculé les moyennes, soit de différentes déterminations, soit des rapports ou des indices. L'étude de ces moyennes montre que les résultats obtenus sont assez hétérogènes. D'une manière générale, les valeurs du coefficient de variabilité dépassent 20 %. Cette grande variabilité des moyennes peut provenir d'erreurs d'analyse ou bien de l'hétérogénéité du milieu.

Nous avons recherché ensuite les relations entre les différents caractères des sols en calculant les coefficients de corrélation.

Pour ne pas surcharger notre travail, nous ne reproduisons dans le texte que les valeurs des moyennes et des coéfficients de corrélation ; pour les résultats de nos calculs, nous signalerons seulement si ces valeurs sont significatives ou non.

Vu l'abondance des données, les tableaux analytiques ne seront pas non plus reproduits. *

I. COMPOSITION DES SOLS

1. Partie minérale.

a. *Composition granulométrique.*

La composition granulométrique moyenne est représentée dans le taleau 1 (*a* à *e*). La lecture de ces chiffres nous montre qu'il s'agit de dépôts en majeure partie limoneux. Ces dépôts semblent être assez sableux dans la région de Sidi Slimane si l'on en juge d'après ces données En effet, dans ces sols le taux de fraction sableuse fine oscille autour de 42 % contre 27 % pour l'argile et 25 % pour le limon. Par contre, à Mechraâ bou Derra, situé plus en aval, ces dépôts sont beaucoup plus fins. Ici, les taux moyens d'argile montent jusqu'à 29-36 %, celui du limon oscille autour de 30 %, tandis que le taux du sable fin tombe à 30-38 %, suivant les horizons.

Toutefois, à Mechraâ bou Derra la présence de nombreux lits, tantôt argileux, tantôt sableux (GRAPH. II), rend la composition granu-

* Toutefois, les personnes intéressées pourront les demander à l'auteur.

TABLEAU I.

Composition granulométrique et calcaire.

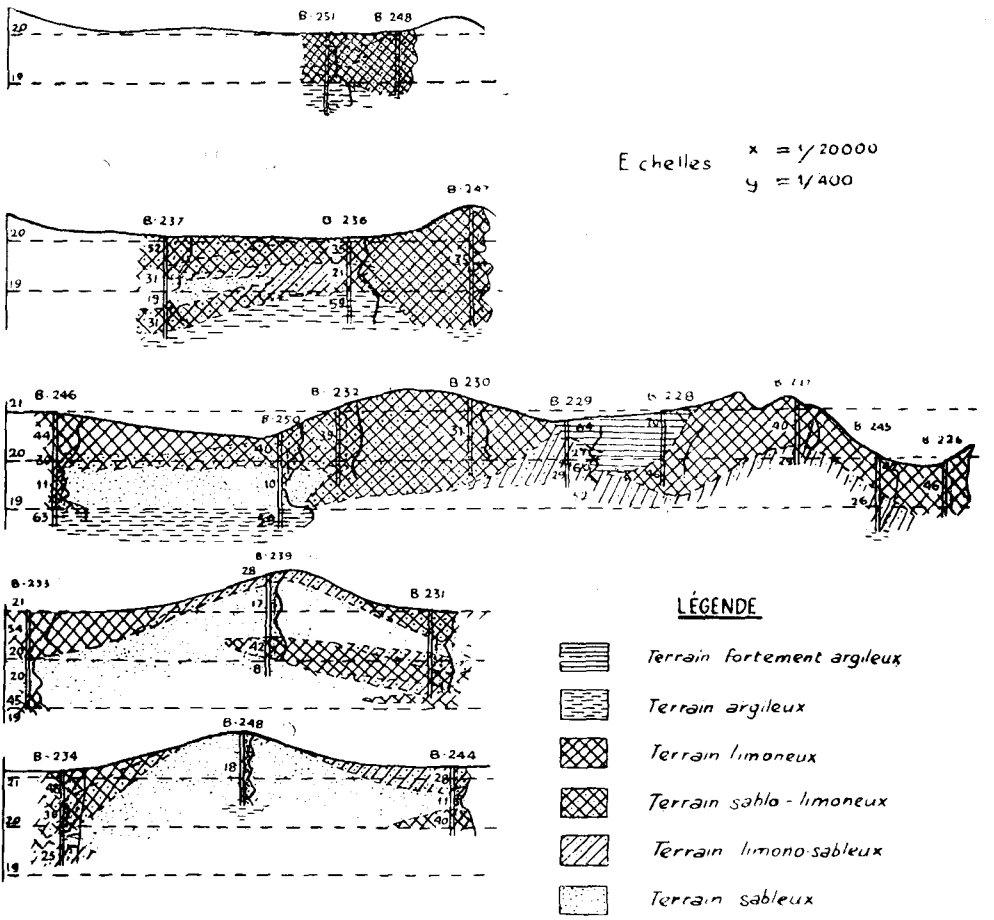
Résultats analytiques et calcul des indices.

Lieu de prélèvement	Horizons	Etude des moyennes			
		M	12 m	6 *	CV
Argile			**a**		
Sidi Slimane	Profil	27,1	4,2	7,1	26
Mechraâ bou	0- 30 I	36,2	4,3	13,1	36
Derra	30- 60 II	33,3	4,2	11,9	36
	60- 90 III	29,8	5,7	16,3	55
	90-110 IV	25,4	4,9	14,1	56
	110 + V	28,7	4,7	16,3	57
Limon			**b**		
Sisi Slimane	Profil	24,5	5,8	9,9	40
Mechraâ bou	0- 30 I	31,0	3,4	10,4	33
Derra	30- 60 II	29,8	3,5	10,1	34
	60- 90 III	27,3	3,7	10,7	39
	90-110 IV	28,4	4,9	14,2	50
	110 + V	30,7	3,9	12,9	42
Sable fin			**c**		
Sidi Slimane	Profil	41,9	5,0	8,8	21
Mechraâ bou	0- 30 I	30,4	4,7	14,3	47
Derra	30- 60 II	33,9	5,3	15,2	45
	60- 90 III	37,9	6,6	18,9	50
	90-110 IV	36,1	6,4	18,4	51
	110 + V	33,4	6,2	21,7	65
Sable grossier			**d**		
Sidi Slimane	Profil	4,5	1,8	3,0	67
Mechraâ bou	0- 30 I	3,1	2,4	7,0	227
Derra	30- 60 II	3,6	2,2	7,7	214
	60- 90 III	7,6	5,3	11,8	155
	90-110 IV	14,1	8,5	21,3	151
	110 + V	8,7	5,1	15,3	176
CS			**e**		
Sidi Slimane	Profil				
Mechraâ bou	0- 30 I	40,2	4,3	14,1	35
Derra	30- 60 II	34,1	4,1	12,5	37
	60- 90 III	31,9	5,0	15,8	49
	90-110 IV	30,5	5,3	13,9	46
	110 + V	32,5	4,2	16,7	52
CO_3Ca			**f**		
Sidi Slimane	Profil	10,3	0,8	1,5	15
Mechraâ bou	0- 30 I	7,7	1,1	3,6	46
Derra	30- 60 II	9,9	1,2	3,5	35
	60- 90 III	12,7	1,1	3,3	26
	90-110 IV	11,2	1,3	4,0	35
	110 + V	16,1	0,8	2,8	28
Calcaire actif % calcaire total					
Sidi Slimane	Profil				
Mechraâ bou	0- 30 I	65,8	12,6	41,6	63
Derra	30- 60 II	51,4	10,9	33,9	66
	60- 90 III	38,1	6,1	41,6	51
	90-110 IV	42,7	11,2	25,5	57
	110 + V	45,6	6,6	25,5	57

* Ecart-type.

