

RÉPUBLIQUE LIBANAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SECTION DES SOLS

INVENTAIRE DES RESSOURCES EN SOLS
RÉGION KOURA-ZGHARTA

FÉVRIER 1970

INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES AU LIBAN

I. R. A. L.

INVENTAIRE DES RESSOURCES EN SOLS

REGION KOURA - ZGHARTA

Rapport préparé pour le
Ministère des Ressources Hydrauliques
par la
Section des Sols de l'I. R. A. L.

Février 1970

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
1ère Partie. Inventaire des Ressources en Sols et Classification des Terres pour l'Irrigation.	
Chapitre I. RESUME-CONCLUSIONS.	1
1.1. Les limites	1
1.2. Les documents cartographiques présentés en annexe	1
1.3. L'inventaire des ressources en sols	1
Ensemble P	2
Ensemble A	2
Ensemble B	3
Ensemble M	3
1.4. La classification des terres pour l'irrigation	3
1.5. L'inventaire des cultures actuelles	5
Chapitre II. LES CARACTERISTIQUES DU MILIEU.	7
2.1. Géologie	7
2.2. Relief et géomorphologie	9
2.3. Hydrographie	9
2.4. Climat	10
Chapitre III. LA CARTE DES RESSOURCES EN SOLS, LES UNITES CARTOGRAPHIQUES ET LEURS CARACTERISTIQUES.	13
3.1. Le système de cartographie utilisé et représentation graphique	13
— l'ensemble naturel	13
— l'unité physiographique	13
— la série de sol	14

	Pages
3.2. Description des ensembles naturels et des unités cartographiées	15
3.2.1. Ensemble P	15
3.2.2. Ensemble A	22
3.2.3. Ensemble B	26
3.2.4. Ensemble M	30
3.2.5. Dépôts a et b	33
Chapitre IV. LA CLASSIFICATION DES TERRES EN VUES DE L'IRRIGATION.	35
4.1. Le système — Les classes	35
4.2. Les facteurs pris en considération	36
4.2.1. La texture	36
4.2.2. La profondeur du sol	38
4.2.3. Le calcaire actif	38
4.2.4. La topographie	39
4.2.5. La rochosité	40
4.3. Le mode de représentation graphique	40
4.4. La classification des unités	42
2ème Partie. Caractéristiques Morphologiques et Physico-Chimiques des Sols.	51
Chapitre I. LES MATERIAUX CONSTITUANT LES SOLS.	53
1. Matériaux issus des poudingues quaternaires	53
1.1. Matériaux en place	54
1.1.1. Matériaux d'altération c1 et c2	54
1.1.2. Matériaux évolués vertique rouge (v. r.)	54
1.2. Matériaux d'alluvionnement et de colluvionnement	55
1.2.1. Matériaux rouges méditerranéens (r. m.)	55
1.2.2. Dépôts de la poche d'Amioun (d.)	56

	Pages
II. Matériaux calcaires	57
2.1. Matériaux issus des formations calcaires du Miocène et du Pliocène (ensemble A)	57
2.2. Matériaux issus des formations calcaires du Sénonien (marnes de Chekka) et de l'Eocène inférieur (ensemble B)	58
2.3. Les alluvions récentes calcaires	58
III. Matériaux Rouges Décalcariés provenant du Calcaire dur (ensemble M).	58
Chapitre II. DESCRIPTION DES SOLS.	59
I. Les sols de l'Ensemble P	59
1.1. Série de Bsarma (v)	59
1.2. Série de Zgharta (r1)	66
1.3. Série de Kfar-Aaqqa (r2)	69
1.4. Série de Abou Samra (r3)	71
1.5. Série d'Amioun (d)	74
1.6. Série de Bisbeel (c1)	76
1.7. Série de Rachaïne (c2)	78
II. Les sols de l'Ensemble A	80
2.1. Série de Mejdlaya	81
2.2. Série de Aalma	83
III. Les sols de l'Ensemble B	84
3.1. Série de Kfar-Hazir	84
3.2. Série de Kfar-Yachit	86
3.3. Série de Khaldiyé (Bca)	88
IV. Les sols de l'Ensemble M	89
4.1. Série de Deddé (M)	90
4.2. Série de Qoubbé (Mq)	91
V. Les dépôts récents des vallées et cuvettes	92
5.1. Les alluvions ou colluvions récentes décalcariées, unité a	92
5.2. Les alluvions récentes calcaires, unité b	94

	Pages
3ème Partie. Les Caractéristiques Hydrodynamiques.	97
Chapitre I. RETENTION EN EAU A DIFFERENTS pF — EAU UTILE PONDERALE.	99
1.1. Rétenion à p. F. 4.2	99
1.2. Rétenion à l'humidité équivalente (H. E.)	101
Chapitre II. CAPACITE POUR L'EAU ET POUR L'AIR DES HORIZONS NON OU PEU CAILLOUTEUX.	105
2.1. Densité apparente et porosité	105
2.2. Aération	106
2.3. Eau utile volumique	107
Chapitre III. RESERVE UTILE.	109
3.1. Remarque préliminaire	109
3.2. Réserves utiles des profils analysés	109
Chapitre IV. LA VITESSE D'INFILTRATION.	113
4.1. Méthode utilisée	113
4.2. Les résultats	113
4.3. Discussion	114
Chapitre V. COMPARAISON AVEC LES SOLS DE LA PLAINE DU AKKAR.	117
5.1. Pouvoir de rétention — Capacités pour l'eau et pour l'air	117
5.2. Vitesse d'infiltration	120
5.3. Conséquences agronomiques.	122
Annexe 1. Terminologie et Symboles.	125
Annexe 2. Carte de localisation des profils pédologiques.	130

ERRATA

Page	Ligne	Lire	Au lieu de
3	11	Excès	Suexcès
4	5bis	le calcaire actif (à ajouter)	
7	7	Wetzel	Weteel
7	17	deux faciès	denx faciès
9	27	en amont	en aval
13	6	pour	par
14	6	peu	pen
14	15	originel	original
15	4	tache de l'ensemble A	tache de l'ensemble M
16	15	Ensemble P	Ensemble F
16	25	Rochosité	Rachosité
16	26	Généralement non caillouteux	non caillouteuse
19	1	P1r3	P1r1
18	8	sablo - argileux	sable - argileux
18	11	, mélangés	. mélangés
26	8	Pierrosité	caillouteux
28	8	caillouteux	souvent caillouteux
31	21	être calculé que sur une profondeur de 0.8 mètre	être calculé que sur une profondeur de 1 mètre
43	11	voisine de 80 cm.	supérieur à 100 cm.
45	11	peu rocheux	rochosité nulle
46	7	peu rocheux	rochosité nulle
46	23	+ calcaire actif (à ajouter)	
54	27	57%	75%
55	1	valeurs extrêmes	valeur extrême
55	20	à l'Est	à l'Ouest
73	24	série de	résie
76	19	apparaît	apparît
88	24	moyenne	majeure
110	32	très caillouteuse	très caillouteuse (moins de 10%)
111	7	130 à 160 mm	130 à 140 mm
111	17	M1q	M1a
111	23	50 à 70 mm	60 à 70 mm
128	8	M. O. matière organique (à ajouter)	
128	9	T capacité d'échange en cations (à ajouter).	

1ère PARTIE

**INVENTAIRE DES RESSOURCES EN SOLS
ET CLASSIFICATION DES TERRES POUR L'IRRIGATION**

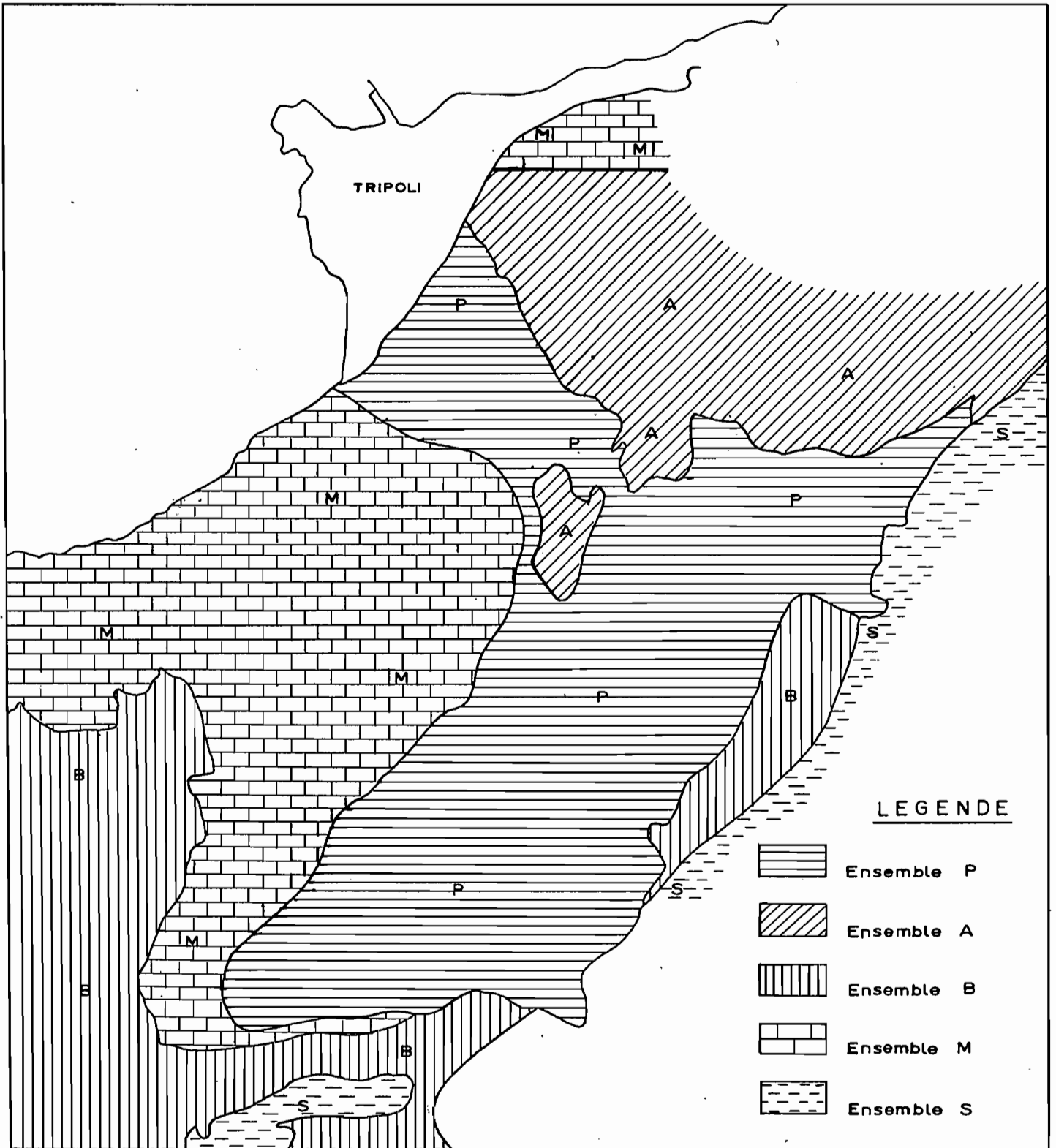
La présente étude a été exécutée en 1969 à la demande du Ministère des Ressources Hydrauliques ; elle fait suite à une étude semblable réalisée dans la plaine du Akkar et est une partie des études entreprises par le Ministère en collaboration avec le Projet de Développement Hydro-Agricole (Programme des Nations Unies pour le Développement).

Le travail a été exécuté en équipe par Mr. Osman, chef de la section des Sols de l'Institut de Recherches Agronomiques du Liban et MM. Willaime et Gras, pédologues de l'ORSTOM, détachés auprès de l'IRAL par l'Assistance Bilatérale Française ; la préparation des documents cartographiques a été faite par Mr. Sfeir ingénieur en Photogrammetrie et Photo-Interprétation.

Cette étude, comme celle du Akkar, est une de celles suggérées dans les conclusions et recommandations du projet « Enquêtes Pédologiques et Programmes d'Irrigation Connexes (F. A. O. - Programme des Nations Unies pour le Développement) ». Elle fait donc suite aux travaux de pédologie entrepris par l'IRAL dans le cadre de ce projet et, à ce titre, Mr. Thirion, pédologue F. A. O., a participé à la phase finale.

REGION DU KOURA - ZGHARTA

CARTE DES ENSEMBLES



CHAPITRE I

RÉSUMÉ — CONCLUSION

1.1. Les limites

Les limites de la zone cartographiée, qui déborde assez largement la dépression du Koura proprement dite, sont :

- au Nord : le littoral jusqu'à Tripoli, la lisière Sud de cette ville et les premières pentes du Djebel Tourbol,
- au Sud et à l'Est : les contreforts du Mont Liban,
- à l'Ouest : le méridien 35° 45' Est.

La surface totale de la zone étudiée est de 21.800 ha.

1.2. Les documents cartographiques présentés en annexe sont :

- une carte des ressources en sols au 1/20.000,
- une carte de la classification des terres en vue de l'irrigation, au 1/20.000,
- une carte des caractéristiques hydrodynamiques des unités considérées aptes à l'irrigation, au 1/20.000,
- une carte de l'occupation actuelle des terres.

1.3. L'inventaire des ressources en sols

La carte des ressources en sols fait ressortir quatre grandes unités, les ensembles P, A, B et M, qui s'individualisent par la lithologie, et les sols principalement. Dans chaque ensemble, des unités physiographiques sont déterminées en fonction de la pente, de la rochiosité et de l'aménagement actuel. Les sols sont cartographiés au niveau de la série, soit en association, soit individuellement en fonction de la complexité de la zone.

L'ensemble P, est une vaste surface quaternaire reposant sur un poudingue, entaillé profondément par les rivières ayant transporté les matériaux de constitution du poudingue.

Les sols sont rouges, argileux, non calcaires, apparentés aux sols rouges méditerranéens, ayant dans certains cas acquis les caractères des vertisols.

Cet ensemble présente de grandes surfaces avec une topographie favorable au développement d'un réseau d'irrigation.

Le facteur limitant qui domine nettement est la texture lourde : tous ces sols ont une teneur en argile de 50 à 70 %. Si, en fonction de la nature de l'argile probablement, certains sols ont un drainage meilleur que d'autres, il n'en est aucun qui jouisse d'un bon drainage et d'une bonne vitesse d'infiltration de l'eau. Ils présenteront donc, pour leur exploitation sous irrigation les problèmes des sols lourds : manque d'aération en profondeur, risques d'engorgements temporaires, nécessité d'un réseau d'assainissement de surface.

On peut marquer certaines nuances, en classant les sols comme suit :

- sols très peu perméables dès la surface et avec drainage interne nettement déficient série v
- sols moyennement perméables en surface avec drainage interne nettement déficient séries r₁, r₃, d
- sols moyennement perméables en surface et drainage interne un peu meilleur séries, r₁, c₁, c₂

Il faut considérer que la presque totalité des observations situe la vitesse d'infiltration mesurée à 40 cm, à moins de 6 mm / h.

La réserve en eau utile, qui dans presque toutes les unités à relief favorable à l'irrigation peut se mesurer jusqu'à la profondeur de 1 m, oscille entre 130 et 180 mm.

L'ensemble A, est formé au pied du Djebel Tourbol par quelques glacis dont la pente s'atténue au contact de l'ensemble P pour donner quelques belles surfaces à topographie favorable à l'irrigation. Le substrat est un calcaire tendre, le sol reposant dessus est principalement un sol brun-rougeâtre ou brun à teneur en calcaire très variable, de texture argileuse à argilo-limoneuse et dont la profondeur n'excède généralement pas 50 cm.

Du point de vue des caractéristiques hydrodynamiques, ce sont ces sols qui présentent les meilleures qualités dans la zone. La vitesse d'infiltration de l'eau mesurée en surface oscille principalement entre 60 et 120 mm/h ; mesurée à 40 cm, elle se situe entre 6 et 60 mm/h.

Mais la réserve en eau utile ne peut être prise en considération que pour une tranche de sol de 50 cm, elle y est de l'ordre de 70 cm. Il faut considérer que sous 50 cm, le substrat a encore une réserve en eau utile mais est excessivement calcaire.

Le facteur limitant de ces sols est donc le manque de profondeur sur un substrat tendre excessivement calcaire.

L'ensemble B, est formé par les collines sur calcaires marneux ou marnes calcaires. La topographie générale et des sols avec succès de calcaire actif, rendent cette unité peu favorable au développement de l'irrigation.

L'ensemble M, est un paysage karstique avec de grandes surfaces très légèrement ondulées où la topographie générale est favorable à l'établissement d'un réseau d'irrigation. Le substrat est un calcaire très dur, avec poches de sols entre les blocs de roches. Le sol est un sol rouge méditerranéen typique, non calcaire, argileux. La profondeur est très variable ; on peut cependant admettre que les unités considérées comme favorables à l'irrigation ont une profondeur de sol supérieure à 80 cm avec localement des poches très profondes et en d'autres endroits des interruptions dues au calcaire dur remontant parfois près de la surface.

La teneur en argile est très élevée, de 50 à 70 % ; la vitesse d'infiltration de l'eau, mesurée en surface, est généralement de 20 à 60 mm/h ; mesurée à 40 cm, elle est presque toujours inférieure à 6 mm/h. La réserve en eau utile considérée jusque 1 m, est de l'ordre de 130 à 180 mm. Ces différentes propriétés, texture et régime de l'eau, rapprochent assez bien ces sols de ceux de l'unité P. La topographie généralement assez vallonnée (l'unité M_2 est mieux représentée que l'unité M_1), et probablement le type d'argile, semblent assurer, dans les conditions actuelles d'aménagement, un meilleur ressuyage de ces sols que pour certains des sols rouges de l'ensemble P. La texture très argileuse reste le facteur limitant de la valeur de ces sols.