GRAPHIQUE I

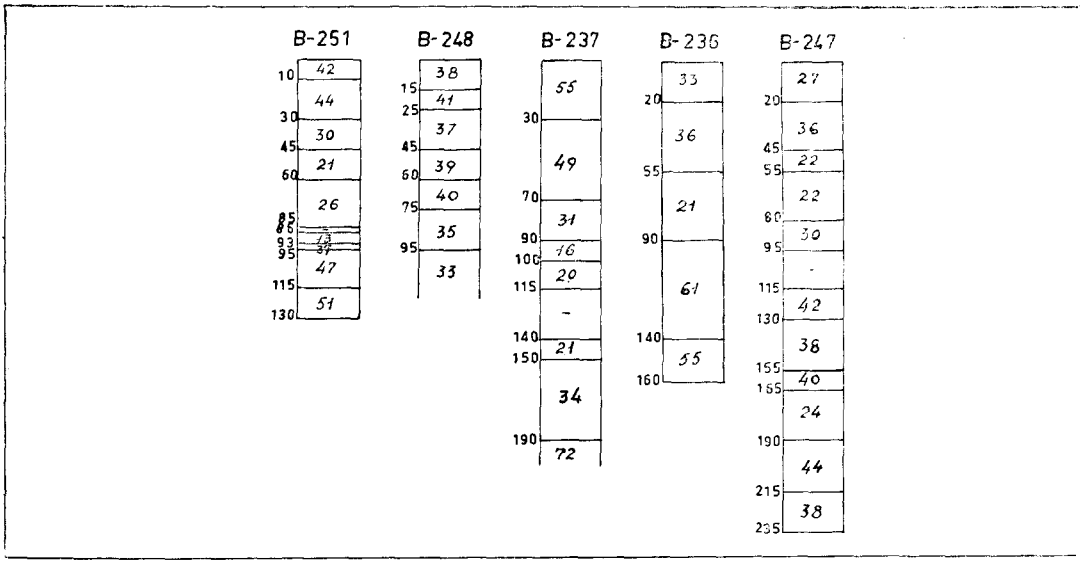
Coupes géologiques

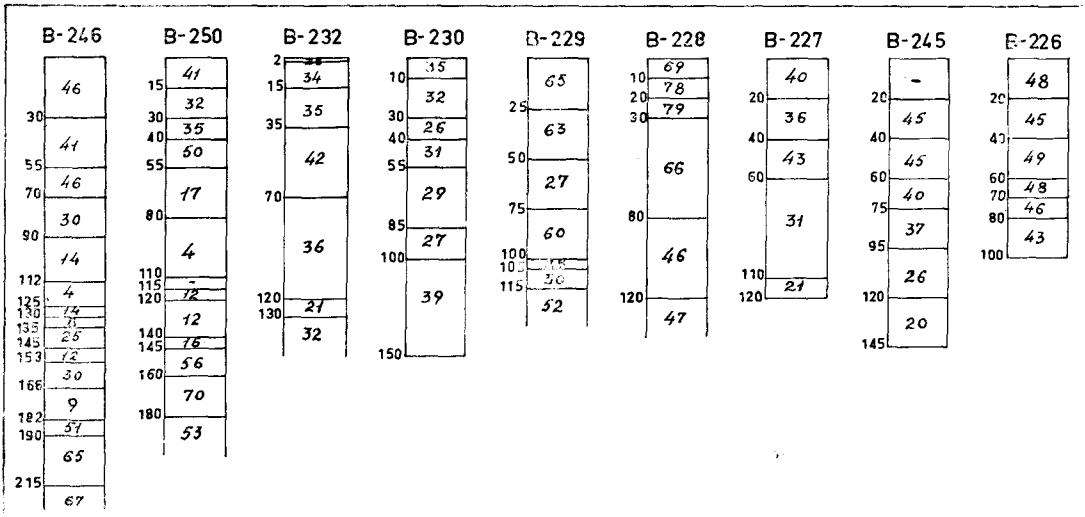


lométrique de ces terres bien variable ; d'une manière générale elle devient plus grossière avec la profondeur. Cet accroissement de « rudesse » de la *composition granulométrique*, traduit par la diminution des valeurs du coefficient CS (GRAPH. III a), est dû surtout à la diminution du taux de la fraction argileuse vers le bas des profils, comme il ressort du tableau I. Seules, les valeurs de l'argile des différents horizons sont significativement différentes les unes des autres ; les taux de limon et de sable fin ne le sont pas.

GRAPHIQUE II a, II b et II c

Composition granulométrique. — (Cs) *des profils de Mechraâ bou Derra*





Cet accroissement de l'hétérogénéité des dépôts avec la profondeur est traduit aussi par l'accroissement des valeurs du coefficient de variabilité. Les variations des valeurs de ce coefficient avec la profondeur sont bien significatives (coefficient de regression = 0,86, degré de signification P = 0,001). L'accroissement des valeurs du coefficient de variabilité correspond à l'apparition, au-dessous de 60 cm de profondeur, de lits argileux ou sableux ; les horizons supérieurs sont homogènes.

Pour caractériser la fraction argileuse de ces terres, nous reproduisons dans le graphique III et le tableau II ci-joints quelques résultats de l'analyse minéralogique du profil B-209. Comme on peut le voir d'après ce tableau, la fraction argileuse est caractérisée par la présence d'illite, de montmorillonite et d'interstratifiés, accompagnés de chlorite, de vermiculite et de kaolinite. La comparaison des courbes de ATD des différents horizons laisse penser que le taux de montmorillonite augmente vers la surface. Contrairement aux tirs du Gharb, sols homogènes et essentiellement argileux, les dess de l'oued Beht paraissent donc comme des sols à composition granulométrique moyenne, sans prédominance d'une fraction bien déterminée. La composition granulométrique peut varier dans le profil, non pas d'une manière continue mais assez brusquement, par l'apparition dans la masse d'alluvions limoneuses de lits sableux ou argileux.

b. *Calcaire.*

Le taux du calcaire est faible (TABL. I f) : en moyenne, il oscille entre 7,7 et 12,7 % dans les profils de Mechraâ bou Derra, autour de 10 % dans les profils de Sidi Slimane. D'après le graphique III b, on observerait, vers 70-80 cm de profondeur, une zone d'accumulation de

TABLEAU II.

Composition minéralogique de la fraction argileuse du profil B - 209

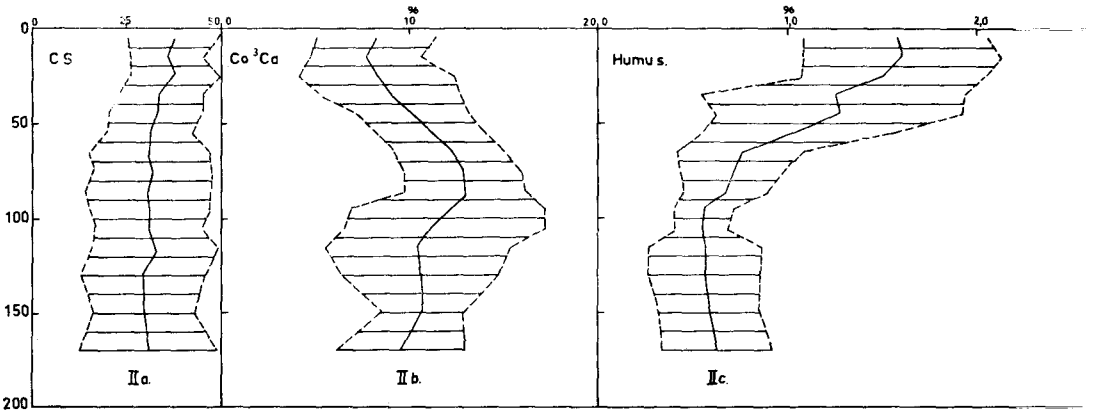
	I	C	V	M	In	K	Fe	Al	Q	Cal	Ap	A	S
30-45	m	f	abs	mf	mf	f	ff	abs	ff	f	Sf	t?	abs
70-85	m	ff	f	m	m	f	t	t	ff	f	t	t?	t?
105 +	m	f	ff	mf	mf	f	t	t	ff	f	t?	abs	abs

Observations : I — illite ; C — chlorite ; V — vermiculite ; M — Montmorillonite ; In — interstratifiés ; K — kaolinite ; Fe — hydroxydes de fer ; Al — hydroxydes d'aluminium ; Q — quartz ; Cal. — calcite ; Ap — apatite ; A — attapulgite ; S — sépiolite.

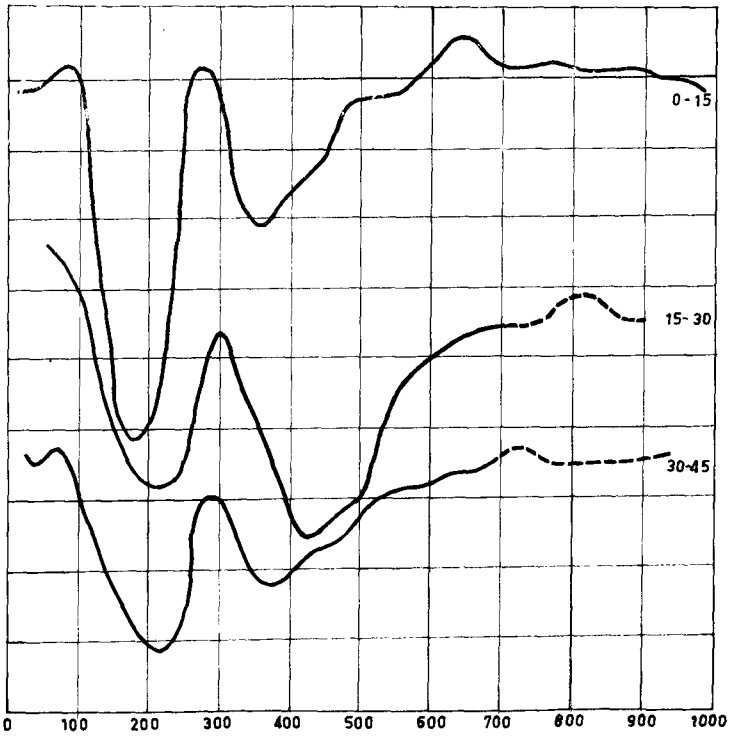
GRAPHIQUES III et IV

Composition des sols

Variation de la composition granulométrique du taux de calcaire et d'humus suivant la profondeur.



Analyse thermique du profil 209



cet élément dont le taux serait de l'ordre de 12,7 % contre 7,7 % dans les horizons superficiels et de 10,1 % dans les horizons profonds. Toutefois, la comparaison des moyennes nous permet seulement d'affirmer que les horizons supérieurs (0-30 et 30-60) sont significativement plus pauvres en cet élément que les horizons sous-jacents. De plus, le premier horizon est plus pauvre que le second. Les moyennes des horizons profonds ne sont pas significativement différentes les unes des autres.

Cette allure de la répartition moyenne du calcaire dans les profils suggére son lessivage des horizons supérieurs et son accumulation en profondeur. Or, l'étude attentive des chiffres d'analyses nous montre que le taux du calcaire peut varier brusquement d'un horizon à l'autre. On peut observer aussi des couches peu ou pas calcaires prises « en sandwich » entre deux couches bien calcaires. Ces observations nous laissent supposer qu'il s'agirait, dans ce cas, non pas du lessivage des carbonates mais de leur répartition hétérogène due à la sédimentation. Les alluvions récentes sont donc moins calcaires que les alluvions plus anciennes.

Il faut noter aussi l'indépendance, au moins apparente, de la teneur en calcaire à l'égard de la composition granulométrique. Ainsi, les horizons ayant une composition granulométrique différente, peuvent avoir le même taux de calcaire. Inversement, le taux de calcaire dans un profil, homogène du point de vue granulométrique, peut changer brusquement quand on passe d'un horizon à l'autre.

En ce qui concerne la « finesse » du calcaire, traduite par le rapport 100 calcaire actif/calcaire total (TABL. 1g), on peut observer que cet élément paraît se trouver dans les dess sous forme grossière. En effet, ce rapport varie autour de 50-60 % dans les deux premiers horizons (0-60 cm) et baisse jusqu'à 38 % dans les horizons profonds. Les différences entre le premier horizon et les horizons sous-jacents sont nettement significatives. On pourrait penser que cette différenciation de la finesse du calcaire, suivant le profil, serait due à sa transformation dans les horizons supérieurs. Mais ces horizons supérieurs sont nettement à texture plus fine. Or, il existe une corrélation étroite entre la composition granulométrique représentée par l'indice CS, et le rapport 100 calcaire actif/calcaire total (coefficient de régression $R = 0,55$, nombres de couples de 157, degrés de probabilité $P = 0,001$). D'après cette corrélation, la finesse du calcaire augmente avec la finesse de la composition granulométrique. Il est donc difficile de se prononcer à ce sujet ; le problème de l'état du calcaire dans les dess reste à étudier.

c. *Complexe absorbant.*

Notons d'abord que les valeurs de la capacité d'échange des bases sont en relation étroite avec la composition granulométrique : elles deviennent relativement élevées dans les horizons à texture fine et diminuent dans les horizons à texture grossière sableuse (TABL. II et IV). Pour les sols limoneux, qui représentent la majorité du lotissement de Mechraâ bou Derra, les valeurs de la capacité d'échange des bases oscillent autour de 20 méq. Elle est plus élevée pour la même composition granulométrique dans les horizons supérieurs que dans les horizons profonds. Cette augmentation de la capacité d'échange des horizons supérieurs paraît être due à l'abondance relative de la matière organique dans ces horizons.

La dynamique du complexe absorbant des horizons supérieurs est caractérisée par sa saturation en calcium, mais à partir de 30-40 cm, on voit apparaître le magnésium échangeable, dont le taux dans certains profils peut dépasser 50 % de la capacité totale d'échange des bases. De plus, les horizons profonds de ces sols limoneux s'enrichissent en sodium échangeable, qui, dans certains cas, peut constituer le tiers des bases échangeables.

Nous sommes donc en présence ici de sols dont les horizons profonds sont nettement solontzeux avec des pH souvent supérieurs à 9. Toutefois, malgré la présence de sodium échangeable, l'aspect des profils ne traduit pas l'état solontzeux de ces sols, cela peut-être en relation avec leur salure élevée, qui empêcherait la dispersion des colloïdes du sol

TABLEAU III.

Complexe absorbant

(*Dess de Sidi Slimane*)

N°	Horizon	CEB	Cations échangeables % CEB			
			Ca	Mg	Na	K
	0- 30	12	71,5	23,5	3,5	1,5
B-208	30- 45	10	74,0	21,5	3,0	1,5
	70- 85	13	50,0	43,0	6,0	1,0
	0- 15	16	62,0	28,0	2,0	8,0
	15- 30	14	73,5	21,0	2,5	3,0
B-209	30- 45	16	74,0	20,0	4,0	2,0
	70- 85	11	67,5	25,0	6,0	1,5
	115-130	12	72,5	20,0	6,5	1,0

CEB — Capacité d'échange des bases en milliéquivalents pour 100 g de terre.

TABLEAU IV — a

Complexe absorbant

(Dess de Mechraâ bou Derra)

N°	CS	CEB	Cations échangeables % CEB				pH
			Ca	Mg	Na	K	
1	2	3	4	5	6	7	8
B-244							
0-15	28	19	77	18	3,5	1,5	8,3
25-55	26	15	67	25	6,5	1,5	8,35
55-60	23	14	64,5	28	6,5	1	8,4
60-85	11	9	60	30	9	1	8,4
85-112	35	18	35	51,5	12,5	1	8,9
112-140	44	21	71	28	0	1	8,95
B-249							
0-8	24	11	78,5	5,5	4	12	
8-15	19	11	76,5	9	3,5	11	
15-30	22	12	81,5	7	4	7,5	
30-45	23	14	46,5	36	11	6,5	
58-70	14	9	32,5	52	8	7	
70-85	16	8	9	73	11	7	
85-110	12	9	17,5	65,5	10	7	
110-130	21	10	8	75	10	7	
130-135	18	6	14	56	24	5,5	
B-245							
0-20	—	24	63,5	30	5	1,5	8,9
20-40	45	31	67,5	27	4	1,5	8,5
40-10	45	34	72	23,5	3,5	1	8,65
60-75	40	19	14	68	10	1,5	8,7
145 +	—	8	39	55	4,5	1,5	9,2
B-246							
0-20	46	25	82,5	14,5	1,5	1,5	8,75
30-55	41	24	82,5	13,5	2,5	1,5	8,7
55-70	46	21	62,5	28	7,5	2	8,1
70-90	30	13	49,5	40,5	3	1	8,3
90-112	14	10	34,5	51,5	13	1	8,8
112-125	4	4	3	79	17	1	8,8
125-130	14	10	26	62	11	1	9,3
130-145	8	6	34,5	51	14,5	0	9,0
159-166	30	10	23	76	0	1	9,25
210 +	65	18	13	61,5	24,4	1	9,35
225 +	67	20	1	79	19	1	9,35

TABLEAU IV — b

Complexe absorbant

(*Dess de Mechraâ bou Derra*)

N°	CS	CE	Cations échangeables % CEB				pH
			Ca	Mg	Na	K	
1	2	3	4	5	6	7	8
B-247							
0-20	27	10	77	8,5	3	11	8,15
20-45	36	15	73	21	1,5	4,5	8,3
45-55	22	9	61,5	28	3,5	4	8,85
55-80	22	9	27	65	2,5	2,5	9,0
80-95	30	12	40	52,5	6	1,5	9,25
95-110	—	17	46	44,5	8	1,5	9,55
110-130	42	17	23,5	61,5	13,5	1,5	9,65
130-155	38	17	27	60,5	11,5	1	9,3
155-167	25	12	21,5	67,5	9,5	1,5	9,55
167-190	24	9	8	78	11,5	1,5	9,35
190-215	44	16	24,5	60	13,5	1,5	9,15
215 +	38	13	19,5	67,5	11,5	1,5	9,5
B-248							
0-13	38	22	75	20,5	2,5	2	
13-26	41	22	81,5	15	2	1,5	
26-46	37	20	72	25	2	1	
46-61	39	17	68	28,5	2	1	
61-72	40	15	57,5	37,5	3,5	1,5	
72-95	35	12	48	45,6	5	1	
95 +	33	12	36	46,5	16	1,5	

d. *Salure...*

Pour ne pas surcharger notre article de données qui ne sont pas en relation directe avec le sujet traité — propriétés physiques des dess —

TABLEAU IV — c

Complexe absorbant

(Dess de Mechraa bou Derra)

N°	CS	CE	Cations échangeables % CEB				pH
			Ca	Mg	Na	K	
1	2	3	4	5	6	7	8
B-250							
0-15	41	18,5	82,5	12	4	1,5	
15-30	32	17,5	86,5	8	4	1,5	
30-40	35	16	80	13,5	5	1,5	
40-55	50	10,5	67	19	12,5	1,5	
55-80	17	9,5	61,5	21,5	16	1	
80-110	4	4,5	28	44,5	22	1	
110-115	nd	13,5	31	48	20	1	
115-120	12	11,5	31,5	48,5	18	1	
120-140	12	9,5	16	59,5	21,5	1	
140-145	16	11	20,5	51	26	1	
145-160	56	21	20	51,5	26,5	1	
160-180	70	29	4	61,5	33,5	1	
200 +	53	25	6,5	60	32,5	1	
» »	—	20	6,5	18,5	73	2	
B-251							
0-10	42	22	73	15,5	8,5	2	
10-30	44	22	74	15	8,5	1,5	
30-45	30	17	48,5	31	17	1,5	
45-60	21	11	33	43,5	21	1,5	
60-85	26	13	37	40	20,5	1,5	
86-93	13	11	21	49	26,5	1,5	
93-95	37	18	22,5	48,5	26,5	1,5	
95-115	47	25	20,5	30,5	22	1	
115-130	51	26	11,5	48,5	38	1	

nous ne les reproduisons pas. Quelques éléments sur la salure de ces sols sont donnés dans notre « Aperçu sur les sols de Mechraâ bou Derra ». Nous renvoyons les lecteurs à cet article.