1.4. La classification des terres pour l'irrigation.

Le système adopté pour la classification des terres en fonction de leur aptitude à l'irrigation s'inspire de celui préconisé par le Bureau of Reclamation des U.S.A. Les critères importants à prendre en considération dans la zone étudiés sont :

- la texture du sol,
- la profondeur du sol en fonction de la nature du substrat,
- la topographie,
- la rochosité,
- le drainage externe et interne du sol.

En fonction de ces critères, les sols peuvent être placés en 3 classes de terres irrigables ; dans la zone étudiée, seules sont représentées les classes 2 et 3. La classe 2 est moyennement favorable, la classe 3 est marginale.

La classe 4 n'est pas représentée dans la zone.

La classe 5 englobe des terres qui ne pourraient être classées qu'après un complément d'étude. Nous l'utiliserons exceptionnellement pour y placer les sols très calcaires dont les aptitudes à l'irrigation sont très mal connues et qui font en ce moment l'objet d'études complémentaires dans la région du Liban-sud.

La classe 6 groupe les unités sur lesquelles l'installation de l'irrigation est déconseillée.

Le tableau présenté en page 5 donne les surfaces* occupées par chacune des unités cartographiées et leur place dans la classification adoptée.

1.5. L'inventaire des cultures actuelles.

La zone étudiée est très largement occupée par la culture en sec de l'olivier. Le tableau ci-dessous donne les résultats de l'inventaire des cultures réalisé en 1969.

Oliviers	14.027 Ha
Agrumes et cultures irriguées	936 Ha
Cultures annuelles en sec	2.380 Ha
Vigne	138 Ha
Arbres fruitiers	18 Ha.

* Les surfaces présentées dans ce rapport sont toujours brutes ; aucune déduction n'a été faite pour les routes, habitation,...

KOURA - ZGHARTA. INVENTAIRE DES UNITES CARTOGRAPHIEES

Unité de la carte des sols	Classe 2	Classe 3	Classe 5	Classe 6
P1. v		960		
P1. r1	1047			
P1. r2	352			
P1. r3	655			
P1. d	282			
P1. c1	124			
P2. v		603		
P2. r2	58			
P2. c1		390		
P2. c2		14		
P3. c1		826		
P3. c2		161		
P4				119
P5				240
P7				254
A1		624		
A2			1190	
A3			255	
A4			70	
A5				135
A7				48
B1			485	
B2			1800	
B3			360	
B6				817
B7				745
B8				852
BCa		111		
M1	291			
M1. q		87		
M2	1325			
M2. q		122		
M3		1213		
M4				1634
M5				31
M7				1050
a	681			
b	1855			
Total	6670	5111	4160	5922

CHAPITRE II

LES CARACTÉRISTIQUES DU MILIEU

2.1. Géologie.

Le Koura constitue le fond synclinal compris entre les contreforts plissés du Liban-Nord et l'arc côtier bien représenté par le Djebel Kelhate au Nord-Ouest et par le Djebel Tourbol au Nord-Est. Les géologues lui ont donné le nom de plate-forme du Koura pour toute la partie située au Sud et au Nord-Est de Zgharta, et de plate-forme de Zgharta pour la partie située entre le Djebel Tourbol et le Nahr Abou-Ali.

Les données stratigraphiques et lithologiques sont empruntées à la carte géologique au 1/50.000 (feuille de Tripoli) établie par R. Weteel et dont un extrait au 1/100.000 est reporté dans ce rapport (figure 1 page 8) et à la carte détaillée au 1/20.000 (feuille d'Amioun) établie par A. Guerre.

5 étages géologiques sont représentés : sénonien, éocène, miocène, pliocène et quaternaire (le plus important).

Le Sénonien affleure au Sud et à l'Est du Koura. Il est formé par une alternance de marnes et de calcaires marneux gris.

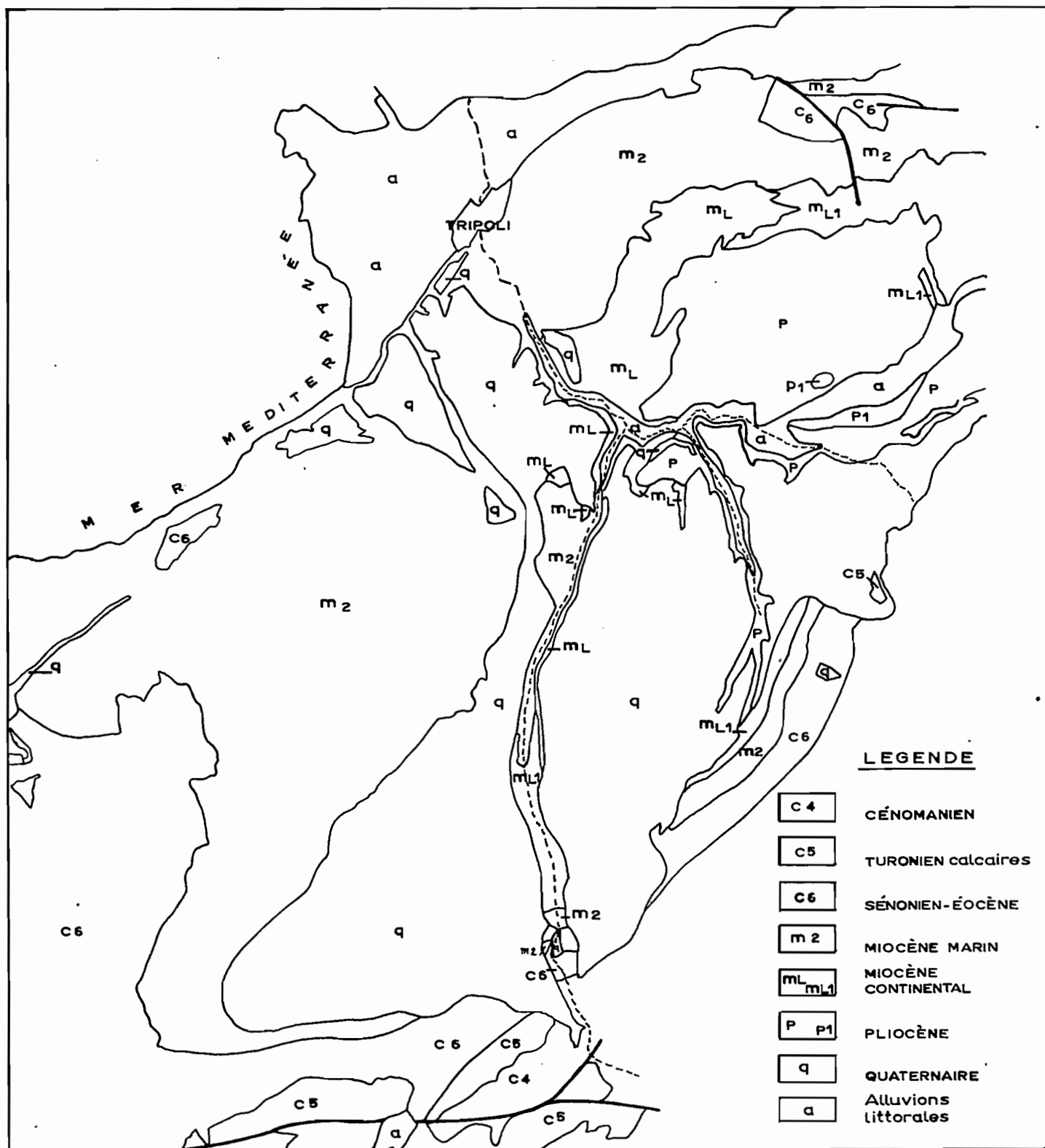
L'Eocène inférieur apparaît entre le Miocène et le Sénonien et constitue la bordure Sud et Sud-Est ravinée en bad-lands. Ce sont des calcaires marneux et plus rarement des marnes traversés par des lits de silex.

Le Miocène présente deux faciès : — un faciès marin (vindobonien) de calcaire très dur recouvrant presque entièrement les anticlinaux du Kelhate et du Tourbol ; — un faciès continental (pontien) de marnes blanches calcaires et de conglomérats.

Le Pliocène forme une petite tache au Nord de Zgharta. Il est hétérogène : alternance de craie grumeleuse, des sables et de poudingue calcaire.

REGION DU KOURA ZGHARTA

CARTE GEOLOGIQUE ECHELLE 1/100,000



-D'après la carte de TRIPOLI au 1/50.000^{ème}.

établi par R. WETZEL -1945-

Enfin le quaternaire constitue le fond de la dépression. Le quaternaire ancien est formé d'un poudingue souvent à base de calcaire, de basalte et de grès surmonté d'une brèche riche en silex.

Le quaternaire récent très hétérogène comprend des argiles, sables et galets fluviaux.

Le caractère lithologique des roches étant le principal facteur influençant la nature du sol, les ensembles naturels ne recourent pas exactement les étages géologiques. Les marnes et marnes-calcaires du Sénonien et de l'Eocène ont été regroupées dans l'ensemble B, les marnes blanches calcaires du Miocène continental et les craies du Pliocène dans l'ensemble A. Le calcaire dur du Miocène continental caractérise l'ensemble M, et les poudingues ou dépôts quaternaires l'ensemble P.

2.2. Relief et géomorphologie.

La carte orographique et hydrographique (figure 2 page 11) permet d'avoir une première vue d'ensemble du relief de cette région.

La dépression du Koura est allongée parallèlement à la mer dont elle est séparée par les Djebel Kelhate et Tourbol. Sa longueur est de 20 km environ et sa largeur varie entre 9 km au centre et 2 km aux extrémités Sud-Ouest (poche d'Amioun) et Nord-Est (vallée du Nahr Rachaine).

C'est une plate-forme dont l'altitude moyenne avoisine 300 mètres et est légèrement inclinée vers le Nord-Est.

Elle est creusée par un réseau de vallées sèches s'enfonçant progressivement au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de l'entrée de la Kadicha dont elles semblent provenir. Celles qui se trouvent sur la rive gauche de l'Abou-Ali rejoignent un ravin assez profond faisant la limite entre le Koura et le Djebel Kelhate. Sur la rive droite elles débouchent près de Zgharta dans la partie aval du Nahr Rachaine. Celui-ci reçoit également les petites vallées ou les ravins descendant du Djebel Tourbol.

2.3. Hydrographie.

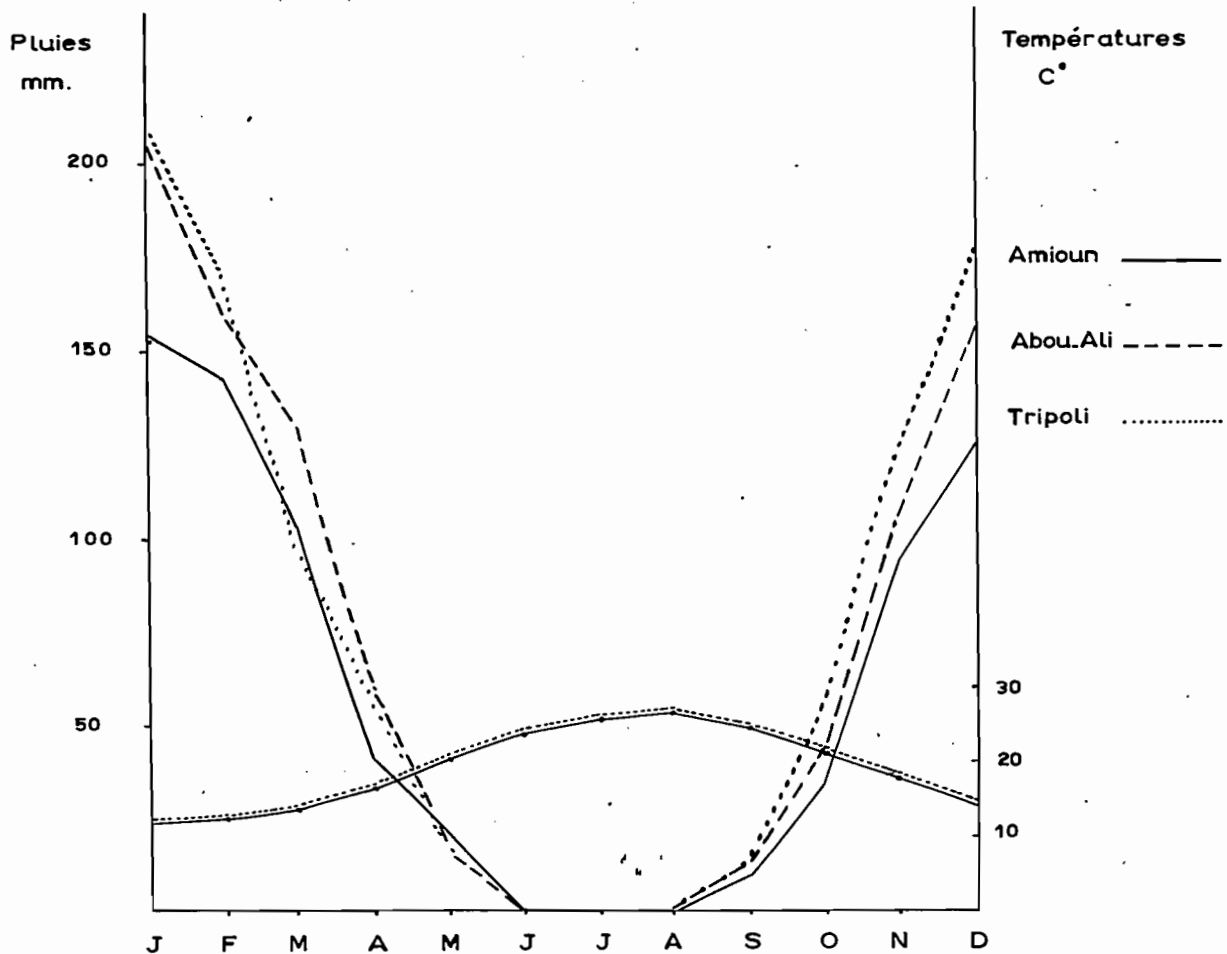
La principale rivière qui draine le Koura est le Nahr Abou-Ali qui, en aval de Kousba, devient le Nahr Kadicha. Le Nahr Abou-Ali suit d'abord une direction approximativement Nord-Sud. Il coule alors au fond d'une gorge profonde (100 à 150 mètres) et très encaissée. Au niveau de Zgharta, l'Abou-Ali fait un coude et suit une direction à peu près perpendiculaire à la mer (direction Nord-Ouest). Sa vallée est encore

profonde (100 mètres) mais un peu plus large. Les seuls affluents notables se jettent dans l'Abou-Ali à la hauteur de Zgharta : ce sont le Nahr Rachaïne et le Nahr Jouait.

2.4. Climat.

Les données concernant le climat du Koura peuvent se retrouver dans l'Atlas climatique du Liban.

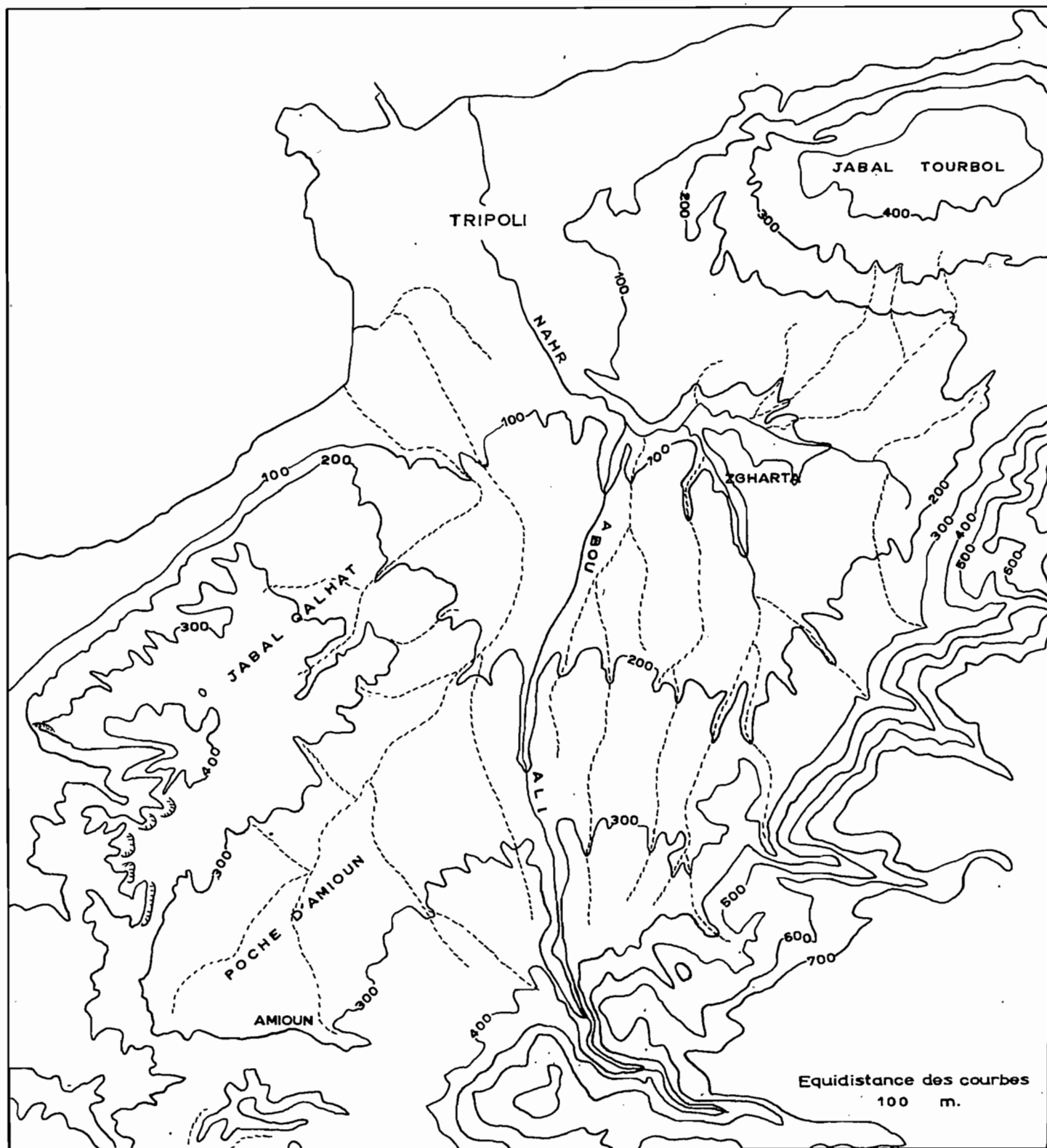
Voici, à titre indicatif, le diagramme ombrothermique de la station d'Amioun (300 mètres), d'Abou-Ali (250 mètres) et de Tripoli El-Minié (4 mètres).