Indiquons seulement que la valeur moyenne de la salure totale est égale à :

87 méq dans les premiers 100 cm,

114 méq en profondeur.

Les horizons profonds sont donc plus salés que ceux de la surface. D'une manière générale, cette allure de la répartition des sels dans les profils se maintient dans presque tous les sols étudiés. Dans quelques cas on constate l'accumulation des sels en surface (profil B-251).

L'allure générale de la répartition des sels dépend aussi de la composition granulométrique des terrains. Dans les sols plus ou moins homogènes le taux des sels augmente régulièrement avec la profondeur, ou bien il reste plus ou moins constant dans toute la masse du sol, avec, toutefois, une tendance à s'accumuler vers le bas. Par contre, dans les profils à roche-mère complexe, la répartition des sels est très variable d'une couche à l'autre, avec des zones d'enrichissement à certains niveaux. Enfin, dans quelques profils, il existe un véritable horizon d'accumulation des sels et la salure diminue aussi bien vers le bas que vers le haut.

Parmi les anions, ce sont les chlorures qui prédominent. L'augmentation de la salure du sol correspond généralement à l'augmentation du taux d'ion chlore. Le taux des sulfates est faible, tandis que celui des bicarbonates est relativement plus élevé. Il faut noter aussi l'apparition des carbonates calcaires, surtout en profondeur. Le cation prédominant est le sodium. Les cations alcalino-terreux apparaissent en haut des profils et diminuent avec la profondeur.

2. Matière organique.

a. *Humus.*

Les sols sont relativement bien pourvus en humus avec des valeurs moyennes dans les premiers 30 cm variant autour de 1,66 % (TABL. V a). En réalité, le taux de cet élément peut dépasser 2,0 % dans les premiers 20 cm. Il diminue progressivement et assez rapidement avec la profondeur (GRAPH. II c).

La comparaison des moyennes nous montre que les taux sont bien différents quand on passe d'une couche à l'autre. A partir de 90 cm ce taux reste faible et ne change plus : les différences trouvées ne sont pas significatives. L'étude des moyennes reflète la grande variabilité des résultats, le coefficient de celle-ci dépassant 30 %. Le taux de l'humus et sa répartition sont propres à chaque profil. C'est surtout en profondeur, à partir du deuxième horizon, que les variations sont assez élevées, celles du premier horizon étant relativement modérées.

b. *Azote.*

Ces sols sont moyennement riches en azote (TABL. V. b). Sa répartition dans les profils est analogue à celle de l'humus. Toutefois, la diminution du taux d'azote est moins rapide que celle de l'humus et sa variabilité d'un profil à l'autre, moins grande. Ainsi, le taux d'azote passe de 1,54 % dans le premier horizon à 0,96 % dans le troisième, contre 1,66 % et 0,77 % pour l'humus. En ce qui concerne le coefficient de variabilité, il est de 18 % pour le premier horizon (32 % pour l'humus) et de 30 % dans le deuxième (47 % pour l'humus).

Comme dans le cas de l'humus, il n'y a pas de différence significative entre les troisième et quatrième horizons ni entre le quatrième et le cinquième.

TABLEAU V

Matière organique

Résultats analytiques et calcul des indices

Lieu de prélèvement	Horizon	Etude des moyennes			
		M	± 2 m	6 *	CV
Humus			**a**		
Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	0- 30 I	1,66	0,17	0,53	32
	30- 60 II	1,29	0,21	0,61	47
	60- 90 III	0,77	0,14	0,35	46
	90-110 IV	0,56	0,29	0,86	154
	110 + V	0,59	0,09	0,32	54
Azote			**b**		
Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	0- 30 I	1,54	0,09	0,28	18
	30- 60 II	1,24	0,13	0,37	30
	60- 90 III	0,96	0,12	0,34	35
	90-110 IV	0,84	0,09	0,26	31
	110 + V	0,81	0,08	0,30	37
C/N			**c**		
Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	0- 30 I	6,2	0,5	1,6	25
	30- 60 II	5,9	0,8	2,4	41
	60- 90 III	4,9	0,8	2,2	45
	90-110 IV	4,0	0,5	1,6	40
	110 + V	4,2	0,2	0,6	50

* Ecart-Type.

c. *Rapport C/N.*

Cette répartition réciproque de l'humus et de l'azote conduit à une richesse en azote de la matière organique, avec le rapport moyen C/N égal à 6 dans le premier horizon et à 4 en profondeur.

Il faut noter aussi que les valeurs du rapport C/N dans l'horizon supérieur sont plus homogènes (TABL. V c) qu'en profondeur.

TABLEAU VI

Complexe absorbant

Résultats analytiques et calcul des indices
Etude des moyennes

	Régions	M	± 2 m	6 *	CV
HM	Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	5,2	0,6	2,8	54
Lip	Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	17,7	0,6	2,4	14
LA	Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	28,8	0,9	3,5	15
HE	Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	24,8	1,4	6,4	26
Lsp	Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	33,1	1,4	5,4	16
LF	Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	50,5	2,3	8,5	17
IM	Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	6,1	0,5	1,8	30
IP	Sidi Slimane Mechraâ bou Derra	15,7	1,0	3,6	23

Observations : HM — hygroscopicité maximum ; Lip — limite inférieure de plasticité ; LA — limite d'dhésivité ; HE — humidité équivalente ; Lsp — Limite supérieure de plasticité ; LF — Limite de fluidité ; IM — indice de maniabilité ; IP — indice de plasticité.

* Ecart-type.

3. Propriétès hydriques.

Dans le tableau VI nous reproduisons les valeurs moyennes numériques des constantes hydriques — hygroscopicité maximum et humidité équivalente —, d'une part, et celles des limites mécaniques, d'autre part. Nous donnons en outre, dans les mêmes tableaux, les valeurs des indices de plasticité et maniabilité. Il faut remarquer que ces dess sont des sols assez plastiques avec l'indice IM = 15,7 et peu maniables avec IM = 6,1.

Les valeurs de ces constantes sont en relation étroite avec la composition granulométrique, comme il ressort de l'étude des chiffres du tableau VII. Dans tous les cas, sauf pour l'indice de maniabilité, la corrélation entre les valeurs de ces constantes, hydriques et mécaniques, et la composition granulométrique, exprimée par l'indice CS, est hautement significative.

TABLEAU VII

Corrélation entre les valeurs des constantes hydriques et mécaniques et la composition granulométrique CS

Constantes ou limites	Coefficients de corrélation	nombre de couples
HM	0,88	79
Lip	0,79	53
LA	0,84	53
HE	0,82	81
Lsp	0,85	53
LF	0,86	52
IP	0,51	44
IM	0,28	44

On observe aussi des corrélations mutuelles entre ces différentes constantes. Nous les avons calculées pour la relation CH = f (LA) (constante hydrique = fonction de la limite d'adhésivité). Les résultats de ces calculs sont donnés dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII.

Corrélations mutuelles des constantes. Valeurs du coefficient de corrélation pour les relations CH = f (LA)

Constantes ou limites	Coefficients de corrélation	nombres de couples
Lip	1,00	55
HE	0,67	54
Lsp	0,75	55
LF	0,84	54

Ces corrélations sont hautement significatives.

Notons que dans ces sols les valeurs de la limite d'adhésivité sont proches de celles de l'humidité équivalente : LA/HE = 23,8/24,8 = 0,96. On peut supposer que dans ces terres la capacité de rétention en place serait voisine de l'humidité équivalente, la limite d'adhésivité étant considérée comme la limite supérieure de la porosité capillaire. Malheureusement, nous n'avons pas pu mesurer l'humidité du sol correspondant à la capacité au champ. Toutefois, les observations faites sur l'état hydrique de ces sols au moment de l'étude des profils et des prélèvements semblent confirmer ce point de vue. En effet, les déterminations de l'humidité du sol « au moment du prélèvement » nous montrent que les valeurs de cette humidité étaient voisines de celles de la limite d'adhésivité (profils B-228, B-229, B-231, B-232, B-236). Or, l'humidification des profils était due, non pas aux eaux de pluie ou d'irrigation, mais à la remontée capillaire des eaux de la nappe phréatique proche de la surface dans le lotissement de Mechraâ bou Derra. L'humidité des sols à cette époque peut donc être considérée comme étant voisine des chiffres de leur capacité de rétention.