La période de fortes pluies s'étend de novembre à mars. Le total annuel des précipitations est à Amioun de 740 mm, à Abou-Ali de 885 mm et à Tripoli de 920 mm. Il pleut moins à Amioun qu'à Abou-Ali et surtout qu'à Tripoli. Ce déficit pluviométrique qui se maintient tout au long de l'hiver, affecte pour des raisons de topographie, la poche d'Amioun et ses abords immédiats. Il existe également des écarts inférieurs à 1° entre les températures moyennes de Tripoli et d'Amioun. Les températures moyennes annuelles dans ces deux stations sont respectivement de 20° et de 19° 1.

REGION DU KOURA - ZGHARTA

OROGRAPHIE - HYDROGRAPHIE



CHAPITRE III

LA CARTE DES RESSOURCES EN SOLS, LES UNITÉS CARTOGRAPHIÉES ET LEURS CARACTERISTIQUES.

3.1. Le système de cartographie utilise et la représentation cartographique.

Le but de l'étude était de faire l'inventaire des ressources en sols pour l'irrigation. Le système et le technique adoptés par la cartographie des sols s'inspirent largement de ceux déjà appliqués sur le versant Ouest du Liban Sud après adaptation aux caractères spécifiques du Koura.

Trois unités de cartographie ont été adoptées, correspondant à trois niveaux différents de généralisation : l'Ensemble naturel, l'unité physiographique, la série de sol.

— l'ensemble naturel.

Un ensemble naturel forme un « tout » identifiable par des éléments du paysage dont le principal dans le Koura est la nature du substrat géologique. Les autres éléments sont les formes générales du relief, les sols et le type d'aménagement. Quatre grands ensembles ont été identifiés dans le Koura, symbolisés par des lettres majuscules : P - A - B - M.

— l'unité physiographique.

L'unité physiographique se définit dans un même ensemble uniquement par les caractères du milieu sans considération sur la nature du sol. Ces caractères concernent le site : forme du paysage, topographie, végétation, pierrosité et rochosité, aménagements ou dégradations par l'homme. Les unités physiographiques, à l'intérieur d'un même ensemble, se définissent par certains critères qui, dans la mesure du possible, se répètent d'un ensemble à l'autre. Chaque unité physiographique est notée par la lettre majuscule de l'ensemble auquel elle appartient suivie d'un chiffre arabe indiquant sommairement les caractéristiques suivantes combinées :

- 1 — pente faible (3 à 8 %) ou très faible (inférieure à 3 %) ; terrain en bon état, cultivé ; pas d'aménagements particuliers.
- 2 — pente faible (3 à 8 %) ou moyenne (8 à 20 %) ; terrain en bon état, aménagé en terrasses et cultivé.
- 3 — pente faible ou moyenne (3 à 20 %) ; terrain en moins bon état, rocheux ou partiellement érodé, peu aménagé, peu cultivé.
- 4 — pente faible ou moyenne (3 à 20 %) ; terrain très rocheux (plus de 50 % d'affleurements) ou très érodé, sans aménagement et non cultivé.
- 5 — pente forte (plus de 20 %) ; terrain aménagé en terrasses à murets et cultivé.
- 6 — pente forte (plus de 20 %) ; terrain aménagé en terrasses étroites à talus, cultivé.
- 7 — pente forte (plus de 20 %) ; terrain en mauvais état, très rocheux, non ou peu cultivé.
- 8 — pente très forte : terrain très érodé non cultivé.

— **la série de sol.**

Elle est un groupement de sols présentant, sur un matériau original de composition lithologique définie, le même type de profil. Les profils des sols d'une même série sont semblables par la succession, l'aspect et la constitution générale de leurs divers horizons.

La série est dénommée d'après le lieu où elle a été caractérisée. La complexité de la zone ne permet pas de cartographier partout les séries de sols. Là où la physiographie est complexe, les séries sont notées comme constituantes de l'association de sols qui caractérise l'ensemble avec d'autres éléments. C'est le cas des séries inventoriées dans les ensembles A, B et M. Dans les zones à physiographie moins complexe la série dominante de l'unité a pu être identifiée et notée sur la carte, par un symbole, lettre minuscule suivie éventuellement d'un chiffre arabe. C'est le cas des séries inventoriées dans l'ensemble P dans lequel 7 séries peuvent être notées dans la carte par les indices v, r1, r2, r3, d, c1, c2.

On trouve donc sur la carte des taches avec symboles formés d'une lettre majuscule suivie d'un chiffre arabe ; la lettre majuscule indique l'ensemble auquel appartient la tache, le chiffre correspond à l'unité physiographique ; le sol dans ce cas, est une association de séries caractéristiques de l'ensemble : aucun symbole n'indique ces séries. D'autres taches ont un symbole formé d'une lettre majuscule, d'un chiffre arabe, d'une lettre minuscule et, éventuellement, d'un chiffre arabe ; la lettre majuscule et le premier chiffre

arabe indiquent l'ensemble et l'unité physiographique ; la lettre minuscule et le second chiffre arabe précisent la série de sols que la cartographie a identifiée comme dominante dans la tache. Exemples :

Indice A1 : tache de l'ensemble M, en physiographie 1 c'est-à-dire topographie en pente faible ou très faible, terrain en bon état, cultivé ; le sol est constitué soit par l'association des séries Majdlaya et Halma soit par une des deux séries mais sans pouvoir préciser laquelle.

Indice P5 : tache de l'ensemble P, en physiographie 5, c'est-à-dire en pente forte, terrain aménagé en terrasses étroites avec murets, généralement cultivé ; le sol est une des séries de l'ensemble P ou l'association de plusieurs séries sans autre précision.

Indice P1v : tache de l'ensemble P, en physiographie 1, c'est-à-dire pente très faible, terrain en bon état, cultivé ; le sol est constitué par l'association de plusieurs séries de l'ensemble P mais c'est la série v (Bsarma - vertisol rouge) qui domine.

Les minuscules a et b indiquent les cuvettes, têtes et fonds de vallée dans lesquels les sols sont des dépôts récents et complexes.

Les couleurs et surcharges sont destinées à faciliter la lecture de la carte. A chaque ensemble correspond une couleur ; aux unités physiographiques de l'ensemble correspondent des variations d'intensité de la couleur ; à certaines séries de sols correspondent des surcharges.

La terminologie et la classification des facteurs observés au cours de la cartographie sont voisins pour la plupart du « Soil Survey Manual ».

3.2. Description des ensembles naturels et des unités cartographiées.

3.2.1. Ensemble P.

DESCRIPTION GENERALE.

— Physiographie.

L'ensemble P est constitué par une vaste dépression à fond plat (plate-forme du Koura et de Zgharta), s'élevant lentement de 60 mètres (près de la mer) à 400 mètres d'altitude au débouché de la Kadicha, et entaillée à peu près en son milieu par une gorge, profonde de plus de 100 mètres, au fond de laquelle coule l'Abou-Ali.

La dépression du Koura resserrée en aval entre les Jabal Tourbol et Kelhate, s'élargit ensuite en s'étirant à l'Est en direction du Nahr Bared par la vallée du Nahr Rachaine et au Sud-Ouest par la poche d'Amioun en direction de Chekka.

Elle est découpée par un réseau de petites vallées et de gorges convergeant vers Tripoli.

— Substrat.

Le substrat principal est un poudingue du quaternaire ancien, très consolidé et formé de galets et blocs calcaires, gréseux et basaltiques. Ce poudingue très épais en amont (région de Bsarma et de Daraya), se réduit en aval, entre les Jabal Tourbol et Kelhate, à une couche peu profonde et en grande partie altérée. Le calcaire du Miocène ou le calcaire tendre Mio-Pliocène s'observent parfois à moins de 1 mètre de profondeur. Ce poudingue peut faire place localement à des dépôts plus récents fluviaux.

— Sols.

Les propriétés communes à tous les sols issus des poudingues quaternaires et appartenant à l'ensemble F sont : une teinte dominante rouge (code munsell : 5YR 4/4 à sec), une texture le plus souvent argileuse ou argilo-sableuse avec des teneurs en limons inférieures à 20 %, l'absence de carbonate de calcium dans la terre fine, une vitesse d'infiltration lente ou très lente.

Des facteurs de pédogénèse actuels ou anciens (vertisolisation, rubéfaction, hydromorphie, processus d'érosion et de dépôts) ont conduit à une différenciation de ces sols qui ont été identifiés par 7 séries.

DESCRIPTION DES UNITES CARTOGRAPHIQUES.

Unités P1.

- topographie : surface tabulaire ou pente très faible (inférieure à 3 %)
- rachosité : pas d'affleurements rocheux
- couverture du sol : non caillouteuse
- aménagements actuels : parcelles séparées par de petits talus ou très larges terrasses à petits murets.
- sol : séries Bsarma, Zgharta, Kfar-Aaqqa, Abou Samra, Amioun, Bisbeel.

**Pl. v. Unité physiographique P1 avec sol de la série Bsarma (v)
comme dominante.**

Sol brun rouge argileux non calcaire moyennement profond ou profond reposant sur des débris de poudingue de taille variable, plus ou moins altérés et non jointifs. Il présente dès la surface les caractères vertisoliques. *Vertisol à drainage externe nul ou réduit, à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs.*

- Teneur en argile : 50 % en surface (0 - 20 cm) 50 - 70 % en profondeur (jusque 1 m).
- p. H. : 7 à 7,5.
- Epaisseur du sol : souvent plus d'un mètre.
- Réserve en eau utile : peut être calculée sur une profondeur de 1 m.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	28	17,5	1,2	25
20 - 50	35	22	1,4	54
50 - 100	38	24	1,4	95

**Pl. r1. Unité physiographique P1 avec sol de la série Zgharta (r1)
comme dominante.**

Sol brun rouge argileux non calcaire, non caillouteux et profond (100 à 150 cm) formé à la suite du recouvrement d'un vertisol par un matériau de type rouge méditerranéen. Cette série caractérise certaines zones à pentes très faibles (moins de 3 %) et n'apparaît donc que dans l'unité physiographique P1. Elle est souvent associée à la série précédente. *Sol rouge méditerranéen sans réserve calcique à caractères vertiques de profondeur.*

- Teneur en argile : 40 à 60 % en surface
50 à 70 % dans le matériau rouge méditerranéen
66 % dans le matériau vertique
- p. H. : de 6 à 7,5
- Epaisseur du sol : plus d'un mètre
- Réserve en eau utile : peut être calculée sur une profondeur de 1 m.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	29	18	1,2	26
20 - 50	31	21,5	1,5	43
50 - 80	31	21,5	1,5	43
80 - 100	42	27	1,5	45

**Pl. r2. Unité physiographique Pl avec sol de la série Kfar-Aaqaa (r2)
comme dominante.**

Sol rouge sable-argileux en surface, argileux en profondeur non calcaire, peu caillouteux, moyennement profond (50 - 100 cm) formé d'un matériau de type rouge méditerranéen reposant sur des débris de poudingue de taille variable, plus ou moins altérés et non jointifs. Mélangés à un matériau argileux vertique. *Sol rouge méditerranéen sans réserve calcique*, à caractères vertiques en profondeur.

- Teneur en argile : 20 à 40 % en surface
: 30 à 60 % jusque 60 - 80 cm
: 50 à 70 % au-delà mais avec débris de grès et de basalte
- p. H. : 7, passant à 6 en profondeur
- Epaisseur du sol : on peut considérer que le sol à un mètre d'épaisseur, la couche avec les débris de grès et de basalte étant parfaitement pénétrable.
- Réserve en eau utile : peut être calculée sur 1 m, une réduction de 15 % étant apportée pour les cailloux à partir de 60 cm.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	25	15	1,2	24
20 - 50	31	21,5	1,5	43
50 - 60	31	21,5	1,5	14
60 - 100	38	24	1,4	67

**Pl. r1. Unité physiographique Pl avec sol de la série Abou Samra (r3.)
comme dominante.**

Sol brun rouge argileux non calcaire, profond, formé d'un matériau de type rouge méditerranéen présentant des caractères vertiques et hydromorphes. *Sol rouge méditerranéen sans réserve calcique*, vertique ou légèrement hydromorphe.

Cette série est localisée sur la rive gauche de l'Abou-Ali entre la lisière de Tripoli et le village de Bkeftine. C'est une zone à pente très faible dans laquelle le drainage externe est très-déficient.

Teneur en argile	:	50 - 60 % en surface 55 à 65 % en profondeur
p. H.	:	7 à 7,5
Épaisseur du sol	:	on peut considérer que le sol a généralement plus de 1 mètre de profondeur à partir de 1 mètre il peut reposer sur le poudingue ou le calcaire dur non pénétrable par les racines.
Réserve en eau utile	:	elle peut être calculée sur une épaisseur de 1 m.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	25	15	1,2	24
20 - 50	31	21,5	1,5	43
50 - 100	31	21,5	1,5	71

Pl. d. Unité physiographique Pl avec sol de la série Amioun (d).

Sol brun rouge non calcaire, sablo-argileux en surface, puis progressivement argileux, très profond et non caillouteux. Le sous-sol est formé d'un dépôt argileux très profond de nature vertique. *Sol rouge méditerranéen sans réserve calcique à caractères vertiques.*

Cette série caractérise le fond plat de la poche d'Amioun à drainage externe particulièrement déficient.

- Teneur en argile : 30 % jusque vers 50 cm
50 % en profondeur
- p. H. : 6 à 7
- Epaisseur du sol : toujours plus d'un mètre
- Réserve en eau utile : peut se calculer sur au moins un mètre de sol.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	19	11	1,2	19
20 - 50	21	11	1,5	45
50 - 100	24	15	1,5	68

**Pl. c1. Unité physiographie Pl avec sol de la série Bisbeel (c1)
comme dominante.**

Sol brun rouge non calcaire en surface, souvent calcaire à partir de 70 cm, argileux peu caillouteux à très caillouteux reposant sur des cailloux, pierres ou blocs calcaires presque jointifs. La profondeur de ce sol varie entre 50 et 80 cm. *Sol rouge méditerranéen à réserve calcique.*

- Teneur en argile : 55 %
- p. H. : 7,5 à 8,3
- Epaisseur du sol : n'excède généralement pas 65 cm
- Réserve en eau utile : elle ne devra se calculer que sur une épaisseur de 70 cm et une correction doit être apportée pour les cailloux qui sont présents dans le sol (réduction de 25 %) en surface et en dessous de 50 cm.)

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	28	17	1,1	18
20 - 50	33	21,5	1,5	52
50 - 70	33	21,5	1,5	26

Unités P2.

- topographie : pente faible (3 à 8 %)
- rochosité : peu rocheux
- couverture du sol : peu caillouteuse
- aménagements actuels : terrasses assez larges (plus de 6 mètres) soutenues par des murets de pierres.
- sol : séries Bsarma, Kfar-Aaqqa, Bisbeel, Rachaine.

P2. v. Unité physiographique P2 avec sol de la série Bsarma (v) comme dominante.

L'épaisseur du sol y est souvent plus faible qu'en P1. v. Le calcul de la réserve en eau utile se fera sur une tranche de sol ne dépassant pas 75 cm.

P2. r2. Unité physiographique P2 avec sol de la série Kfar-Aaqqa (r2) comme dominante.

L'épaisseur du sol n'est pas moindre qu'en P1. r2. mais l'horizon avec les débris de basalte et de grès altérés est plus proche de la surface.

P2. c1. Unité physiographique P2 avec sol de la série Bisbeel (c1).

L'épaisseur du sol est souvent moindre qu'en P1. c1. et le calcul de la réserve en eau utile ne devrait se faire que sur une tranche de 50 cm de sol, avec une correction pour les cailloux.

P2. c2. Unité physiographique P2 avec sol de la série Rachaine (c2).

La calcul de la réserve en eau utile ne doit pas porter sur une tranche de sol supérieure à 50 cm.

Unités P3.

- topographie : pente faible à moyenne (3 à 20 %) dans un paysage au relief local souvent irrégulier.
- rochosité : 25 à 50 % de la surface sont couverts par des affleurements rocheux.
- couverture du sol : caillouteuse et graveleuse
- aménagements actuels : pas d'aménagements ou aménagements en terrasses parfois dégradées.

P3. c1. - P3. c2. **Unité physiographique P3 avec sols des séries Bisbeel (c1) et Rachaine (c2).**

L'épaisseur jusqu'au substrat est généralement inférieure à 50 cm. Il faut considérer que l'irrigation de ces unités ne se fera qu'après exécution d'aménagements qui les transformeront en P1. c1, P2. c1, P1. c2 ou P2. c2.

Unités P4.