Il faut souligner que la remontée capillaire paraît être bien répandue dans ces terres.

II. CONSTITUTION DES SOLS. STRUCTURE

Ce chapitre est consacré à l'étude des caractères structuraux des dess. La première partie est réservée aux recherches sur le mode d'assemblage des particules élémentaires, aussi bien dans les sols secs (agglomération) que dans les sols humides (agrégation). Dans la deuxième partie nous passerons en revue les caractères de la porosité, autre

élément important de la structure. Enfin, nous terminerons par quelques considérations sur les modalités de la stabilité des états structuraux.

1. Etat d'agrégation.

Les résultats du tamisage humide nous montrent que ces sols sont constitués surtout par des agrégats sableux fins dont les taux moyens varient entre 66,5 % et 71,9 % suivant les horizons (TABL. IX *a* à *d*). Le taux des agrégats limoneux oscille autour de 20 % jusqu'à 1,10 m. au-delà, il croît légèrement d'une manière significative. On remarque aussi que les horizons supérieurs sont plus riches en agrégats sableux grossiers.

Comme résultats de cette composition structurale de ces sols à l'état humide, le diamètre moyen des agrégats fictifs G_{af} oscille en moyenne entre 0,24 mm en haut des profils et 0,15 mm en profondeur (TABL. IX e). Le degré d'agrégation de ces sols serait donc relativement faible compte tenu de leur composition granulométrique. En effet, cette dernière est caractérisée par la richesse en éléments relativement grossiers, limoneux, et sableux fins.

Le degré d'agrégation paraît donc diminuer avec la profondeur, comme on peut s'en rendre compte d'après la figure V a. La comparaison des moyennes des couches successives de 30 cm d'épaisseur confirme ces conclusions. Toutefois, on doit indiquer que les moyennes de deux horizons voisins ne sont pas (sauf entre le deuxième et le troisième) significativement différentes. Ceci veut dire que les passages entre deux horizons voisins ne se font pas d'une manière brusque mais progressivement, sauf entre le deuxième et le troisième horizon. Ce brusque changement de l'état d'agrégation semble correspondre à la diminution rapide de la teneur en matière organique qui, de 1,27 % dans le deuxième, passe à 0,77 % dans le troisième horizon.

2. Etat d'agglomération.

A l'état sec, plus de 50 % de la masse totale des horizons sont constitués par les éléments structuraux supérieurs à 0,2 cm., de différentes tailles sans une dimension bien prédominante (TABL. X *a* à *d*). Toutefois, le taux de « morceaux » de sol (2,0-0,5 cm) est relativement plus élevé (22-28 %) et plus constant dans tous les horizons (CV variant entre 36 et 56 %) que le taux de « blocs » (sup. à 2,0 cm) dont le pourcentage varie entre 17 et 26 % et le coefficient de variabilité de 70 à 110 %.

TABLEAU IX

Agrégation - Tamisage humide

Résultats analytiques et calcul des indices
Etudes des moyennes.

Horizon	Etude des moyennes			
	M	± 2 m	6 *	CV
Argile		a		
0- 30 I	2,9	1,6	4,1	140
30- 60 II	1,9	1,4	3,2	167
60- 90 III	1,1	1,0	2,6	240
90-110 IV	1,3	1,4	2,9	295
110 + V	0,6	0,6	1,8	295
Argile + limon		b		
0- 30 I	19,4	1,8	6,2	32
30- 60 II	18,0	2,0	2,0	34
60- 90 III	19,3	2,8	8,9	46
90-110 IV	20,4	4,6	14,6	62
110 + V	24,6	2,8	13,4	54
Sable fin		c		
0- 30 I	66,7	2,4	8,3	12
30- 60 II	70,3	2,8	8,6	12
60- 90 III	71,3	3,1	10,1	14
90-110 IV	71,9	4,3	11,7	16
110 + V	66,5	3,4	13,8	21
Sable grossier		d		
0- 30 I	12,8	2,2	7,3	57
30- 60 II	11,2	2,5	7,7	68
60- 90 III	8,9	3,0	9,7	109
90-110 IV	6,6	2,6	7,0	107
110 + V	8,7	3,0	11,7	135
Gaf		e		
0- 30 I	0,24	0,02	0,08	34
30- 60 II	0,22	0,02	0,08	34
60- 90 III	0,18	0,02	0,08	42
90-110 IV	0,17	0,02	0,07	39
110 + V	0,15	0,02	0,06	40

Observation : les fractions du tamisage humide sont constituées par des agrégats. Gaf — diamètre moyen des agrégats « fictifs ».

* Ecart-type

TABLEAU X.

Agglomération - Tamisage sec

Etudes des moyennes.

Horizons	Etude des moyennes			
	7,8	± 2 m	6 *	CV
Blocs		a		
0- 30 I	26,1	5,7	18,3	70
30- 60 II	17,8	4,7	14,2	80
60- 90 III	21,0	7,8	23,2	111
90-120 IV	26,0	9,7	25,7	99
Morceaux		b		
0- 30 I	24,0	3,8	12,2	51
30- 60 II	26,6	3,2	9,7	37
60- 90 III	26,3	4,7	13,8	52
90-120 IV	28,2	4,5	12,0	43
120 + V	22,5	3,1	12,8	57
Granules		c		
0- 30 I	14,7	1,9	6,0	41
30- 60 II	17,8	2,2	6,5	36
60- 90 III	13,3	2,3	6,9	52
90-110 IV	12,0	1,7	4,6	38
110 + V	11,1	1,4	5,7	52
Poussières		d		
0- 30 I	34,9	5,5	17,6	50
30- 60 II	37,1	5,2	15,6	42
60- 90 III	40,7	8,8	26,0	64
90-110 IV	36,0	9,1	24,1	67
110 + V	43,7	6,9	28,2	65

Observations : dimensions des fractions du tamisage sec : blocs — + 2,0 cm ; morceaux 2,0-0,5 cm ; granules — 0,5-0,2 cm et poussière — 0,2 cm.

* Ecart-type.

TABLEAU XI.

Agglomération - Tamisage sec

Calcul des indices. — Etudes des moyennes.

Horizons	Etude des moyennes			
	M	± 2 m	6	CV
G_t		**a**		
0- 30 I	1,18	0,18	0,63	53
30- 60 II	1,01	0,15	0,50	50
60- 90 III	0,90	0,16	0,53	58
90-110 VI	1,10	0,24	0,64	59
110 + V	0,97	0,20	0.68	70
A_g		**b**		
0- 30 I	49,5	6,8	29,4	48
30- 60 II	47,9	9,0	29,4	61
60- 90 III	54,3	10,6	36,2	67
90-110 IV	72,4	19,8	47,8	66
110 + V	71,6	14,2	50,7	70
A_m		**c**		
0- 30 I	64,1	5,2	16,9	26
30- 60 II	60,0	5,2	16,5	27
60- 90 III	37,2	7,8	24,7	43
90-110 IV	62,9	9,4	25,8	41
110 + V	58,2	7,1	28,0	48
r		**d**		
0- 30 I	1,68	0,23	0,76	45
30- 60 II	1,37	0,20	0,63	46
60- 90 III	1,38	0,22	0,68	49
90-110 IV	1,51	0,27	0,74	49
110 + V	1,58	0,19	0,76	48
G_m		**e**		
0-30 I	0,77	0,07	0,15	19
30-60	0,74	0,08	0,15	20
60-90	0,70	0,14	0,25	35
90 + IV	0,77	0,05	0,11	14
N_F		**f**		
0-30 I	21,8	5,3	10,6	49
30- 60 II	30,0	13,8	24,8	83
60-90 III	43,3	15,0	25,9	60
90 + IV	27,6	13,5	24,3	88
D_F		**g**		
0-30 I	0,034	0,014	0,024	71
30-60 II	0,043	0,045	0,075	174
60-90 III	0,057	0,046	0,080	140
90 + IV	0,078	0,072	0,130	167

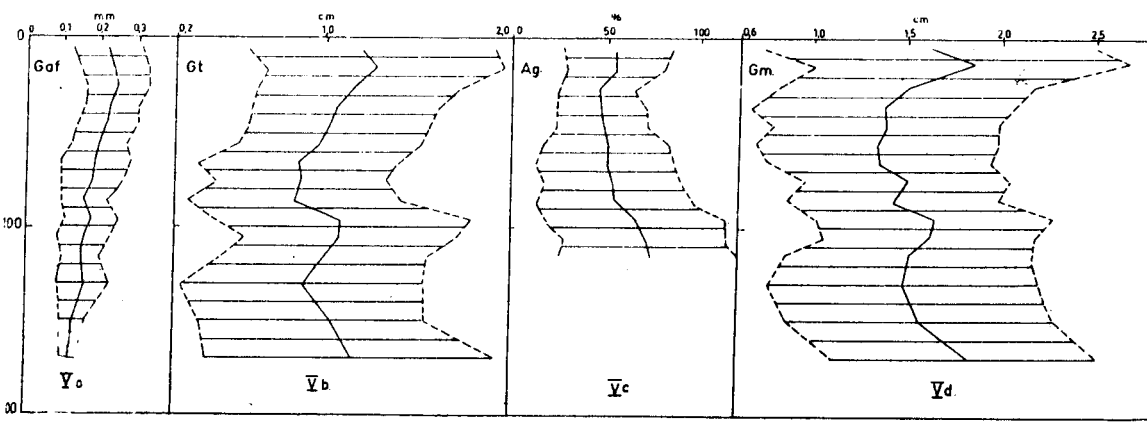
Observations : G_t — grosseur moyenne des fractions de tamisage ; $A_g = G_t/G_{af}$ degré d'agglomération ; A_m — pourcentage des mottes ; G_m — grosseur moyenne des mottes; r — porosité des mottes humides/porosité des mottes sèches (indices de foisonnement) ; N_F — nombre des fentes par horizon ; D_F — largeur moyenne des fentes.