- topographie : pente faible à moyenne (3 à 20 %) dans un paysage au relief local souvent irrégulier
- rochosité : plus de 50 % de la surface sont couverts par des affleurements rocheux
- couverture du sol : très caillouteuse, très graveleuse
- aménagements actuels : pas d'aménagements
- sol : les séries Bisbeel et Rachaine dominant.

Unités P5.

- topographie : pentes supérieures à 20 % ou rebords de plateau
- rochosité : peu rocheux
- couverture du sol : entre 25 et 50 % de cailloux et graviers
- aménagements actuels : terrasses étroites à murets de pierres
- sol : les séries Bisbeel et Rachaine dominant.

Unités P7.

- topographie : versants à pentes fortes et très fortes (plus de 20 %)
- rochosité : plus de 50 % d'affleurements rocheux
- couverture du sol : très caillouteuse
- aménagements actuels : quelques rares terrasses généralement dégradées

3.2.2. Ensemble A

DESCRIPTION GENERALE

— Physiographie

L'ensemble A est constitué essentiellement par le glaciaire qui s'étend depuis le Jabal Tourbol jusqu'à l'Ouadi El Chrande et au Nahr Rachaine. Il faut également y ajouter le

petit chaînon de collines qui dominant ce glacis au Nord de Zgharta et se prolonge jusqu'à la colline de Bkeftine sur la rive gauche de l'Abou-Ali.

Le rebord du glacis est abrupt au contact de l'Abou-Ali et du Nahr Rachaïne. Par contre il descend en pente douce vers l'Ouadi El Chrande. Il est entaillé par de nombreuses petites vallées peu profondes.

— Substrat

Le substrat dominant est formé par le calcaire tendre ou la marne appartenant soit au Miocène continental soit au Pliocène. Il existe également quelques petites taches de marnes sableuses (Rmaile) et de poudingue (Arde) appartenant au Pliocène.

— Sols

Deux séries de sols ont été identifiées et cartographiées en association : Mejdlaya et Aalma.

Série de Majdlaya

Sol brun-rouge argileux peu calcaire et moyennement profond reposant sur un calcaire tendre altéré ou parfois sur un calcaire dur. Il s'agit sans doute d'un sol issu d'un matériau argileux peu épais provenant de l'altération des poudingues quaternaires et plus ou moins « contaminés » par le calcaire tendre sous-jacent. *Sol rouge méditerranéen recalcifié.*

Série de Aalma

Sol brun gris, argilo-limoneux, calcaire, peu ou moyennement profond reposant sur un calcaire tendre avec des niveaux un peu plus durs.

DESCRIPTION DES UNITES CARTOGRAPHIEES

Unités A1.

- topographie : plateau à pente faible (0 - 3 %) entaillé par des petites vallées
- rochosité : peu rocheux
- couverture du sol : peu caillouteuse
- aménagements actuels : champs ouverts ou larges terrasses séparées par de petits murets

Dans l'Unité A1, les sols sont représentés principalement par la série Mejdlaya et peuvent être caractérisés comme suit :

Teneur en argile	: 50 à 60 %
p. H.	: supérieur à 7,5
Calcaire	: la teneur en calcaire est variable mais on peut admettre que généralement le sol est peu calcaire
Epaisseur du sol	: elle ne dépasse généralement pas 50 cm, sur un substrat tendre mais très calcaire. La teneur en calcaire du sol dépend de la dureté de ce substrat et des travaux qui ont pu mélanger ce dernier au sol et enrichir ainsi la surface en calcaire
Réserve en eau utile	: elle ne devra être calculée que sur une tranche de 50 cm de sol

Unités A2.

— topographie	: versants à pente moyenne (3 à 15) des collines, rebord du glacis et versants des vallées qui l'entaillent
— rochosité	: pas d'affleurements rocheux
— couverture du sol	: peu caillouteuse à caillouteuse
— aménagements actuels	: terrasses plus ou moins larges soutenues par des murets de pierres
— profondeur du sol	: cette unité correspondant à des zones aménagées en terrasses, la profondeur du sol varie en fonction de l'importance des travaux réalisés au moment de l'aménagement et de la position sur la terrasse : elle oscille entre 30 et 80 cm

Les sols de l'Unité A2 sont représentés principalement par la série Aalma qui se caractérise par les données suivantes :

Teneur en argile	: 40 %
Teneur en limon	: 43 %
p. H.	: toujours supérieur à 7,5
Teneur en calcaire	: généralement élevée avec un taux de calcaire actif supérieur à 10 %

- Epaisseur du sol : elle ne dépasse généralement pas 50 cm sur un substrat tendre et très souvent les aménagements réalisés ont mélangé ce substrat au sol, augmentant la teneur en calcaire
- Réserve en eau utile : elle ne doit être calculée que sur une tranche de sol de 50 cm.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	28,5	18	1,3	27
20 - 50	28,5	17	1,4	48

Unités A3.

- topographie : pentes moyennes situées au pied du Jabal Tourbol
- rochosité : les affleurements rocheux occupent entre 25 et 50 % de la surface
- couverture du sol : caillouteuse et pierreuse
- aménagement actuels : l'aménagement n'est pas systématique. Les zones les moins rocheuses sont aménagées en terrasses étroites parfois dégradées
- profondeur du sol : elle varie entre 0 et 50 cm
- calcaire : très clacaire
- sol : principalement la série Aalma

Unités A4.

- topographie : pentes moyennes situées au pied du Jabal Tourbol
- rochosité : les affleurements rocheux occupent plus de 50 % de la surface.
- couverture du sol : caillouteuse et pierreuse
- aménagements actuels : aucun aménagement
- profondeur du sol : très variable mais généralement inférieure à 50 cm
- Calcaire : très calcaire

Unités A5.

- topographie : versants à pentes fortes (supérieures à 20 %)

- rochosité : les affleurements rocheux n'apparaissent qu'à la base des murets de pierres
- couverture du sol : caillouteuse et pierreuse
- aménagements actuels : terrasses étroites soutenues par des murets de pierres
- profondeur du sol : profondeur variable (30 – 80 cm) suivant l'importance des aménagements réalisés et la position sur la terrasse
- calcaire : très calcaire
- caillouteux : très caillouteuse

Unités A7.

- topographie : versants de vallée à pentes fortes
- rochosité : affleurements très nombreux. Parfois ils occupent la totalité de la surface
- couverture du sol : très caillouteuse
- aménagements actuels : pas d'aménagement en raison de l'importance des affleurements rocheux
- sol : très peu profond et très caillouteux

3.2.3. Ensemble B.

DESCRIPTION GENERALE

— Physiographie.

L'ensemble B se partage entre deux régions situées l'une à l'Ouest, l'autre à l'Est du Nahr Abou-Ali et d'aspects un peu différents.

Région Kousba-Amioun et escarpements dominant Chekka.

Une nette dissymétrie existe entre les versants abrupts et ravinés orientés vers la Méditerranée et dominant Chekka d'une part et les petites collines à pentes douces associées à des petits pitons de calcaire dur qui constituent le rebord du Koura entre Kousba, Amioun, Kfar-Hazir et Bechmezzine d'autre part.

Région de Arjesse.

Elle a la forme d'un triangle dont la base serait formée par le pied des versants cénomaniens entre les villages de Kfarfou et de Sakhra et les deux autres côtés respectivement par l'Ouadi Chraikila et par l'Ouadi Iaal.

Les collines bien individualisées par un réseau de vallées étroites et profondes ont des sommets arrondis et des flancs très inclinés (pente supérieure à 20 %).

— **Substrat.**

Le substrat dominant est formé par les marnes et les calcaires marneux (Eocène et Sénonien). Dans l'Eocène apparaissent également des niveaux silicifiés qui peuvent laisser en surface des cailloux inaltérables.

— **Sols.**

Les sols de cet ensemble ont les caractères communs suivants : teinte grise, teneurs en calcaire très élevée (jusque 80 %) avec calcaire actif dépassant 20 %, profondeur faible ou moyenne mais pouvant être facilement augmentée en raison de la pénétrabilité du substrat, texture limoneuse à argilo-limoneuse.

Deux séries de sol ont été inventoriées :

Série de Kfar-Hazir.

Sol très calcaire de teinte beige à grise, peu évolué, argilo-limoneux, moyennement profond ou profond, reposant sur un calcaire marneux beige très clair, friable se débitant en plaquettes. *Rendzine à très forte effervescence (rendzine blanche).*

Série de Kfar-Yachit.

Sol très calcaire, peu évolué, de teinte grise, argilo-limoneux, reposant sur un niveau argileux pratiquement dépourvu de calcaire, très compact et très imperméable. *Rendzine à très forte effervescence.*

DESCRIPTION DES UNITES CARTOGRAPHIQUES.

Unités B1.

- topographie : versants et replats à pentes inférieures à 8 %
- pierrosité : néant
- couverture du sol : la couverture du sol est peu caillouteuse ou caillouteuse. Les cailloux sont un calcaire tendre qui s'effrite facilement et ne forment qu'un faible obstacle aux travaux culturels.
- aménagements actuels : grands champs ouverts ou larges terrasses

- profondeur du sol : le sol a au moins 30 cm de profondeur et atteint fréquemment 80 cm
- vitesse d'infiltration : lente à moyenne
- drainage externe : lent

Unités B2.

- topographie : versants en pente moyenne (8 - 20 %)
- rochosité : peu rocheux
- couverture du sol : souvent caillouteuse
- aménagements actuels : terrasses assez larges limitées soit par des talus soit par des murets
- profondeur du sol : 30 à 80 cm. Cette unité étant généralement aménagée en terrasses, le sol a été approfondi plus fréquemment qu'en B1 par attaque du substrat très tendre
- vitesse d'infiltration : modérée jusqu'à 80 cm — très lente dans les niveaux marneux sous-jacents
- drainage externe : rapide

Les sols couvrant les Unités B1 et B2 ont une profondeur utile très difficile à déterminer, les enracinements supportant le calcaire pouvant pénétrer dans le substrat ; il est donc malaisé de fixer une profondeur à prendre en considération pour le calcul de la réserve en eau utile ; en outre, les éléments grossiers, facilement altérables, qui sont mélangés au sol et constituent le substrat retiennent l'eau au même titre que le sol. Le calcul de la réserve en eau utile ne peut donc être qu'une indication très sujette à caution.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	34	18	1	32
20 - 50	31	19	1,5	54
50 - 100	31	19	1,5	90

Unités B3.

- topographie : sommets de buttes et versants en pente faible ou moyenne (0 - 20 %)
- rochosité : les affleurements rocheux sont un calcaire tendre ou de la marne. Ils peuvent occuper 50 % de l'unité

- couverture du sol : les cailloux et pierres peuvent couvrir jusqu'à 50 % de la surface
- profondeur : sol souvent peu profond
- aménagements actuels : cette unité est aménagée en terrasses souvent dégradées.

Unités B6.

- topographie : versants en pente forte, supérieure à 20 %
- rochosité : sur la terrasse même, il n'y a pas d'affleurements du substrat, par contre ils sont assez fréquents sur les talus.
- couverture du sol : le sol est couvert à 50 % par des cailloux
- profondeur du sol : elle est très variable suivant l'importance de l'aménagement réalisé et la position sur la terrasse. Il n'est pas rare de constater un sol atteignant 100 cm de profondeur. Il faut noter la présence fréquente vers 1 mètre d'un niveau argileux non calcaire très imperméable
- calcaire : très calcaire jusqu'à 1 mètre de profondeur
- drainage : interne déficient, drainage externe rapide
- aménagements actuels : ils sont constitués par des terrasses étroites soutenues par des murets de pierres de 2 mètres de hauteur.

Unités B8.

Cette unité caractérise les versants très abrupts et très érodés sur marnes sénoniennes dominant la ville de Chekka.

Unités BCa.

Unité particulière localisée au Sud-Est de Zgharta à la limite des calcaires tendres du Sénonien et des poudingues quaternaires, formée par la série Khaldiyé.

Sol brun rouge, peu calcaire, argileux à argilo-limoneux, avec encroûtement calcaire plus ou moins dur à faible profondeur. *Sol rouge méditerranéen recalifié.*

- topographie : glaciaire à pente faible à moyenne
- rochosité : quelques affleurements de poudingue
- couverture du sol : caillouteuse.

3.2.4. Ensemble M.**DESCRIPTION GENERALE.****— Physiographie.**

L'ensemble M est principalement constitué par un plateau côtier légèrement ondulé (plateau de Deddé), bordé à l'Ouest par une falaise rocheuse et descendant plus doucement en direction du Koura. Le paysage est karstique.

Ce plateau est entaillé par deux réseaux de vallées souvent sèches : un réseau de vallées subparallèles se dirigeant vers la côte, un réseau plus ramifié de vallées d'orientation générale Sud-Ouest-Nord-Est. L'altitude varie entre 100 et 300 mètres.

L'ensemble M se retrouve également sur la rive droite de l'Abou-Ali sous la forme d'un plateau tabulaire (altitude 100 m) entre Tripoli et les premières pentes du Jabal Tourbol.

— Substrat.

Calcaires durs, peu fissurés, en bancs subhorizontaux appartenant au Miocène marin.

— Sols.

Les sols de cette unité sont des sols rouges méditerranéens non calcaires, à taux d'argile élevé pouvant même atteindre 70 à 80 %, avec certains caractères vertiques en profondeur. Deux séries ont été identifiées : Deddé et Qoubbé, la série de Deddé étant la plus représentée.

DESCRIPTION DES UNITES CARTOGRAPHIEES.**Unités M1. Unité physiographique M1 avec sol de la série Deddé comme dominante.**

La topographie est en partie très faible et les affleurements rocheux sont rares.

Sol très argileux, non calcaire, avec apparition de caractères vertiques en profondeur, reposant sur un calcaire dur fissuré en blocs de grande taille avec poches de terre entre les blocs. *Sol rouge méditerranéen.*

Teneur en argile	: de 50 à 70 %, parfois même plus de 70 %
p. H.	: 7,5

Épaisseur du sol : toujours plus d'un mètre jusqu'au substrat dur ; dans quelques taches, l'épaisseur du sol est de plusieurs mètres, mais il s'agit de zones de dépôts.

Réserve en eau utile : peut être calculée sur une profondeur de 1 mètre.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	33	21	1,2	19
20 - 50	33	23	1,4	42
50 - 100	37	26	1,4	87

Unités M1. q. Unité physiographique M1 avec sol de la série Qoubbé comme dominante.

La topographie est en pente très faible.

Sol rouge argileux non calcaire, moyennement profond, avec caractères vertiques en profondeur. issu d'un mélange de matériaux provenant du calcaire Miocène et des poulingues quaternaires. *Sol rouge méditerranéen.*

Teneur en argile : 50 à 60 %

p. H. : 8

Épaisseur du sol : généralement supérieur à 80 cm

Réserve en eau utile : ne doit être calculée que sur une profondeur de 1 mètre.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	30	20	1,3	26
20 - 50	30	20	1,5	45
50 - 80	30	20	1,5	45

Unités M2. Unité physiographique M2 avec sol de la série Deddé comme dominante.

La pente est faible à moyenne avec une topographie générale ondulée ; aménagements généralisés avec terrasses larges maintenues par des murets en pierre. Le sol est comparable à celui de M1 mais le calcaire dur apparaît d'une façon interrompue entre 30 et 80 cm. Les affleurements rocheux peuvent occuper jusque 25 % de la surface.

La réserve en eau utile ne doit être calculée que sur une épaisseur de sol de 80 cm.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	33	21	1,2	29
20 - 50	33	23	1,4	42
50 - 80	37	26	1,4	46

Unités M2. q. Unité physiographique M2 avec sols de la série Qoubbé comme dominante.

La différence essentielle entre M1. q. et M2. q. réside dans la profondeur du sol qui généralement ne dépasse pas 40 cm. Les aménagements sont faits en larges terrasses et la pente générale est de 3 à 8 % mais peut atteindre 20 %.

La réserve en eau utile ne doit se calculer que sur une épaisseur de 40 cm.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	30	20	1,3	26
20 - 40	30	20	1,5	30

Unités M3.

- topographie : replats et versants en pente moyenne ou faible
- rochosité : les affleurements rocheux couvrent entre 25 et 50 % de la surface du sol
- couverture du sol : caillouteuse et graveleuse
- aménagements actuels : aménagements à terrasses souvent étroites parfois dégradées
- profondeur du sol : le sol est peu profond parfois même très peu profond (20 - 50 cm)
- drainage externe : moyen à lent

Les sols de cette Unité sont comparables à ceux de l'Unité M2 série Deddé principalement, mais moins profonds et surtout beaucoup plus interrompus par les affleurements de calcaire dur. Ils ne seront irrigables qu'après un aménagement qui leur donnera les caractéristiques de l'Unité M2.

Unités M4.

- topographie : réplats et versants en pente moyenne ou faible
- rochosité : rocheux à très rocheux
- couverture du sol : 50 à 90 % de la surface couverte par des cailloux et pierres
- aménagements actuels : l'abondance des roches et des pierres ont empêché l'aménagement de ces sols
- sol : très peu profond par poches

Unités M5.

- topographie : versants à pente supérieure à 20 %
- rochosité : peu rocheux
- couverture du sol : pierreuse et caillouteuse sur moins de 50 %
- aménagements actuels : terrasses étroites à cause de la pente, de la faible profondeur et de la dureté du substrat. Elle sont horizontales régulières et soutenues par des murets de pierres
- profondeur du sol : faible à moyenne, elle résulte de l'aménagement et varie suivant l'effort fourni lors de cet aménagement, l'état initial du terrain et la position sur la terrasse
- drainage : moyen à rapide

Unités M7.

- topographie : versants à pentes fortes et très fortes
- rochosité : affleurements très abondants (50 à 90 %)
- couverture du sol : très caillouteuse
- aménagements actuels : quelques rares terrasses étroites très dégradées
- profondeur du sol : très faible

3.2.5. Dépôts récents de vallées et de cuvettes (unités cartographiques : a, b)**DESCRIPTION GENERALE**

Les fonds de vallées et les dépressions où se sont accumulées les alluvions et colluvions ont été regroupés en deux unités cartographiques suivant que les dépôts ne sont pas calcaires (unité a) ou sont calcaires (unité b).

DESCRIPTION DES UNITES**Unités a.**

Cette unité comprend les fonds de vallée et dépression à alluvions ou colluvions essentiellement constituées par des sols rouges non calcaires des ensembles P et M.

- topographie : fonds à pente faible des vallées souvent sèches lorsque celles-ci ne sont pas encore trop enfoncées dans la plateforme du Koura (ensemble P). Dans l'ensemble M, l'unité a correspond surtout aux fonds de cuvettes.
- couverture du sol : la surface du sol est peu caillouteuse à caillouteuse ; les cailloux sont des morceaux de calcaire dur.
- aménagements actuels : cette unité est presque toujours aménagée en terrasses à murets plus ou moins larges.
- sol : le sol est rouge ou brun-rouge, argileux, non ou peu calcaire, moyennement à peu profond. Il repose sur des niveaux de cailloux ou de pierres calcaires, gréseuses ou basaltiques plus ou moins épais.

Ces dépôts sont très hétérogènes ; ils peuvent cependant être considérés comme profonds et les paramètres à utiliser pour le calcul de la réserve en eau utile peuvent être ceux de l'Unité P1. r1.

Unités b.

- topographie : l'unité b correspond soit aux fonds larges et plats des vallées du Nahr Jouait, du Nahr Rachaïne et du cours inférieur du Nahr Abou-Ali, soit aux talwegs étroits sillonnant les ensembles A et B.
- couverture du sol : non ou peu caillouteuse (cailloux de calcaire tendre).
- aménagements actuels : le terrain est généralement aménagé en terrasses très larges. C'est la zone de prédilection pour l'agrumiculture.
- sol : sol brun gris à gris, très calcaire. Il est très profond lorsque la vallée est large, moyennement profond ou même peu profond et légèrement caillouteux lorsqu'elle est étroite.

Comme ceux de l'unité a, ces dépôts sont hétérogènes mais généralement profonds. Le calcul de la réserve en eau utile peut porter sur une épaisseur de sol de 1 mètre.

Prof. en cm.	H. E.	H. f.	d. a.	R. E. U. en mm.
00 - 20	31	17	1	28
20 - 50	29	16	1,5	59
50 - 100	29	16	1,5	98

CHAPITRE IV

LA CLASSIFICATION DES TERRES EN VUE DE L'IRRIGATION

4.1. Le système — les classes.

L'interprétation de la carte des sols en vue de l'irrigation se base sur les caractéristiques du terrain qui influencent la capacité de production et le coût de l'aménagement. Ce système s'inspire de celui utilisé par l'U. S. Bureau of Reclamation* et dont les grandes lignes ont été exposées dans le rapport de l'étude des ressources en sols de la plaine du Akkar.

L'examen des caractéristiques du sol et des unités cartographiées dans la région, fait apparaître que les facteurs pédologiques qui influencent l'aptitude à l'irrigation des sols du Koura-Zgharta peuvent être classés en deux groupes :

- ceux qui limitent le choix ou réduisent les rendements des cultures.
- ceux qui exigent des aménagements supplémentaires importants.

Deux sols peuvent donc être placés dans une même classe, l'un parce que le choix ou le rendement des cultures seront limités, l'autre parce qu'il sera nécessaire de procéder à des investissements importants pour aménager le terrain et le rendre irrigable ; ils sont placés dans une même classe, parce qu'on suppose que, économiquement parlant, ces deux sols auront finalement des productivités comparables. Il faut cependant admettre que cet aspect de la productivité « économique » des sols ne fait pas l'objet de cette étude.

Trois classes de terres irrigables sont adoptées :

- **Classe 1** : terrains très favorables à l'exploitation sous irrigation. Ces terrains exigent peu ou pas d'aménagements préalables à l'irrigation. Le choix des cultures est assez large et les rendements élevés. Aucune des unités de la région Koura-Zgharta ne sera placée dans cette classe.

* United States Department of The Interior, Bureau of Reclamation Manual, Volume V. Irrigated Land Use, Part. 2. Land Classification.

— **Classe 2** : terrains moyennement favorables à l'irrigation, capables de donner de bons rendements, mais généralement inférieurs à ceux de la classe 1 ou avec des frais d'exploitation plus élevés. Le choix des cultures possibles y est plus restreint. Le terrain demande souvent quelques travaux d'aménagements préalables, mais relativement peu coûteux : nivellement sommaire, épierrage, travaux de drainage.

— **Classe 3** : terrains marginaux en ce qui concerne leurs aptitudes à l'irrigation. Ils présentent des limitations plus marquées et plus nombreuses que celles des terrains des classes précédentes, mais peuvent être considérés comme irrigables moyennant des travaux coûteux ou avec des rendements inférieurs à ceux de la classe 2.

La classe 4, telle que définie dans le système du Bureau of Reclamation, n'est pas utilisée dans la présente étude.

La classe 5 groupe des terres dont le placement dans une des classes irrigables ou dans la classe non irrigable ne pourra être décidée qu'après des études complémentaires ; les résultats des études n'étant pas encore connus, la classification ne peut se faire actuellement. Sont groupés dans cette classe, les sols très calcaires dont les aptitudes sont actuellement encore très discutées. Ces sols font en ce moment l'objet d'études complémentaires dans la région du Liban-Sud.

La classe 6 groupe les terres estimées devoir être exclues d'un programme d'irrigation.

4.2. Les facteurs pris en considération.

Compte tenu des caractéristiques pédologiques des sols et des caractéristiques morphologiques des unités cartographiées, les facteurs à prendre en considération pour la classification des terres sont :

- la texture et les autres facteurs qui lui sont liés,
- la profondeur du sol,
- le calcaire actif,
- la pente et le relief local,
- la rochosité.

4.2.1. La texture.

La presque totalité des sols de la zone ont une texture argileuse ; quelques sols sont limoneux mais ils sont très calcaires ; les sols sablonneux ne sont représentés que par l'une ou l'autre tache non cartographiable au 1/20.000.

L'examen des coupes de sols et l'analyse des échantillons prélevés ont permis de constater qu'il fallait tenir compte non seulement de la teneur en éléments $< 2 \mu$ mais également de la nature de la fraction argileuse. A taux d'argile égal, deux sols peuvent présenter des différences de structure, de compacité, de vitesse d'infiltration de l'eau et d'hydromorphie. La mesure du taux d'argile est facile et entre dans les analyses de routine. La structure est une observation de terrain relativement facile bien que certaines appréciations soient déjà subjectives et varient d'ailleurs en fonction de l'état de l'humidité du sol ; la structure ne peut être cartographiée, elle est liée au type de sol cartographié sur base d'autres facteurs observables. La compacité du sol peut être appréciée mais elle n'est jamais qu'une appréciation. La porosité, l'aération, la vitesse d'infiltration de l'eau sont des éléments qui peuvent être mesurés mais chacun sait que les techniques mises en œuvre sont peu précises.

Sans qu'aucune corrélation statistique puisse être établie, il a cependant été possible de constater que les caractéristiques hydrodynamiques et morphologiques d'un sol devenaient moins favorables dès que le rapport T/A (capacité d'échange ramenée à 100 gr. d'argile) était supérieur à 40 m. e. Il s'agit en fait de déterminer par une méthode simple, une augmentation, dans la fraction argileuse du sol, de la proportion d'argile gonflante.

Une importance assez grande est attribuée à la texture associée au T/A dans la classification adoptée. Les travaux culturaux peuvent améliorer la structure, l'aération, le régime hydrique d'un sol, en surface, assurant ainsi à des cultures annuelles établies sur des sols à texture et à T/A assez différents, des rendements à peu près comparables. Il n'en est pas de même pour les cultures arbustives dont certaines, comme les agrumes, voient leurs rendements baisser dans des proportions assez importantes dès que les conditions physiques et hydriques deviennent moins favorables, ces conditions étant par ailleurs difficiles à améliorer en profondeur.

Nous en sommes donc venus à placer les sols comme suit :

- en classe 1 : les sols ayant un taux d'argile inférieur à 40 %, le taux d'argile pris en considération étant celui de l'horizon (B) ou C. Certains sols répondent à ce critère mais d'autres facteurs (calcaire) les déclasseront.
- en classe 2 : les sols ayant un taux d'argile supérieur à 40 % et un rapport T/A inférieur à 40 m. e. au moins dans la portion supérieure du sol (jusque 80 cm de profondeur).
- en classe 3 : les sols ayant un taux d'argile supérieur à 40 % et un rapport T/A supérieur à 40 m. e. dès la surface.

Aucune limite supérieure n'est fixée au taux d'argile.

Pour ce seul critère de texture associée au T/A, tous les sols du Koura-Zgharta, en dehors des sols calcaires, sont placés en classe 2 et classe 3 ; l'attention est donc ainsi largement attirée sur le problème de l'arboriculture irriguée dans les sols lourds du Koura-Zgharta.

4.2.2. Profondeur du sol.

La profondeur du sol prise en considération varie suivant la nature du substrat.

Sur pierres, cailloux, blocs non jointifs, le sol peut être moins profond parce que le système racinaire peut encore exploiter la terre qui généralement existe entre les cailloux ou les pierres ; ce substrat en outre est favorable au drainage interne du sol.

La classe 1 exige une profondeur de sol de 80 cm sur ce type de substrat ; la classe 2, 50 cm ; la classe 3, 30 cm. Avec moins de 30 cm de sol, l'unité est considérée comme non irrigable.

Sur une roche dure ou des cailloux jointifs, la profondeur de sol exigée est plus grande : 100 cm en classe 1, 80 cm en classe 2, 40 cm en classe 3.

Lorsque le substrat est une marne calcaire ou un calcaire tendre, il est pénétrable aux racines et peut participer à la réserve en eau utile du sol ; il peut aisément être attaqué par les engins de labour. Cependant, la haute teneur en calcaire de pareil substrat, est un facteur dont il faut tenir compte ; si ce substrat est trop proche de la surface, les travaux culturaux risquent de rendre le sol trop calcaire, éliminant ainsi certaines cultures. Un sol sur pareil substrat devra avoir 100 cm de profondeur pour être placé en classe 1 ; 80 cm pour la classe 2 ; 50 cm pour la classe 3. Il est en effet estimé que si le sol a moins de 50 cm d'épaisseur sur ce type de substrat, le problème du calcaire actif se posera et l'unité devra être placée en classe 5 en attendant les résultats des expérimentations en cours sur sols calcaires.

Etant donné les variations de profondeur de sol qui sont caractéristiques de la zone et qu'une cartographie au 1/20.000 ne peut faire ressortir, il est admis que la profondeur requise peut n'être rencontrée que sur 80 % de la surface de l'unité ; 20 % de la surface peuvent donc avoir des sols moins ou plus profonds.

4.2.3. Calcaire actif.

La présence du calcaire actif limite le choix des cultures ou impose certaines variétés ; cependant, le comportement des sols très calcaires sous irrigation est encore très mal

connu. Une expérimentation est en cours dans ce domaine. En attendant le résultat de cette expérimentation, il a été décidé de placer en classe 5 tous les sols avec un taux de calcaire actif supérieur à 20 %. On admet généralement que moins de 10 % de calcaire actif ne sont pas néfastes. Entre 10 et 20 %, les sols sont placés en classe 2 ou 3 en fonction des autres facteurs.

4.2.4. La topographie, pente et relief local.

Comme dans les études antérieures, il est admis qu'un sol peut être irrigué par gravité sur une pente allant jusque 8 %. De 8 à 20 %, le système d'irrigation doit être adapté et il est probable que seule l'irrigation par aspersion puisse être adoptée. Cependant, de nombreux terrains sont ou seront aménagés en terrasses ; dans ce cas, la terrasse elle-même est en pente faible et le problème à résoudre est celui de l'amenée d'eau sur la terrasse.

Une distinction est donc à faire entre les terrains en fonction de la présence ou non d'aménagements. Sur les pentes non aménagées, le terrain sera placé en classe 1 ou 2, si la pente ne dépasse pas 8 % ; de 8 à 20 %, il sera en classe 3 ; au delà de 20 %, l'unité n'est plus à retenir pour l'irrigation.

Si le terrain est aménagé, la pente générale peut être de 20 % pour la classe 1 - 2 et 3.

Il faut en outre considérer que si la pente est supérieure à 8 %, il sera possible de l'aménager en terrasses ; mais cet aménagement implique des frais supplémentaires qui influenceront sur l'économie de l'exploitation ; c'est là une raison supplémentaire pour placer en classe 3 les sols non aménagés dont la pente est supérieure à 8 %.

Le relief local est pris en considération pour l'influence qu'il peut avoir sur l'évacuation des eaux de surface et la nécessité de procéder à un nivellement préalablement à l'exploitation sous irrigation. Des données précises manquent cependant pour déterminer ce facteur et au stade actuel de l'étude, il s'agit d'une simple appréciation fournie par le prospecteur qui connaît le terrain. Lorsque le relief est peu favorable au drainage externe, l'unité est placée en classe 2 ou 3 en fonction d'autres facteurs, parce que l'amélioration de cette déficience exigera des travaux de nivellement assez importants.

4.2.5. La rochosité.

L'élimination des affleurements rocheux implique des travaux onéreux ; il est admis que lorsque les affleurements occupent plus de 50 % de la surface, l'unité doit être éliminée du programme d'exploitation avec irrigation ; lorsque les affleurements occupent de 25 à 50 % de la surface, l'unité est placée en classe 3 ; en classe 2, la rochosité peut couvrir 25 % .

Le tableau ci-annexé résume les normes prises en considération pour la classification des terres.

4.3. Le mode de représentation cartographique.

Chaque classe est représentée sur la carte au 1/20.000 par une couleur et un indice.

- la classe 1 n'est pas présente dans la zone ; elle est normalement indiquée par la couleur brune,
- la classe 2 est indiquée par la couleur verte,
- la classe 3 est indiquée par la couleur jaune,
- la classe 5 est indiquée par la couleur rouge,
- la classe 6 n'est pas colorée.

Un indice complète les indications ; il est constitué par une fraction composée d'un chiffre et de lettres. Au numérateur, le chiffre arabe indique la classe (déjà connue par la couleur) ; une ou deux lettres indiquent si les déficiences justifiant la classification concernent le sol (texture, profondeur, calcaire) ou concernent la topographie (pente, relief, rochosité). Les déficiences concernant le sol sont indiquées par la lettre s, celles concernant la topographie sont indiquées par la lettre t. Les déficiences dues au sol (s) sont difficiles à améliorer et influent principalement sur les rendements et la limitation du choix des cultures. Les déficiences dues à la topographie peuvent être améliorées mais influent sur les investissements nécessaires.

Projet Koura-Zgharta

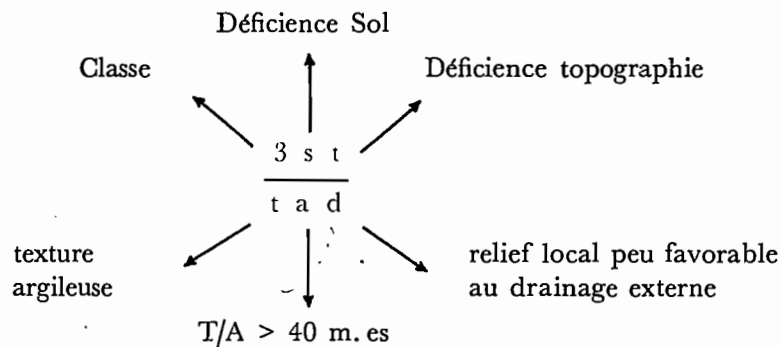
Classification des Terres pour l'Irrigation

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 5	Classe 6
- Texture % Argile T/A en m. e.	< 40 %	> 40 % < 40 m. e.	> 40 % > 40 m.e.	— —	— —
- Profondeur du sol mini- mum en cm. sur pierres, cailloux, blocs non jointifs	80 }	50	30		0 - 30
sur roche dure ou cailloux jointifs	100	80	40		0 - 40
sur marnes ou calcaires tendres	100	80	50	0 - 50	
- Calcaire Actif en % (max.)	10	20	20	> 20	
- Topographie Pente en % (maximum) non aménagée	8 %	8 %	20 %		> 20 %
aménagée	20 %	20 %	20 %		> 20 %
Relief local	favorable au drai- nage ex- terne	peu favo- rable au drainage externe	peu favo- rable au drainage externe		
- Rochosite surface occupée en % (max.)	rare roches	25 %	50 %		> 50 %

Le dénominateur précise les facteurs limitants qui sont symbolisés par les lettres suivantes :

texture (% argile > 40 %)	t
T/A (> 40 m. e.)	a
profondeur du sol	g
calcaire actif	c
pente	p
relief local peu favorable au drainage externe	d
rochosité	r

Exemple de symbole :



La carte maintient en outre les limites et les symboles des unités de la carte des sols.