On n'observe pas de changements notables suivant les horizons : généralement les différences entre eux ne sont pas significatives.

Ce caractère de la composition structurale à l'état sec se traduit par les faibles valeurs des indices G_t (grosseur moyenne des fraction tamiseés) et G_m (grosseur moyenne des mottes supérieures 0,2 cm), lesquelles oscillent entre 0,90 et 1,8 cm pour l'indice G_t et 1,33 et 1,68 cm pour l'indice G_m (TABL. XI a et d et GRAPH. Vb et d). Pratiquement, ces deux indices sont constants d'un horizon à l'autre. Par contre, l'indice du taux d'agglomération augmente statistiquement avec la profondeur : il passe de 47,9 (2e horizon) à 72,4 (4e horizon) (TABL. XII et GRAPH. V c). Cet accroissement du degré d'assemblage est certainement dû à la diminution du diamètre des agrégats G_{af}, dont les valeurs, comme nous l'avons vu dans les pages précédentes, diminue avec la profondeur (voir GRAPH. V a).

GRAPHIQUE V

Structure des sols



. Ces mottes ne sont pas foisonnantes avec les valeurs de l'indice variant autour de 0,7 (TABL. XIe) : les éléments structuraux individualisés contiennent à la fois des pores fins et des pores grossiers.

Ces sols sont peu fissurés, le nombre de fentes (TABL. XI f), calculé d'après les résultats du tamisage sec et la détermination de la porosité, oscille entre 20 et 43 par horizon. D'après notre appréciation de la structure des sols en place, le degré de fissuration est moyen à faible. Ces fentes sont très fines (TABL. XI g) ; leurs largeurs moyennes varient

entre 0,034 c et 0,078 cm. Ce sont donc plutôt des fissures. Le nombre de fentes et la largeur des fissures ne paraissent pas varier suivant la profondeur.

Cette fissuration moyenne à faible et la faible largeur des fentes conduisent à l'aspect fondu des profils.

3. Relations entre la composition des sols et leurs états structuraux.

La lecture des chiffres d'analyses nous laisse supposer l'existence de certaines relations entre la composition des sols, en particulier, leur granulométrie (CS) et leur richesse en matière organique (MO), d'une part, et leur état structural, aussi bien à l'état humide (agrégation) (G_{af}) qu'à l'état sec (agglomération) (G_t), d'autre part. Pour vérifier ces constatations nous avons étudié les corrélations globales et partielles entre les différents éléments. Voici quelques conclusions.

a. — MO = f (CS)

Il existe une corrélation globale entre MO et CS : le taux de matière organique dépend de la granulométrie, sauf dans le 3e horizon. Toutefois, dans les deux premiers horizons, si l'on prend plusieurs sols ayant les mêmes G_{af} ou G_t, on ne constate pas de liaison entre leur granulométrie et leur teneur en matière organique, (corrélations partielles non significatives). Par contre, en profondeur (les deux derniers horizons), si l'on prend plusieurs sols avec les mêmes G_{af} ou G_t, le taux de matière organique est rigoureusement lié à la granulométrie.

b. — G_{af} = f (CS)

La valeur du G_{af} dépend de la granulométrie dans les deux premiers horizons (corrélations globales significatives). Toutefois, pour les sols ayant le même G_t et la même MO la liaison directe est faible (corrélations partielles significatives). En profondeur le G_{af} est indépendant de la granulométrie.

c. — G_{af} = f (MO)

La valeur de G_{af} dépend aussi de la teneur en matière organique dans les trois premiers horizons (corrélations globales significatives). Elle est indépendante en profondeur.

d. — G_t = f (CS) et G_t = (MO)

Dans les premiers horizons la grosseur moyenne G_t paraît être indépendante aussi bien de la granulométrie que de la teneur en matière organique. Par contre, en profondeur la corrélation est assez élevée.

e. — $G_t = f\ (G_{af})$

Enfin, les valeurs de G_t dépendent de celles de G_{af} dans les deux premiers horizons (corrélations globales élevées). Cette relation entre G_t et G_{af} existe aussi dans le premier horizon quand on prend plusieurs sols ayant le même CS et la même MO. En profondeur, la grosseur des fractions de tamisage est indépendante de la grosseur moyenne des agrégats.

Remarquons, en outre, que pour les relations :

$G_{af} = f$ (CS), $G_{af} = f$ (MO), $G_t = f$ (CS) et G_t — f (MO), les relations partielles ne sont pas significatives c'est-à-dire que pour une composition élémentaire donnée (CS et MO étant fixés) ou pour un état structural donné (G_{af} et G_t étant fixés) les liaisons directes sont faibles.

4. Caractère de la porosité.

Les dess sont des sols moyennement poreux ; la valeur de leur porosité oscille autour de 45-47 % (TABL. XI a). Elle varie peu suivant le profil : les différences entre les horizons ne sont pas significatives. Par contre, les valeurs de la compacité sont plus disparates dans les profils et le coefficient de variabilité peut atteindre 57 %.

Ces sols sont relativement compacts, l'indice C_o variant autour de 2 : il y a deux fois plus de pores fins que de pores grossiers (TABL. XI b). En réalité ces variations sont beaucoup plus importantes, même dans chaque profil, ce qui est traduit par les chiffres assez élevés du coefficient de variabilité. Mais ces variations ne suivent pas de règles. La composition des valeurs de la compacité de différents horizons nous montre qu'elles ne sont plus significativement différentes les unes des autres.

Le volume des fentes est développé par rapport à la porosité de la masse terreuse ; le rapport P_F/P_m (TABL. XII c) oscille autour de 0,3. La porosité mottière grossière est faible : le rapport P_F/P_{mg} (TABL. XII d) dépasse largement 1.

Il faut remarquer que ces caractères de la porosité sont extrêmement changeants dans ces sols, comme l'attestent les valeurs du coefficient de variabilité. Les différences entre les horizons n'apparaissent pas.

En ce qui concerne la porosité fine, elle est caractérisée par le développement de la porosité capillaire : le rapport P_c/P_p dépasse 3 (TABL. XII e). La porosité capillaire paraît augmenter significativement avec la profondeur.

TABLEAU XII.

Caractère de la porosité

Etudes des moyennes.

Hoirzons		Etude des moyennes			
		M	± 2 m	6 *	CV
P_t			**a**		
0- 30	I	46,6	1,2	2,5	5
30- 60	II	46,9	1,1	2,3	5
60- 90	III	45,9	1,0	2,3	5
90-110	IV	44,7	1,2	2,2	5
110	V	45,4	1,4	2,9	6
C_o			**b**		
0- 30	I	0,45	0,09	0,20	43
30- 60	II	0,53	0,14	0,26	49
60- 90	III	0,55	0,16	0,31	57
90 +	IV = V	0,36	0,08	0,15	42
P_F/P_m			**c**		
0- 30	I	0,37	0,11	0,23	63
30- 60	II	0,27	0,10	0,19	69
60- 90	III	0,33	0,10	0,19	56
90 +	IV = V	0,36	0,18	0,32	88
P_F/P_g			**d**		
0- 30	I	3,31	2,12	4,50	136
30- 60	II	2,05	1,81	3,14	153
60- 90	III	1,27	0,83	1,38	109
90 +	IV = V	2,10	1,36	2,26	107
P_c/P_p			**e**		
0- 30	I	3,36	0,34	0,72	21
30- 60	II	3.05	0,36	0,68	22
60- 90	III	3,65	0,46	0,82	22
90 +	IV = V	4,56	0,24	0,45	10

Observations : P_t porosité totale ; C_o — compacité (porosité grossière P/g porosité fine P) ; P_f — porosité des fentes (volume total des fentes) ; P_c — porosité capillaire ; P_p — porosité très fine.

* Ecart-type.

Quand les deux tiers des pores fins (la moitié des pores mottiers) sont remplis d'eau, les particules du sol commencent à acquérir une certaine mobilité (voir TABL. XIII). Les sols cessent d'adhérer aux instruments (limite d'adhésivité) à l'humidité voisine de la porosité fine, le rapport 100 LA/P_f variant autour de 100. A ce moment, le volume de pores mottiers remplis d'eau va de deux tiers (Sidi Slimane) à quatre cinquièmes (Mechraâ bou Derra).