4.4. La classification des unités cartographiées

Unités Pl. v. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A supérieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol supérieure à 100 cm
- Calcaire actif, non
- Pente, faible
- Drainage externe, déficient
- Rochosité, nulle

Classification : $\frac{3 \text{ s. t.}}{\text{t. a. d.}}$

Unités P1. r1. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A inférieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol supérieure à 100 cm
- Pas de calcaire actif
- Pente faible
- Drainage externe déficient
- Rochosité nulle

Classification : $\frac{2. s. t.}{t. d.}$

Unités P1. r2. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A inférieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol supérieure à 100 cm.
- Pas de calcaire actif
- Pente faible
- Drainage externe satisfaisant
- Rochosité nulle

Classification : $\frac{2 s.}{t.}$

Unités P1. r3. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A inférieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol supérieure à 100 cm.
- Pas de calcaire actif
- Pente faible
- Drainage externe déficient
- Rochosité nulle

Classification : $\frac{2 s. t.}{t. d.}$

Unités P1. d. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A inférieur à 40 m. e. en surface mais peut devenir supérieur à 40 m. e. dès 50 cm.

- Profondeur du sol supérieure à 100 cm.
- Pas de calcaire actif
- Pente faible
- Drainage externe déficient
- Rochosité nulle

Classification : $\frac{2 \text{ s. t.}}{\text{t. a. d.}}$

Unités P1. cl. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A inférieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol comprise entre 50 et 80 cm sur cailloux et pierres presque jointifs
- Pas de calcaire actif
- Pente faible
- Drainage externe satisfaisant
- Rochosité nulle

Classification : $\frac{2 \text{ s.}}{\text{t. g.}}$

Unités P2. v. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A supérieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol comprise entre 50 et 80 cm, sur un substrat de débris de poudingue non jointifs
- Pas de calcaire actif
- Pente faible, aménagée
- Drainage externe satisfaisant
- Rochosité nulle

Classification : $\frac{3 \text{ s.}}{\text{t. a. g.}}$

Unités P2. r2. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A inférieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol comprise entre 50 et 80 cm sur cailloux et pierres
- Pas de calcaire actif

- Pente faible, aménagée
- Drainage externe satisfaisant
- Rochosité nulle

Classification : $\frac{2 \text{ s.}}{\text{t. g.}}$

Unités P2. c1. — Teneur en argile supérieure à 40 %

et P2. c2.

- T/A inférieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol comprise entre 40 et 80 cm sur cailloux jointifs
- Pas de calcaire actif
- Pente faible, aménagée
- Drainage externe satisfaisant
- Rochosité nulle

Classification : $\frac{3 \text{ s.}}{\text{t. g.}}$

Unités P3. c1. — Teneur en argile supérieure à 40 %

et P3. c2.

- T/A inférieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol comprise entre 40 et 80 cm sur cailloux jointifs
- Pas de calcaire actif
- Pente faible, peu aménagée
- Drainage externe satisfaisant
- Rochosité entre 25 et 50 %

Classification : $\frac{3 \text{ s. t.}}{\text{t. g. r.}}$

Unités P4. — Profondeur du sol inférieure à 40 cm sur cailloux jointifs

- Rochosité supérieure à 50 %

Classification : $\frac{6 \text{ s. t.}}{\text{g. r.}}$

Unités P5 et P7. — Pente supérieure à 20 %

Classification : $\frac{6 \text{ t.}}{\text{p.}}$

- Unités A1.** — Teneur en argile supérieure à 40 %
 — T/A supérieur à 40 m. e.
 — Profondeur du sol 50 cm sur marnes ou calcaire tendre
 — Teneur en calcaire actif inférieure à 10 %
 — Pente faible
 — Drainage externe satisfaisant
 — Rochosité nulle

Classification : $\frac{3 \text{ s.}}{\text{t. a. g.}}$

- Unités A2.** — Teneur en argile parfois inférieure à 40 %
 — T/A inférieur à 40 m. e.
 — Profondeur du sol variable suite aux aménagements exécutés sur substrat tendre et calcaire, moins de 50 cm sur substrat de calcaire tendre si terrain non aménagé
 — Calcaire actif : plus de 10 %
 — Pente moyenne aménagée
 — Drainage externe satisfaisant
 — Rochosité nulle

Classification : classe 5 à cause du calcaire actif

- Unités A3.** — Ces unités sont mises en classe 5 à cause du calcaire actif
 et A4.

- Unités A5.** — La pente est supérieure à 20 %
 et A7.

Classification : $\frac{6 \text{ t.}}{\text{p.}}$

- Unités B1.** — Ces unités sont mises en classe 5 à cause du calcaire actif
 B2. B3.

- Unités B6.** — La pente est supérieure à 20 %
 B7. B8.

Classification : $\frac{6 \text{ t.}}{\text{p.}}$

- Unités Bca.** — Teneur en argile supérieure à 40 % mais inférieure à 50 %
 — Profondeur du sol : ne dépasse généralement pas 50 cm sur l'encroûtement calcaire
 — Teneur en calcaire actif : inférieure à 10 %
 — Pente faible ou moyenne
 — Drainage externe satisfaisant
 — Rochosité nulle
 Classification : $\frac{3 \text{ s.}}{g.}$

- Unités M1.** — Teneur en argile supérieure à 40 %
 — T/A inférieur à 40 m. e.
 — Profondeur du sol supérieure à 100 cm
 — Pas de calcaire actif
 — Pente faible
 — Drainage externe satisfaisant
 — Rochosité nulle
 Classification : $\frac{2 \text{ s.}}{t.}$

- Unités M1. q.** — Teneur en argile supérieure à 40 %
 — T/A supérieur à 40 m. e.
 — Profondeur du sol supérieure à 80 cm sur calcaire dur
 — Pas de calcaire actif
 — Pente faible
 — Drainage externe satisfaisant
 — Rochosité nulle
 Classification : $\frac{3 \text{ s.}}{t. a.}$

- Unités M2.** — Teneur en argile supérieure à 40 %
 — T/A inférieur à 40 m. e.
 — Profondeur du sol, atteint 80 cm sur du calcaire dur

- Pas de calcaire actif
- Pente faible, ondulée, aménagée
- Drainage externe satisfaisant
- Rochosité pouvant atteindre 25 %

Classification : $\frac{2 \text{ s.}}{t.}$

Unités M2. q. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A variable
- Profondeur du sol comprise entre 40 et 80 cm sur calcaire dur
- Pas de calcaire actif
- Pente faible
- Rochosité : pouvant atteindre 25 %

Classification : $\frac{3 \text{ s.}}{t. \text{ g.}}$

Unités M3. — Teneur en argile supérieure à 40 %

- T/A inférieur à 40 m. e.
- Profondeur du sol généralement inférieure à 50 cm sur un substrat de calcaire dur
- Pas de calcaire actif
- Pente faible ou moyenne, peu aménagée
- Drainage externe satisfaisant
- Rochosité pouvant atteindre 50 %

Classification : $\frac{3 \text{ s. t.}}{t. \text{ g. r.}}$

Unités M4. — Profondeur du sol inférieure à 40 cm sur calcaire dur peu fissuré

- Pente faible ou moyenne
- Rochosité supérieure à 50 %

Classification : $\frac{6 \text{ s. t.}}{g. \text{ r.}}$

Unités M5. — Pente supérieure à 20 %
et M7.

Classification : $\frac{6 \text{ t.}}{p.}$

Unités a. — Teneur en argile supérieure à 40 %
— T/A inférieur à 40 m. e.
— Profondeur du sol supérieure à 50 cm sur cailloux non jointifs
— Pas de calcaire actif
— Pente faible, aménagée
— Drainage externe satisfaisant
— Rochosité nulle

Classification : $\frac{2 \text{ s.}}{t.}$

Unités b. — Teneur en argile variable, pouvant être inférieure à 20 %
— Profondeur du sol supérieure à 80 cm
— Calcaire actif très variable, mais généralement inférieur à 20 %
— Pente faible aménagée
— Drainage externe satisfaisant
— Rochosité nulle

Classification : $\frac{2 \text{ s.}}{c.}$

2ème PARTIE

**CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES
ET PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS**

CHAPITRE I

LES MATÉRIAUX CONSTITUANT LES SOLS

La nature des matériaux variés à partir desquels les sols du Koura se sont formés dépend en premier lieu de la composition minéralogique des roches dont ces matériaux sont issus.

Il est indispensable de les caractériser avec soin pour pouvoir les différencier facilement, en particulier lorsqu'ils sont superposés dans un même profil et plus ou moins mélangés, ce qui est le cas à la limite des unités cartographiques. Les matériaux issus des poudingues quaternaires et qui recouvrent la surface la plus importante du Koura, se distinguent facilement de ceux provenant des marnes ou calcaires tendres du Sénonien et du Miocène-Pliocène. Par contre il faut parfois avoir recours à l'analyse pour les différencier des matériaux issus de l'altération des calcaires durs du Miocène.

1. – Matériaux issus des poudingues quaternaires. (Ensemble P de la carte des sols)

Les poudingues quaternaires qui constituent les substrats de la « surface principale » du Koura contiennent généralement des galets et blocs de calcaire dur dont l'aspect rappelle le calcaire Miocène dont ils semblent provenir et des galets ou blocs plus ou moins gros et roulés de grès et de basalte. D'après J. Besançon, professeur de géographie à l'Université libanaise de Beyrouth (communication orale); seuls les poudingues du quaternaire affleurant au S. E. de Zgharta entre les Ouadi Iaal et Kharayabes semblent être entièrement calcaires. Ailleurs, les proportions relatives entre débris calcaires, basaltiques et gréseux sont très variables. Au Nord-Ouest de Kfar-Aaqqa par exemple les éléments gréseux semblent dominer, tandis que près de la source du Nahr Rachaïne on observe une grande abondance de galets basaltiques.

Les affleurements de poudingue pliocène qui, selon les observations de J. Besançon, ne renferment jamais de basalte, sont peu importants et localisés sur les versants escarpés du Nahr Abou-Ali.

Les propriétés communes aux matériaux issus des poudingues quaternaires sont les suivantes : teinte dominante rouge (code Munsell : 5YR 4/4), absence de carbonate de calcium, texture argileuse ou argilo-sableuse, teneur en limon ne dépassant pas 20 %. Ces deux dernières propriétés apparaissent nettement lorsque l'on considère la position des échantillons dans le triangle de texture.

Mais des facteurs externes tels que le temps, les anciennes conditions de drainage et les processus mécaniques d'érosion ou de dépôts, ont conduit à une différenciation des matériaux provenant de ces poudingues. On peut donc distinguer les matériaux qui, d'après l'observation sur le terrain, ont évolué directement à partir du poudingue sous-jacent, et ceux qui ont été transportés à une plus ou moins grande distance de leur lieu de formation.

1. 1. Matériaux en place.

1. 1. 1. Matériaux d'altération : c1 et c2

Il s'agit de la zone d'altération surmontant le poudingue et dans laquelle on peut reconnaître, jusqu'à la partie supérieure, des éléments gréseux et basaltiques inaltérés mélangés à d'autres éléments presque complètement décomposés ; ces derniers ont un aspect bariolé avec de petites taches diffuses rouges, jaunes, violacées et grises.

Seuls les gros blocs calcaires subsistent : les galets calcaires ont la plupart du temps disparu après dissolution du carbonate de calcium.

Les produits fins résultant de l'altération des calcaires, basaltes et grès sont hétérogènes : argileux ici, plus sableux là. De plus le complexe d'altération tel que défini ci-dessus, présente deux aspects différents, en relation sans doute avec les anciennes conditions de drainage et la composition du poudingue.

Matériau d'altération c1 : Les débris de basalte et surtout de grès sont nombreux, parfois même jointifs à faible profondeur (profils KH 14 - KH 16) ; le produit d'altération est plus ou moins argileux (43 à 65 % d'argile) ; la réaction est neutre ou même acide ; ainsi dans le profil KH 16, le pH descend jusqu'à la valeur de 5,4. La capacité d'échange est de 25 m. e. pour 100 grammes de terre fine soit en moyenne 40 m. e. pour 100 g. d'argile.

Matériau d'altération c2 : Les morceaux de grès et de basalte sont en général moins nombreux et plus altérés que dans c1. La terre qui les enrobe ressemble au matériau vertique rouge décrit plus loin : teneur en argile élevée (moyenne 75 %, valeurs extrêmes 43,5 et 68,5 %), structure polyédrique ou prismatique grossière, faces de glissement, parfois bariolage de taches grises et rouges. La capacité d'échange ramenée à 100 g. d'argile (51,3 m. e. en moyenne) est plus élevée que dans c1.

Il semble que les débris de basalte altérés et friables ont une capacité d'échange beaucoup plus élevée que la terre qui les entoure (85 m. e. contre 51 dans le profil KH 33).

1. 1. 2. Matériau évolué vertique rouge (v. r.)

Ce matériau provenant directement du produit d'altération c2 ne contient pas ou peu de morceaux de basalte ou de grès. Il possède nettement des caractères vertiques :

- texture argileuse (moyenne : 63 %, valeur extrême : 52 et 74 %),
- structure massive à l'état humide, très grossière et anguleuse à l'état sec. Les éléments structuraux sont tantôt cubiques tantôt faiblement prismatiques ou en plaquettes,
- faces de glissement particulièrement bien visibles,
- consistance très dure à sec, ferme à l'état humide, très plastique et collante à l'état trempé,
- la teinte est généralement rouge (5YR 4/4), mais il arrive que les éléments structuraux soient recouverts d'une petite couche de teinte grise, relique d'une hydromorphie ancienne disparue aujourd'hui. On peut aussi dans certains cas observer de petites taches noires de manganèse ; celles-ci sont toujours peu nombreuses,
- enfin la capacité d'échange (moyenne 46,7 m. e. pour 100 g. d'argile) est un peu plus faible que dans c2. Dans l'ensemble des 25 prélèvements effectués dans ce matériau la capacité d'échange ramenée à 100 g. d'argile varie entre les valeurs extrêmes 39 et 60,5 m. e.

1.2. Matériaux d'alluvionnement ou de colluvionnement.

Ces matériaux se rattachent aux précédents par certains caractères : absence de carbonate de calcium, teinte de fond rouge, teneurs en limons inférieures à 20 %. Il est possible de les classer en deux groupes.

1.2.1. Matériau rouge méditerranéen (r m)

Ce matériau a été surtout observé à l'Ouest du Nahr Abou - Ali entre Zgharta et Bisbeel. D'une épaisseur très variable mais ne dépassant pas 1 m, 50 il recouvre par petites taches correspondant aux parties les plus planes de la région, les matériaux c2 et vr décrits plus haut. Il se distingue de ceux-ci :

- par son degré d'évolution très poussé (jamais de traces de basalte ou de grès très altérés),
- par des caractères morphologiques de sol rouge méditerranéen :
 - couleur homogène rouge brun (5YR 3/4 et 4/4 S et H),
 - structure polyédrique fine à moyenne bien développée avec facettes brillantes des agrégats,
 - surstructure prismatico-cubique moyenne en saison sèche,
 - consistance : dure à sec, friable à l'état humide, moyennement plastique et collante à l'état trempé,
- par la présence de taches et de concrétions noires de manganèse toujours nombreuses.

Du point de vue analytique le matériau rm a à peu près la même texture que les matériaux c2 et vr (voir triangle des textures), mais une capacité d'échange nettement plus faible : la capacité d'échange rapportée à 100 g. d'argile est en moyenne de 32,4 avec des valeurs extrêmes 26,5 et 40.

L'allochtonie du matériau rm est également soulignée par la ligne de séparation avec les matériaux en place qu'il recouvre : cette ligne est toujours ondulée.

1.2.2. Dépôts de la poche d'Amioun (d)

La région située entre Amioun, Bechmezzine et Kfar Hazir a l'aspect d'une poche, fermée au Nord, à l'Ouest et au Sud par des collines calcaires et dont l'ouverture orientée N-NE n'a pas plus de 2 km de large. Des dépôts très épais se sont accumulés dans cette poche et sont exploités actuellement dans les carrières de Bechmezzine et d'Amioun pour la fabrication du ciment (cimenteries de Chekka).

Dans la carrière d'Amioun on peut observer la succession suivante de haut en bas :

- Couche I — 0-50 cm ; matériau rouge (5YR 3/4) sableux en surface (28 % d'argile), puis progressivement plus argileux, avec quelques graviers et cailloux roulés siliceux, capacité d'échange rapportée à 100 g. d'argile : 28 à 37 m. e., taches noires de manganèse très abondantes.
- Couche II — 50 cm à 3 mètres : matériau plus clair (7,5YR 3/4) argileux (50 % d'argile, 15 % de limon) sans éléments grossiers ; structure prismatique grossière ; facettes de glissement ; capacité d'échange rapportée à 100 g. d'argile : 56 m. e.
- Couche III — 3 à 4,5 mètres ; couche un peu plus claire (7,5YR 4/4) de matériau plus grossier constitué d'un mélange de sable (54 %), d'argile (31 %) et de graviers siliceux ; la capacité d'échange rapportée à 100 g. d'argile est la même que dans la couche II.
- Couche IV — 4,5 à 8 mètres ; couche brune (7,5YR 3/4) très argileuse (64 %) et présentant une très belle structure prismatique grossière et des facettes de glissement ; capacité d'échange 50 m. e.

On peut apercevoir en dessous de cette couche des blocs de poudingue dans lesquels des petits galets calcaires gréseux et basaltiques sont cimentés par du calcaire.

Les sols de cette région sont toujours constitués jusqu'à 1 m, 50 par la superposition des couches I et II. Généralement la couche I a moins de 50 centimètres d'épaisseur

et la capacité d'échange est plus faible que celle déterminée dans la carrière ; elle passe de 17 m. e. en moyenne en surface à 22,2 à 1 mètre de profondeur. Au Nord (carrière de Bechmezzine), au pied des collines de calcaire miocène, les dépôts argileux issus des poudingues quaternaires sont recouverts de colluvions rouges très épaisses et très argileuses (70 % d'argile) provenant de ces calcaires miocènes.

2. Les matériaux calcaires.

Ou bien ils se sont développés sur place à partir de roches calcaires tendres (marnes sénoniennes de Chekka et marnes calcaires ou sableuses du tertiaire), ou bien ils ont été transportés sur de plus ou moins grandes distances en donnant les colluvions recouvrant les matériaux argileux issus des poudingues quaternaires et les alluvions récentes garnissant le fond de certaines vallées (Abou-Ali inférieur, Nahr Rachaïne, Nahr el-Aaoudé). Les caractères communs à ces matériaux sont : leur texture limoneuse, leur structure fine, leur teinte très claire, leur teneur élevée en carbonate de calcium.

2.1. Matériaux issus des formations calcaires du Miocène et du Pliocène (ensemble A de la carte des sols).

Les marnes mio-pliocènes forment le soubassement d'un chaînon de petites collines alignées suivant une direction Est-Ouest entre les vallées du Nahr el-Aaoudé et du cours inférieur de l'Abou-Ali et les premières pentes du Djebel Tourbol.

Le Miocène lacustre apparaît comme une succession de couches marneuses plus ou moins calcaires et généralement peu perméables et de calcaires un peu plus durs. Il semble que les matériaux des sols sont surtout issus des niveaux calcaires. Voici la composition d'un échantillon de calcaire tendre miocène prélevé à proximité du village de Rmaïle :

CaCO ₃	90,0 %
MgCO ₃	4,2
SiO ₂	6,2
Résidus	1,6
Total	102,0 %

Dans le matériau qui résulte de l'altération de cette roche la quantité de calcaire total est élevée (56 % en moyenne). En outre, comme on peut le constater en se reportant au triangle des textures, les teneurs en limon dépassent presque toujours 45 % et atteignent parfois 70 % tandis que les taux d'argile sont toujours inférieurs à 40 %.

Les affleurements de marnes sableuses pliocènes se limitent à quelques taches de très faible surface (par exemple : au carrefour de Rmaïle). Les sols rouges sableux et dépourvus de calcaire qui en dérivent n'ont pu être cartographiés à l'échelle du 1/20.000ème.

2.2. Matériaux issus des formations calcaires du Sénonien (mernes de Chakka) et de l'Eocène inférieur (ensemble B de la carte des sols).

Les formations sénoniennes et éocènes affleurent à la périphérie du Koura principalement :

- dans la zone accidentée et érodée située entre les villages de Arjesse et de Iaal sur la rive droite de l'Abou-Ali,
- sur la rive gauche entre Kousba et Kfar Aaqqa et sur les bords Est et Nord de la poche d'Amioun.

Elles sont également formées de couches assez dures calcaires alternant avec des couches plus tendres argileuses et compactes. Les matériaux constituant les sols proviennent surtout des couches les plus calcaires, ils sont eux-mêmes très calcaires : teneur en calcaire total moyenne de 60 % avec des maxima de 80 %.

La texture de ce matériau, quoique limoneuse, est un peu différente de la texture des matériaux A (voir triangle des textures) : les teneurs en limons sont presque toujours inférieures à 45 % et les teneurs en argile comprises entre 40 et 50 %.

2.3. Les alluvions récentes calcaires.

Elles proviennent des matériaux calcaires précédents après transport et dépôt par les rivières. Il est également possible que les alluvions plus sableuses de la basse vallée de l'Abou-Ali (KH 90) dérivent en partie des placages de conglomérats du quaternaire récent (q2) observés sur les versants voisins et soient constituées d'un niveau sableux et d'un niveau de galets roulés.

Ces alluvions sont dans l'ensemble moins calcaires (30 à 50 % de calcaire total) que les matériaux dont elles sont issues.

Comme beaucoup d'alluvions leur texture est très variable aussi bien verticalement que horizontalement.

3. Les matériaux rouges décalcarifiés provenant du calcaire dur Vindobonien (Ensemble M de la carte des sols).

Le calcaire Vindobonien (m1) forme la couverture des deux anticlinaux dominant la plaine du Koura : anticlinal du Tourbol et anticlinal de Qalhat. C'est une roche très dure contenant près de 98 % de CaCO_3 . L'altération de ce calcaire a donné naissance à une infinité de poches karstiques. Le matériau qui résulte de cette altération a tous les caractères de sol rouge méditerranéen. La teneur en argile est élevée (70 à 75 %) ce qui le distingue des matériaux r. m. issus des poudingues quaternaires.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DES SOLS

1. LES SOLS DE L'ENSEMBLE « P ».

Les sols brun-rouges non calcaires de l'ensemble P, ont été inventoriés en 7 séries, en fonction de la nature des matériaux qui les constituent. Ce sont les séries de Bsarma (v) de Zgharta (r1), de Kfar Aaqqa (r2), de Bkeftine (r3), d'Amiou (d), de Bisbeel (c1) et de Rachaine (c2).

1.1. Série de Bsarma : sols formés par les matériaux vr et c.

1.1.1. Faciès de la série de Bsarma principalement observé dans l'unité cartographique Plv.

— Description du profil type.

Le profil type retenu est le KH 17 situé à proximité du village de Bsarma (34° 20' N, 35° 50' E, altitude de 298 mètres) sur un petit plateau étroit allongé Nord-Sud. La pente faible (2 %) est aménagée en terrasses plus ou moins larges. Les oliviers distants les uns les autres de 8 mètres donnent d'après les villageois une récolte assez médiocre ; quelques blocs de calcaire dur émergent çà et là du sol.

— **Ap 0 - 15 cm.** brun rouge (5YR 4/8) ; "Sandy clay" ; structure polyédrique subangulaire fine moyennement développée ; porosité moyenne ; peu dur à l'état sec, moyennement ferme à l'état humide, peu plastique et peu collant à l'état trempé ; limite régulière diffuse ; racines assez nombreuses ; pas de calcaire (échantillon KH 171).

— **(B) 15 - 80 cm.** horizon tacheté ; taches diffuses grises (5YR à 10YR 6/1) se distinguant mal du fond rouge (5YR 4/4) ; "clay" ; structure massive à l'état humide, très grossière et anguleuse à l'état sec (éléments structuraux polyédriques à prismatiques) ; porosité faible ; consistance très dure à sec, ferme à l'état humide, très plastique et collante à l'état trempé ; petits grains de basalte très altérés peu nombreux ; les racines d'oliviers semblent pénétrer assez bien dans les fentes ; limite irrégulière progressive (échantillons KH 172 et KH 173, matériau vr).

— **C 80 - 150 cm.** horizon beaucoup plus nettement tacheté, débris de grès et de basalte plus ou moins altérés augmentant avec la profondeur ; texture plus ou moins argileuse ; structure massive à l'état humide ; très grossière à l'état sec. Les éléments structuraux prismatico-cubiques peuvent se déliter en plaquettes obliques ; très belles facettes de glissement ; la terre est rouge à l'intérieur des éléments structuraux et devient grise à proximité des fentes ; consistance très dure à l'état sec, ferme à l'état humide, très plastique et très collante à l'état trempé (échantillon KH 174, matériau c2).

La porosité totale est très faible lorsque le sol est humide ; lorsqu'il est sec la porosité externe (fentes de retrait) est moyenne tandis que la porosité interne reste faible ; quelques grosses racines descendent jusqu'à 1 m, 50 le long des fentes.

Données analytiques :

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 15	0 - 15	11,2	17,6	7,7	13,5	47,0
(B)	20 - 80	30 - 40	10,6	15,2	6,4	11,5	53,0
		60 - 80	3,7	7,4	3,9	10,5	72,0
C	80 - 150	120 - 130	6,9	13,6	6,9	12,5	57,5

Analyse chimique

Prof. (cm) Prélève- ment	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/A m. e. par 100 gr.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 - 15	7.1	21.2	4.0	0.51	0.34	26.0	28.2	1.4	48
30 - 40	7.1	19.2	6.8	0.36	0.45	26.8	28.0	0.9	47
60 - 80	7.2	24.0	6.8	0.25	0.15	32.0	32.8	0.4	46
120 - 130	7.2	20.0	5.6	0.25	1.21	27.0	28.4	0.1	42

Caractéristiques hydrodynamiques

Prof. (cm) Prélèvement	Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente
	4,2	3,0	2,5	
0 - 15	17,4	23,5	28,8	27,8
30 - 40				31,4
60 - 80				42,2
120 - 130	24,8	32,3	38,9	36,5

Variations des caractéristiques.

Profondeur : l'horizon (B) a une épaisseur supérieure à 60 cm, il peut atteindre 1 m, 50. Les débris altérés de grès et de basalte et les gros blocs calcaires ne s'observent qu'en dessous. En fait il est rare que l'unité P1v ne soit pas associée à l'unité P2v de sorte que l'horizon (B) varie d'épaisseur sur de très faibles distances, parfois sur une même terrasse.

Graviers et cailloux : à la surface du sol et dans le (B) il y a moins de 15 % de cailloux et graviers. Ce sont des petits morceaux de basalte, de grès, plus rarement de calcaire et de silex.

Couleur : les taches grises d'hydromorphie sont souvent absentes. Aucune relation n'a pu être établie entre la présence de ces taches et la position topographique. En l'absence de ces taches grises d'hydromorphie on peut observer des taches noires de manganèse (KH 41).

Texture : la texture du (B) est toujours argileuse (voir également le triangle de texture). Dans la plupart des profils on observe un gradient de la teneur en argile qui passe de 49,5 % en moyenne dans l'horizon Ap à 62,9 % en moyenne en profondeur. L'absence de revêtement argileux et l'hétérogénéité du matériau originel interdit d'attribuer cet accroissement à une migration de l'argile.

Structure : elle présente toujours les caractères de vertisol : structure grossière polyédrique ou prismatique, faces de glissement obliques et luisantes, fentes de retraits très profondes.

pH : il est neutre ou très peu supérieur à 7 (moyenne pour 20 échantillons : 7,3), il est souvent supérieur de 1 à 2 dixièmes d'unité dans les échantillons de profondeur.

Complexe absorbant : la capacité d'échange est en moyenne de 29,4 m. e. pour 100 g.

Le complexe est presque totalement saturé (somme des bases : 28,3 m. e. en moyenne). Les ions Ca dominent très nettement.

T/A : les sols de l'unité Plv étant constitués par les matériaux vr et c2, ont dès la surface un T/A supérieur à 40 m. e. et égal en moyenne à 46 m. e. Trois profils (KH 29, 41 et 47) font exception. Leurs horizons supérieurs Ap présentent un T/A respectivement de 30, 36 et 36 m. e. ; il s'agit en fait de sols dans lesquels le matériau vr est recouvert d'une couche de 15 à 20 cm de matériau rm ou d qui se confond avec le Ap. Nous les avons inclus dans l'unité Plv et non dans l'unité Pl r1 car les racines des plantes pérennes se développent surtout dans vr (horizon (B)).

Matière organique : elle est peu abondante et passe de 1,3 % en moyenne dans l'horizon Ap à 0,3 % vers 1 mètre de profondeur.

Cas particulier : Sols Plv enrichis par des apports colluviaux.

Ces sols s'observent à la limite de l'ensembles P et des formations calcaires (calcaire miocène — marnes sénoniennes). Leurs caractères morphologiques sont :

- une profondeur dépassant 1 mètre,
- une couleur homogène brun foncé,
- une couverture assez dense (20 %) de cailloux et graviers calcaires, gréseux ou basaltiques,
- la présence fréquente dans le sol de grains calcaires réagissant à l'acide,
- une texture argileuse et une structure relativement fine polyédrique angulaire. L'apparition en profondeur de facettes luisantes permet néanmoins de les rattacher aux sols Plv.

L'analyse confirme que le matériau originel principal est de type vr : texture argileuse (50 à 60 % d'argile - 15 à 17 % de limon).

T/A (65 m. e.) est un peu plus élevé que la moyenne de vr mais nettement inférieur au matériau calcaire voisin.

Par rapport à la terre fine, la capacité d'échange est de 40 m. e. tandis que la somme des bases échangeables est très légèrement plus faible (39 m. e.) En raison de la présence d'une très petite quantité de calcaire (1 à 2 %) le pH est supérieur à ce qu'il est dans les sols Plv typiques (7,8 à 8). La matière organique est aussi un peu plus abondante (2 à 2,3 % dans Ap 0,5 à 1,2 % vers 1 mètre).

Bien qu'aucune mesure n'ait été effectuée, il semble que ces sols colluviaux aient des propriétés hydrodynamiques nettement meilleures que les sols Plv.

Place de la série Bsarma dans la classification française :

- classe des vertisols,
- sous-classe des vertisols à drainage externe nul ou réduit,
- groupe des vertisols à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs,
- sous-groupe : modal,
- famille : sols issus des poudingues quaternaires.

1.1.2. Facies de la série de Bsarma principalement observé dans l'unité cartographique P2v.

Du point de vue morphologique les sols de l'unité P2v diffèrent des sols de l'unité P1v avec lesquels ils sont souvent associés, par l'épaisseur de l'horizon (B) (matériau vr et plus rarement rm) qui ne dépasse pas 60 cm et par une plus grande abondance des éléments grossiers. Cette unité est bien représentée sur la rive gauche de l'Abou - Ali où elle forme une bande de quelques centaines de mètres de large entre la route Bsarma - Daraya et le village de Bkeftine. Dans l'ensemble P sur 69 profils observés et prélevés, 15 profils appartiennent à cette unité.

Description d'un profil type : ZK 6

Ce profil a été observé au début de mai 1969 à proximité du village de Daraya, (34° 20' N ; 35° 52' 30" E. : altitude 321 m). La pente en moyenne de 5 % est de direction Nord-Sud. Les terrasses assez larges (40 mètres) sont séparées par des murettes et plantées de vieux oliviers (écartement 6 x 6). Des cailloux et graviers gréseux et basaltiques recouvrent environ 25 % de la surface du sol. Il existe une petite croûte sableuse et compacte, de quelques millimètres ; celle-ci, observable à la surface des mottes du dernier labour, résulte de l'effet des gouttes de pluie sur le sol et de l'entraînement par érosion en nappe des éléments les plus fins.

— **Ap 0 - 15 cm** : horizon brun rouge (5YR 3/4) ; "sandy clay" ; structure polyédrique sub-angulaire fine à moyenne ; porosité moyenne ; consistance très dure à sec, friable à l'état humide, moyennement plastique et collante à l'état trempé ; pas de calcaire ; quelques cailloux basaltiques ; limite régulière (échantillon ZK 61 - matériau vr).

— **(B) 15 - 50 cm** : horizon un peu plus rouge (2, 5YR 5/6 humide) ; "clay" ; structure massive à l'état humide avec apparition de plaquettes en profondeur ; porosité faible ; consistance très dure à sec, ferme à l'état humide, très plastique et collante à l'état trempé ; quantité de cailloux très variable mais généralement inférieure à 15 % ; pas de calcaire ; racine ; limite irrégulière ; (matériau vr — échantillon ZK 62).

C 50 - 90 cm : horizon tacheté : taches rouges (2, 5YR 3/6 échantillon ZK 62) et taches noires (2, 5YR 3/2) résultant de l'altération des basaltes ; environ 30 % de cailloux

et graviers surtout basaltiques en voie d'altération ; texture argileuse "clay" ; structure massive avec plaquettes peu dures à faces de glissement obliques ; porosité faible ; consistance très dure à sec, ferme à l'état humide ; très plastique et très collante à l'état trempé ; racines visibles jusqu'à la base de l'horizon (échantillon ZK 63 — matériau c2).

à 100 cm : apparition de gros blocs de calcaire dur pouvant remonter jusqu'à 50 cm de profondeur. Entre ces blocs, les fentes contiennent de l'argile tachetée laissant passer les racines.

Données analytiques du profil ZK 6.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 15	0 - 15	13,8	22,6	11,8	15,5	36,5
(B)	15 - 50	30 - 50	12,4	16,3	7,8	11,5	50,0
C	50 - 90	60 - 90	9,8	17,8	7,1	13,5	49,5

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/A m. e. par 100 gr.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 - 15	7.0	13.6	2.0	0.30	0.17	16.07	20.0	1.5	42
15 - 50	6.9	18.8	2.0	0.20	0.26	21.26	27.0	0.9	48
50 - 90	7.5	18.8	2.0	0.20	0.34	21.34	34.0	0.4	68

Caractéristiques hydrodynamiques

Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente	Densité Apparente	Vitesse d'infiltration
4,2	3,0	2,5			
13,0	18,8	22,8	23,6	1,16 - 1,26	6 mm/h
17,1	23,1	26,6	26,6	1,52	6 mm/h
21,9	30,2	36,0	33,9		

Variations des caractéristiques.

Pente : la pente générale du terrain est toujours inférieure à 8 % avec des valeurs fréquemment voisines de 5 %.

Profondeur des horizons : l'horizon C (matériau c2) apparaît le plus souvent entre 40 et 60 cm de profondeur. Mais des débris calcaires gréseux et basaltiques altérés peuvent s'observer dans certains cas dès les premiers centimètres. Des blocs de calcaire dur ou de poudingue et parfois un niveau très dense de galets non consolidés sont visibles en général vers 90 cm mais dans certains cas dès 20 cm.

Couverture de la surface du sol par les cailloux : le plus souvent moins de 25 % de la surface du sol est couverte.

Quantité et nature des cailloux et des graviers dans l'horizon (B) : il y en a toujours moins de 15 %. Ce sont des morceaux de calcaire, de grès, de basalte ou de silex.