Nous avons recherché aussi l'interdépendance entre certains caractères de la porosité (C_o r, et $C_m = P_c/P_p$) et la composition granulométrique (CS). On remarque d'abord que les indices C_o et r pour l'ensemble des horizons étudiés (sableux, limoneux ou argileux) sont en relation avec la composition granulométrique. Les corrélations $C_o = f$ (CS) et $r = f$ (CS) sont significatives pour l'ensemble des profils étudiés. Les valeurs de ces deux indices augmentent avec la finesse des sols. Par contre, ces corrélations étroites disparaissent dès que l'étude se borne aux terres limoneuses pour lesquelles nous avons pu obtenir les caractères de la porosité mottière. L'interdépendance est fortement élevée dans le cas du rapport P_c/P_p.

Maintenant, si on fixe deux des quatre variables étudiées (C_o, CS, r et C_m), cette liaison disparaît pour les relations $C_o = f$ (CS) et $r = f$ (CS) mais elle persiste pour la relation $C_m = f$ (CS), c'est-à-dire, pour les sols ayant le même r et le même C_o.

Les valeurs des indices r et C_m dépendent de la compacité de ces terres. Ces indices croissent avec la compacité totale des sols. Les deux corrélations sont significatives, tandis que l'indice C_m est indépendant de l'indice r.

5. Stabilité structurale.

La stabilité structurale dans l'eau est élevée (TABL. XIV) avec le rapport 100 LF/P_t dépassant largement 100 : les volumes d'eau nécessaires pour provoquer le déplacement spontané des particules sont nettement supérieurs à la porosité totale. Toutefois, cet état structural est précaire, car le rapport 10 Ls_p/P_t est souvent inférieur à 100, surtout dans les horizons supérieurs : il suffit d'exercer un petit effort pour provoquer le tassement du sol gorgé d'eau. L'accroissement de la porosité totale par suite du labour doit augmenter l'instabilité structurale de ces sols.

Par contre, la stabilité des mottes paraît être suffisante dans les dess du lotissement de Mechraâ bou Derra ; elle est plus faible pour les dess de Sidi Slimane (voir les valeurs du rapport 100 Lsp/P_{ms}).

TABLEAU XIII.

Porosité des sols et limites mécaniques

Calcul des rapports — Etudes des moyennes

Rapport	Régions	Etude des moyennes			
		M	± 2 m	6 *	CV
100 Lip / P_t	SS	68,6	8,4	13,9	20
	M b D	67,7	2,6	10,0	15
100 LA / P_f	SS	104,0	6,8	11,3	11
	M b D	94,2	3,4	13,0	14
100 Lip / P_{ms}	SS	44,5	6,8	11,3	25
	M b D	59,8	5,4	19,8	33
100 Lip / P_{ms}	SS	68,3	9,9	16,4	24
	M b D	83,5	8,0	29,7	36

Observations : Lsp — limite inférieure de plasticité ; LA — limite d'adhésivité ; P_t — porosité totale ; P_f — porosité fine ; P_{ms} porosité mottière des sols secs ; SS-Sidi Slimane ; M b D — Mechraâ bou Derra.

TABLEAU XIV

Stabilité structurale

Calcul des rapports — Etudes des moyennes

Rapport	Régions	Etude des moyennes			
		M	± 2 m	6 *	CV
100 Lsp / P_t	SS	82,3	7,0	11,6	14
	M b D	99,1	4,1	16,1	16
100 LF / P_t	SS	129,8	8,6	14,4	11
	M b D	151,7	5,1	30,2	20
100 Lsp / P_t	SS	142,7	7,8	13,1	19
	M b D	136,1	4,7	17,8	19
100 Lsp / P_{ms}	SS	94,0	14,2	23,6	25
	M b D	122,2	13,3	48,0	39

Observations : Lsp — limite supérieure de plasticité ; LF — Limite d'adhésivité ; P_t — porosité totale ; P_{ms} — porosité mottière des sols secs.

* Ecart-type.

III. CONCLUSIONS

1. Caractères pédologiques.

En conclusion, les alluvions récentes de l'oued Beht se présentent donc comme des sols à texture généralement légère, de nature limoneuse ou sableuse. Dans la région de Sidi Slimane la granulométrie varie suivant les conditions d'allluvionnement. Mais généralement elle reste toujours légère, sauf quelques lits argileux dans la masse des dépôts.

Ces sols sont calcaires dès la surface. Les variations observées sont plutôt dues à l'hétérogénéité des dépôts qu'au lessivage.

Les horizons supérieurs sont relativement riches en matière organique, laquelle diminue rapidement en profondeur. Le taux de matière organique est en relation avec la composition granulométrique : il augmente avec l'accroissement du taux des fractions fines. Cette liaison est faible dans les horizons supérieurs, elle est rigoureuse en profondeur. Cette matière organique est riche en azote avec le rapport C/N inférieur à 10.

Le complexe absorbant des horizons supérieurs est bien pourvu en calcium. En profondeur, le calcium est remplacé généralement par le magnésium. Dans certains profils on trouve aussi, en profondeur, des doses élevées de sodium en relation avec la salure de ces horizons.

En ce qui concerne les propriétés hydriques, les valeurs de l'humidité équivalente sont voisines de celles de la limite d'adhésivité et semblent correspondre à la capacité de rétention.

A l'état naturel, les sols sont constitués par des agrégats sableux fins. Le degré d'agrégation paraît faible avec la valeur moyenne de l'indice G_{af} oscillant autour de 0,24 mm en haut des profils et autour de 0,15 mm en bas. Le degré d'agrégation diminue donc avec la profondeur. L'indice G_{af} est en relation avec le taux de matière organique et la finesse de la texture.

La distribution de ces agrégats est telle que la porosité totale est moyenne. Elle paraît rester sans changement tout le long des profils. La porosité fine est bien développée. Les pores paraissent être répartis assez uniformément dans toute la masse du sol, le nombre de fentes ainsi que leur largeur étant réduits. La porosité fine est caractérisée par le développement des pores capillaires. Le volume total de ces pores paraît augmenter avec la profondeur.

La compacité de ces sols est en relation directe avec la composition granulométrique.

A l'état sec, les profils paraissent homogènes et fondus ; ils s'effritent toutefois en éléments structuraux de différentes dimensions sans que l'on puisse observer une taille bien déterminée. On n'observe pas de changements notables dans la structure des sols secs suivant les horizons.

Toutefois, le taux d'agglomération croît avec la profondeur par suite de la diminution de la taille des agrégats. La taille des mottes des horizons supérieurs est indépendante aussi bien de la composition granulométrique que de la teneur en matière organique. En profondeur, la corrélation est élevée. Dans les premiers horizons, l'état d'agglomération (exprimé par l'indice G_t) est en relation étroite avec l'état d'agrégation (exprimé par l'indice G_{af}) ; en profondeur, les liaisons directes sont faibles.

La stabilité structurale dans l'eau paraît précaire : il suffit d'un petit effort pour provoquer le tassement du sol gorgé d'eau. Toutefois, les mottes paraissent assez stables.

2. Conséquences Agronomiques.

Vu leur composition granulométrique et les valeurs peu élevées de leurs constantes hydriques, ces sols sont faciles à travailler.

Il faut remarquer à ce sujet que l'indice de maniabilité est faible, 6 % c'est-à-dire que la limite d'adhésivité considérée comme capacité de rétention est très proche de la limite inférieure de plasticité. Il est difficile de fixer le moment opportun pour travailler ces sols, puisqu'ils se dessèchent rapidement : on n'obtiendra qu'un labour grossier si l'on travaille au voisinage de la limite inférieure de plasticité. En travaillant la terre à l'état sec, avec la charrue à versoir, on obtiendra un labour hétérogène ; les dimensions des mottes seront très variables, car, comme nous l'avons vu, ces sols sont formés de mottes de tailles différentes, sans valeur prédominante.

Le labour de ces sols, en augmentant leur porosité totale, les rend peu stables et battants.

L'apport de matière organique doit améliorer leur état d'agrégation ; nous venons de voir, en effet, qu'il existe une corrélation étroite entre le taux de matière organique et l'état d'agrégation.

Il faut en outre que l'accroissement du degré d'agrégation entraîne à son tour l'accroissement du degré d'agglomération, quoiqu'il n'existe

pas de corrélation directe entre les valeurs de la grosseur moyenne des mottes et le taux de matière organique.

manuscrit déposé le 8 Juin 1965

ملخص

يقدم المؤلف نتائج دراساته حول الخصائص للدص بواد بهت انها اراضي ذات طبيعة صلصالية حجرية حيث الطبقات العليا منها غنية بالمواد العضوية. تتكون على الاوحال الجديدة والحديثة بواد بهت. ورغم وجود المادة العضوية فان التراكم ضعيف. ففي الحالة الرطبة تفقد هذه الارض صلابتها وفى الحالة اليابسة تتخذ شكلا ذائبا عاما وقليل الاختفاء في اعالى المقاطع العرضية.

المسام فيها متوسطة والكثافة مرتفعة نسبيا. تظهر المسام موزعة بنظام في طبقة الارض كلها. والثبات التركيبي بالنسبة للماء غير قار ويخضع لتاثير دخول الماء (السقي المطر) وتصبح الطبقات العليا متصلبة (اراضي قاسية).

تتعلق قيمة تكوين الطبقات العليا بتركيب الاراضي (درجة تحبيب الارض المواد العضوية) بينما تكون درجة التركيب مستقلة. وعلى كل فان هذا الاخير يقول بوجود ارتباط مع درجة التكوين.

RÉSUMÉ

L'auteur présente les résultats de ses études sur les propriétés physiques des dess de l'oued Beht.

Ce sont des terres de nature argilo-limoneuses calcaire dont les horizons supérieurs sont relativement riches en matière organique. Elles se forment sur les alluvions récentes et subactuelles de l'oued Beht. Malgré la présence de matière organique, l'état d'agrégation est relativement faible. A l'état humide, ces sols perdent complètement leur consistance et à l'état sec ils acquièrent une structure fondue massive, légèrement motteuse en haut des profils.

La porosité est moyenne et la compacité assez élevée. Les pores paraissent être répartis uniformément dans toutes la masse du sol. La stabilité structurale vis-à-vis de l'eau est précaire, et sous l'effet de l'excès d'eau (irrigation, pluies), les horizons supérieurs deviennent croûteux. (terres battantes).

Le taux d'agrégation des horizons supérieurs dépend de la composition des sols (granulométrie, matière organique), tandis que le degré d'agglomération en est indépendant. Toutefois, ce dernier accuse une corrélation avec le degré d'agrégation.

Resumen

Las propiedades físicas de los « dess » del río Beht (Mechraâ Bou Derra)

El autor presenta los resultados de sus estudios sobre las propiedades físicas de los « dess » del río Beht, suelos calcáreos de arcilla y limo, cuyos horizontes superiores son relativamente ricos en materia orgánica. Se forman sobre las aluviones recientes y subactuales del río Beht. A pesar de la presencia de materia orgánica el estado de agregación es relativamente débil. En el estado humedo estos suelos pierden completamente su consistencia y en el estado seco adquieren una structura maciza y derretida, ligeramente agrumada en la parte alta de los perfiles. La porosidad es media y la compacidad bastante elevada. Los poros parecen estar distribuidos uniformemente en toda la masa del suelo. La estabilidad con respecto al agua es precaria y a consecuencia de un exceso de agua (riego, lluvias) los horizontes superiores se quedan costrosos (« terres battantes »). El grado de agregación de los horizontes superiores depende de la composición de los suelos (granulometría, materia orgánica), mientras que el grado de aglomeración es independiente de ella. Sin embargo, este último presenta una correlación con el grado de agregación.

Summary

Physical properties of the « dess » of the river Beht (Mechraâ Bou Derra)

Results are presented of studies on the physical properties of the « dess » of the river Beht, calcareous claeyey loams, the upper horizons of which are relatively rich in organic matter. They are formed on the recent and nearly present alluvions of the river. Notwithstanding the presence of organic matter the degree of aggregation is rather low. In the wet state these soils completely lose their consistence and in the dry state their structure looks like that of a molten mass, slightly cloddy in the upper part of the profiles. Porosity is medium and compactness

rather high; the pores seem to be uniformly distributed throughout the mass, the structural stability in regard to water is precarious and the upper horizons become crusty when affected by excessive irrigation or rain (« terres battantes »). The rate of aggregation in the upper horizons depends on the composition of the soils (granulometry, organic matter), whereas the degree of agglomeration is independent of it; but there exists a correlation between the latter and the degree of aggregation.

LISTE DES CARTES, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Carte	I	Cours moyen de l'oued Beht. Lieux de prélèvement.
Carte	II	Lotissement de Mechraâ bou Derra.
Graphique	I	Coupes Géologiques.
Graphique	II	Composition granulométrique (CS) des profils de Mechraâ bou Derra.
Graphique	III	Composition des sols. Variation de la composition granulométrique, du taux de calcaire et d'humus suivant la profondeur.
Graphique	IV	Analyse thermique du profil B-209.
Graphique	V	Structure des sols. Variations des valeurs de la grosseur moyenne des agrégats « fictifs » G_{af}, des fractions de tamisage G_t, des mottes G_m, ainsi que des valeurs du degré d'agglomération A_g, suivant la profondeur.
Tableau	I	Composition granulométrique et calcaire. Résultats analytiques et calcul des indices. Etude des moyennes.
Tableau	II	Composition minéralogique de la fraction argileuse du profil B-209.
Tableau	III	Complexe absorbant. Résultats analytiques (Dess de Sidi Slimane).
Tableau	IV	Complexe absorbant. Résultats analytiques (Dess de Mechraâ bou Derra).

Tableau	V	Matière organique. Résultats analytiques et calcul des indices. Etudes des moyennes.
Tableau	VI	Propriétés hydriques. Résultats analytiques et calcul des indices. Etudes des moyennes.
Tableau	VII	Corrélation entre les valeurs des constantes hydriques et la composition granulométrique (CS).
Tableau	VIII	Corrélations mutuelles des constantes. Valeurs du coefficient de corrélation pour les relations CH = f (LA).
Tableau	IX	Agrégation. Tamisage humide. Résultats analytiques et calcul des indices. Etudes des moyennes.
Tableau	X	Agglomération. Tamisage sec. Résultats analytiques. Etude des moyennes.
Tableau	XI	Agglomération. Tamisage sec. Calcul des indices. Etudes des moyennes.
Tableau	XII	Caractères de la porosité. Calcul des indices. Etude des moyennes.
Tableau	XIII	Stabilité structurale. Calcul des rapports. Etude des moyennes.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUBERT, G. — 1950. Rapport de tournée sur les sols du Gharb. — Rapport interne pour le service de la mise en valeur, 25 p. ronéotypées, Rabat.

2. — Note au sujet des sols du Gharb. — Commentaires des résultats analytiques, 3 p. dactylographiées, ORSTOM, Paris.

3. BRYSSINE, G. — 1954. Typologie des sols du Maroc. — Travaux de la Section de Pédologie de la soc. Sc. nat. du Maroc t. 8, 9, pp. 87-128, Rabat.

4. — 1961. Aperçu sur les sols du lotissement de Mechraâ bou Derra. — Les Cahiers de la Recherche Agronomique, Sous-Direction de la Recherche Agronomique, N° **12**, pp. 113-121 + 3 cartes + 4 graphiques + 5 tableaux.

5. — 1963. Commentaires de la carte des sols du Gharb par P. DIVOUX. (Diffusion limitée). — INRA, Rabat, 13 p. ronéotypées.

6. C.O.T.H.A. — 1955. A : Périmètre irriguée de l'oued Beht. — Rapport agronomique, 35 pages ronéotypées, cartes et annexes, Grenoble.

7. — B : Périmètre irrigué de l'oued Beht. Lotissement de Mechraâ bou Derra. — Rapport provisoire, 18p. ronéotypées, Grenoble.

8. — C : Vallée du R'dom - Etude de la mise en valeur agricole. — Raport ronéotypée, Cartes et annexes, Rabat.

9. DIVOUX, P. — 1959. Carte des sols du Gharb au 1/100000. — Manuscrit S.O.G.E.T.I.M. - C.R.A.

10. HUGUET DEL VILLAR, E. — 1940. Mémoire sur les sols du Gharb Occidental. — Rapport interne, 84 p. dactylographiées, Port Lyautey.

11. — 1942. Mémoire sur les sols du Gharb Oriental et plus spécialement de la région de Sidi Slimane. — Rapport interne adressé à la Direction de la Production Agricole, 108 p. dactylographiées + 2 cartes, 3 tableaux hors texte.

12. — 1943. Quelques types de sols du Maroc : hamri dunaire, dess, tirs. — La terre marocaine, Novembre, N° **168**, pp. 13-37, Rabat.

13. CHOUBERT, G. et A. FAURE MURET. — 1956. Lexique stratigraphique international. — Volume IV, Afrique, Fascicule I a, Maroc, CNRS, Paris.

14. LE COZ. — 1960. Banassa. Contribution à l'étude des alluvions rharbiennes. — Bull. d'archéologie mar., tome IV, pp. 469-470, Rabat.

15. MIÈGE, E. — 1937. Contribution à l'étude des solss du Maroc. — Soil Research (International Soil Science Society), Vol. V, N° **4**, pp. 239-284.

16. PUJOS, A. — 1959. Présentation de la carte des sols du Gharb à l'échelle du 1/100000 par P. DIVOUX avec 4 annexes et une carte au 1/200000. — Travaux de la Section de Pédologie de la Soc. Sc. Nat. et Phys. du Maroc, tomes, 13-14, Rabat.

17. SOLDINI. — 1947. S.O.G.E.T.I.M. — A —Etude préliminaire générale des sols du périmètre irriguable de l'oued Beht, 46 p. dactylographiées sur calque et tirage ozalid + Cartes, Rabat.