Nature des matériaux recouvrant l'horizon C (matériau c2) : trois cas peuvent se présenter :

- a) le matériau de recouvrement est de type vr (caractères vertiques, T/A égal à 46,0 m. e. en moyenne). L'horizon Ap est plus pauvre en argile (teneur moyenne : 32,5 %) que l'horizon (B) (58 %). C'est le cas du profil ZK 6.
- b) le matériau de recouvrement est de type vr mais Ap est presque aussi argileux (moyenne : 53 %) que l'horizon (B) ; exemples : KH 24 et ZK 11.
- c) le matériau de recouvrement peu épais est de type rm et repose directement sur l'horizon C. Ce type de profil se rencontre rarement (KH 35) ; la texture est argileuse (teneur en argile 50 %), la capacité d'échange rapportée à 100 g d'argile inférieure à 40 m. e. ; les autres propriétés physicochimiques sont : un pH neutre ou légèrement acide, une capacité d'échange inférieure 20 m. e. et une quantité de bases échangeables de l'ordre de 15 m. e. pour 100 g.

pH : il est en moyenne de 7,4, quelque peu plus élevé lorsque le sol est affecté par des colluvionnements, plus bas dans les horizons Ap surtout si ceux-ci sont sableux.

Complexe absorbant : *Capacité d'échange :* elle est en moyenne de 30,5 m. e. pour 100 g. Dans les horizons Ap sableux les valeurs de la capacité d'échange ne sont plus que de 17,6 m. e. en moyenne. *Sommes des bases :* moyenne générale : 28,5 m. e. Dans les Ap sableux, 15,4 m. e.

T/A : exception faite du profil KH 35 signalé plus haut, le T/A de ces sols est supérieur à 40 m. e. (moyenne : 51 m. e.) aussi bien en surface qu'en profondeur.

Matière organique : le taux de matière organique est très variable (de 1,0 à 2,9). Les sols les mieux pourvus sont ceux qui, se trouvant à proximité des collines calcaires, sont enrichis par des colluvions.

1.2. Série de Zgharta (r1) : sols résultant de la superposition des matériaux rm, vr et c2.

Cette unité, particulièrement digne d'intérêt en raison de la profondeur du sol, couvre une superficie assez importante sur la rive droite de l'Abou-Ali, notamment entre les villages de Bisbeel et Asnoun et à proximité du village de Kfar-Hata. Sur la rive gauche elle forme une tache au Nord Ouest de Bsarma.

Au total 10 profils KH sur 69 appartiennent à cette unité.

Description d'un profil type : KH 60.

Le profil KH 60 a été observé au mois de juin 1969 près du village de Kfar-Hata (34° 23' Nord — 35° 54' Est — altitude : 127 m), sur un plateau étroit allongé Nord-Sud. La pente étant faible (1 à 3 %), le terrain n'a pas été terrassé. Les oliviers sont plantés tous les 6 mètres. Il n'y a pratiquement pas de cailloux à la surface du sol.

— **Ap 0 - 20 cm :** horizon brun rouge (5 YR 3/4) ; "clay" ; structure polyédrique subangulaire moyenne et fine ; porosité moyenne ; consistance peu dure ; pas de calcaire ; quelques petites taches et concrétions noires de manganèse ; limite régulière diffuse (échantillon KH 601).

— **(B) 20 - 90 cm :** horizon brun rouge (5 YR 4/4) ; nombreuses taches et concrétions noires de manganèse ; texture argileuse "clay" ; structure polyédrique angulaire moyenne bien développée ; facettes luisantes ; surstructure en gros blocs prismatiques (à sec seulement) ; porosité moyenne à faible ; consistance très dure à sec, friable à l'état humide ; peu plastique et peu collant à l'état trempé ; pas de réaction à l'acide ; quelques rares graviers siliceux ; assez nombreuses racines moyennes et fines ; présence d'une semelle de labour vers 30 cm ; limite irrégulière assez nette (échantillon KH 602 - matériau rm).

— **(B) fossile 90 - 140 cm :** horizon tacheté ; teinte de fond rouge et brun rouge (2,5 YR 4/6 et 5 YR 3/4), taches grises peu nombreuses, (5 YR 6/2) ; taches noires moins nombreuses que dans (B) ; "clay" ; structure massive à l'état humide, prismatique grossière à l'état sec avec apparition de plaquettes à faces obliques de glissement dans la partie la plus profonde ; à sec porosité interne très faible et porosité externe (fentes de retraits) élevée ; consistance très dure à sec, ferme à l'état humide, très plastique et très collante à l'état trempé ; pas de réaction à l'acide ; racines très fines et peu nombreuses ; quelques graviers siliceux et quelques rares morceaux de basalte et de grès altérés (échantillons KH 603 - KH 604 - matériau vr).

— **C 140 - 240 cm** : horizon bariolé : taches petites et diffuses rouges, jaunes, violacées et grises ; grande quantité de débris gréseux et basaltiques ayant atteint divers stades de décomposition ; encore quelques silex.

La terre a une texture très hétérogène allant de "clay" à "clay sandy" et une structure polyédrique à prismatique grossière avec encore des plaquettes ; porosité moyenne à fine ; pas de réaction à l'acide ; quelques taches de manganèse ; encore quelques grosses racines (échantillons KH 605 - KH 606 - matériau c2).

Données analytiques de KH 60.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 15	0 - 15	6,1	8,0	8,5	16,5	58,5
(B)	20 - 90	50 - 70	4,9	8,3	16,5	10,5	60,0
(B) f	90 - 140	100 - 120	4,5	6,6	5,8	14,5	66,0
		125 - 140	4,8	6,7	5,8	13,5	67,7
C	140 - 240	180 - 200	8,9	6,7	3,2	10,5	68,5
		230 - 240	15,6	15,1	7,1	17,5	49,5

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/Am.e. par 100 gr.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 - 15	6,8	15,6	3,2	0,30	0,34	19,4	22,2	1,3	32
20 - 90	6,8	16,8	3,2	0,15	0,44	20,6	21,8	0,5	34
90 - 140	7,0	21,6	4,4	0,20	0,87	27,1	30,2	0,3	44
	7,7	27,2	2,4	0,25	0,87	30,7	32,2		47
140 - 240	7,5	26,0	4,8	0,25	1,56	32,6	32,6		47
	7,6	27,2	2,4	0,20	1,21	31,0	34,8		

Caractéristiques hydrodynamiques

Horizon	Prof. (cm) prélèvement	Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente
		4,2	3,0	2,5	
Ap	0 - 15	18,0	23,9	29,2	28,8
(B)	50 - 70	21,6	28,5	33,5	31,1
(B) f	100 - 120	26,7	36,8	43,9	41,6
(B) f	125 - 140	28,1	38,4	46,5	44,0

Variations des caractéristiques.

Elle varie suivant l'unité physiographique ; mais ces sols se rencontrent généralement en P1 ou P2, sur de pentes inférieures à 8 % .

profondeur et épaisseur des matériaux rm et vr : ce sont les sols les plus profonds du Koura avec ceux de l'unité P1d. Le niveau c2 apparaît toujours à une profondeur supérieure à 140 cm.

Le niveau rm supérieur a une épaisseur très variable. Celle-ci peut osciller entre 30 et 150 cm en l'espace de quelques mètres.

Le matériau vr sous-jacent a une épaisseur comprise entre 60 et 90 cm.

Cailloux et graviers : ils sont pratiquement absents de la surface du sol. Dans l'horizon (B) on observe parfois des graviers ou cailloux de grès ou de basalte altérés ainsi que des petits morceaux de silex. Ils sont en trop faible quantité pour gêner les racines ou modifier les propriétés hydrodynamiques.

Structure : c'est sur le terrain le caractère qui permet de différencier les horizons (B) et (B) f. Le premier a une structure de sol rouge méditerranéen (polyédrique angulaire moyenne à fine bien développée avec facettes luisantes surtout en profondeur) tandis que le second a la structure des vertisols rouges particulièrement nette en été (prismatique grossière et en plaquettes avec facettes de glissement).

Texture : l'horizon (B) a en profondeur une texture nettement argileuse (moyenne : 59,6 % d'argile — extrême : 52 et 66) Ap est plus ou moins appauvri (moyenne 47 % — extrêmes : 36 et 58). Enfin dans le profil KH 27 situé à l'entrée de la poche d'Amioun et non loin des sols de l'unité P2v, l'horizon de surface ne contient plus que 30 % d'argile. L'horizon (B) f a la même texture que l'horizon (B) des sols P1v (moyenne : 66 % d'argile).

pH : dans l'horizon (B), il oscille en surface entre 6,1 et 7,3 et en profondeur entre 6,7 et 7,4. Dans l'horizon (B) f le pH est un peu plus élevé.

Complexe absorbant : *Capacité d'échange* : elle est plus faible dans l'horizon (B) (moyenne : 20,8 m. e.) que dans l'horizon (B) f (moyenne : 29 m. e.). *Somme des bases échangeables* : inférieure de 1 à 3 m. e. à la capacité d'échange dans les deux horizons (B) et (B) f.

T/A : le rapport T/A est plus faible dans (B) (moyenne : 31,2 m. e. extrêmes : 22 et 40) que dans (B) f (moyenne 45 m. e. — extrêmes : 40 et 50).

Matière organique : 1,8 % en moyenne.

Place de la série de Zgharta dans la classification française :

- classe des sols à sesquioxydes de fer (et de manganèse),
- sous-classe des sols fersiallitiques (sols rouges méditerranéens),
- groupe des sols fersiallitiques sans réserve calcique,
- sous-groupe : à caractères vertiques (en profondeur),
- familles des sols issus des poudingues quaternaires.

1.3. Série de Kfar-Aaqqa (r2) : sols moyennement profonds constitués par les matériaux rm et c.

Entre les routes Amioun-Bterram et Kfar-Aaqqa-Bsarma s'étend une zone assez importante qui, bien que relativement plane (pente générale inférieure à 5 %) est recouverte de sols contenant de très nombreux débris de grès et de basalte, à une profondeur comprise entre 55 et 80 cm (horizon C). Leurs caractères physico-chimiques un peu particuliers incitent à les classer dans une série à part.

On peut prendre le profil KH 8 comme profil type bien qu'il soit situé non loin de la limite de cette unité et que la limite entre le matériau rm et l'horizon C soit difficile à discerner,

Description du profil KH 8.

KH 8 est situé au Nord-Est d'Amioun en début de pente (5 %) (coordonnées : 34° 18' 30" N - 35° 48' 50" E. Altitude 285 m). Les terrasses sont à cet endroit très larges et séparées par des talus enherbés. En surface on observe surtout des petits graviers blancs laiteux de silice et quelques débris de calcaire très émoussés et d'un blanc immaculé.

— **Ap 0 - 20 cm :** teinte inégalement rouge (2,5 YR 4/6 et 10 R 3/6) ; texture argilo-sableuse ; structure polyédrique subangulaire fine, sur structure motteuse ; porosité moyenne ; consistance très dure à sec, très friable à l'état humide, moyennement plastique et collante à l'état trempé ; pas de réaction à l'acide ; quelques graviers siliceux ; quelques petites taches noires de manganèse ; limite graduelle et irrégulière, (échantillon KH 81 - matériau rm).

— **C 20 - 100 cm :** horizon bariolé : petites taches diffuses jaunes, rouges, grises et noires ; texture très hétérogène, il s'agit d'une accumulation de très petits débris de grès et de basalte plus ou moins décomposés et mélangés à une substance argileuse ou argilo-sableuse rouge tachetée de noir (manganèse) ; structure grossière polyédrique à cubique ; porosité très faible ; consistance très dure à sec ; pas de réaction à l'acide ; limite diffuse, (échantillon KH 82 - matériau rm mélangé à matériau c.)

— **C 100 - 150 cm** : horizon bariolé comme le précédent mais avec des taches noires plus nettes et plus nombreuses (le manganèse semble avoir diffusé dans les fissures). Les morceaux de grès et surtout de basalte sont plus gros et moins altérés ; ils sont « ennoyés » dans une substance rouge argileuse, structure plus anguleuse avec apparition progressive de plaquettes ; porosité très faible ; consistance très dure à sec, ferme à l'état humide, plastique et collante à l'état trempé ; pas de réaction à l'acide ; racines visibles jusqu'à 1 m, 50, (échantillon KH 83 - matériau c).

Données analytiques du Profil KH 8

Granulométrie en microns

Horizon	Prof (cm) horizon	Prof (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 20		15,4	19,3	9,6	13,5	39,0
C	20 - 100	40 - 60	12,5	14,1	7,8	13,0	49,5
C	100 - 150	100 - 120	5,5	9,3	4,7	11,5	67,5

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/A m.e. par 100 gr.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 - 20	6,8	12,0	1,2	0,20	0,44	13,84	14,4	1,94	21
20 - 100	6,9	18,8	2,0	0,15	0,87	21,8	21,8	0,4	43
100 - 150	6,0	18,8	2,0	1,27	1,13	23,2	24,6		36,5

Caractéristiques hydrodynamiques

Prof. (cm) Prélèvement	Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente	Densité Apparente	Vitesse d'infiltration
	4,2	3,0	2,5			
0 - 20	15,2	20,1	26,0	24,9	1,16	5 - 30 mm/h
40 - 60	23,8	32,1	39,3	37,5	1,43	6 mm/h
100 - 120	26,7	34,6	40,6	41,8	1,24	6 mm/h

Variations des caractéristiques.

Pente : elle est le plus souvent inférieure à 5 %. Les terrasses plus ou moins larges sont séparées par des talus ou de petites murettes construites avec des blocs de calcaire, de grès ou de basalte.

Cailloux : ils couvrent toujours moins de 25 % de la surface du sol. Les graviers sont plus abondants que les cailloux. Les débris de grès dominant.

Couche supérieure sablo-argileuse ou argilo-sableuse.

Le niveau C est recouvert d'une couche meuble peu caillouteuse. La texture est sablo-argileuse à argileuse en surface et argileuse en profondeur. La structure toujours polyédrique subangulaire moyenne à fine et la porosité est moyenne.

Le rapport T/A est beaucoup plus faible que dans les horizons supérieurs de la série de Bsarma. Il est ici de 32 m. e. en moyenne. Le complexe absorbant a une faible capacité d'échange (13,7 m. e.) et la somme des bases échangeables n'est que de 12,8 m. e. Il est à noter que le rapport Ca/Mg semble plus faible que dans les autres sols de l'ensemble P. Le pH est neutre ou légèrement acide. Le taux de matière organique varie entre 1 et 2 %.

Niveau C.

Il apparaît en général entre 55 et 80 cm de profondeur. Les débris de grès et de basaltes sont plus ou moins gros (on trouve parfois des blocs de plusieurs dm³), plus ou moins altérés et plus ou moins abondants. Il y a toujours des taches noires de manganèse en grande quantité. La terre qui enrobe les éléments grossiers a une texture nettement plus argileuse que le niveau supérieur et une structure plus grossière. Le rapport T/A est plus élevé (40 à 55 m. e.) que dans le niveau supérieur.

La capacité d'échange est en moyenne de 24,7 et la somme des bases échangeables de 23,4. Le pH est neutre ou acide : dans le profil KH 16 il descend jusqu'à la valeur de 5,4 ce qui est exceptionnel dans cette région.

Place de la série de Kfar-Aaqqa dans la classification française. :

- Classe des sols à sesquioxydes de fer (et de manganèse),
- sous-classe des sols fersiallitiques (rouges méditerranéens),
- groupe des sols fersiallitiques sans réserve calcique,
- sous-groupe des sols fersiallitiques à caractères vertiques (en profondeur),
- famille de sols issus des poudingues quaternaires.

1.4. Série de Abou Samra (r3) :

Au niveau de Zgharta, de Hasroun et de Bkeftine, la plaine du Koura se rétrécit entre les collines de marnes pliocène à l'Est et l'anticlinal de Qalhât à l'Ouest ; en aval

de cet étranglement elle s'élargit à nouveau en un plateau de 3,2 km de long sur 1,6 à 2 km de large entre l'Abou-Ali et le ravin du HAB. Ce plateau descend en pente douce (pente moyenne : 2 %) depuis la cote 130 mètres (pied de la colline de Bkeftine) jusqu'à la cote 70 mètres (lisière de Tripoli).

Le matériau rm semble ici reposer par l'intermédiaire d'un C peu épais sur des gros blocs calcaires.

Description du profil KH 43.

Le profil KH 43 a été observé en bordure du chemin qui relie le quartier Abou-Samra de Tripoli au village de Bkeftine. Le terrain particulièrement plat en cet endroit (pente 1 %) est aménagé en très larges terrasses. Surtout il existe un réseau très dense de fossés peu profonds (50 cm) destinés à améliorer le drainage du sol. Le mauvais drainage est attesté également par l'irrégularité de la couverture herbacée.

— **Ap 0 - 15 cm** : horizon brun rouge (2,5 YR 3/4) ; texture argileuse ; structure polyédrique subangulaire moyenne à fine ; porosité moyenne ; consistance très dure à sec, friable à l'état humide, plastique et collante à l'état trempé ; limite graduelle régulière (échantillon KH 431 - matériau RM).

— **B 15 - 45 cm** : horizon rouge foncé (2,5 YR 3/6) ; texture argileuse ; structure polyédrique anguleuse moyenne ; consistance très dure à sec, ferme à l'état humide, plastique et collante à l'état trempé ; porosité moyenne à faible ; quelques taches et concrétions de manganèse ; quelques rares morceaux de grès ou de basalte ; quelques grosses racines d'oliviers (échantillon KH 432 - matériau RM).

— **B 45 - 125 cm** : couleur dominante rouge foncé (2,5 YR 3/6) ; taches et concrétions noires de manganèse ; quelques petites taches grises d'hydromorphie associées aux vides ou liées aux faces des unités structurales ; texture argileuse ; structure polyédrique anguleuse moyenne et grossière avec faces de glissement augmentant progressivement ; porosité faible ; limite irrégulière ; pas de racines ; (échantillon KH 433 ; matériau VR).

— **Bc 125 - 175 cm** : teinte dominante rouge (2,5 YR 4/6), taches grises plus nombreuses et plus larges liées aux faces des unités structurales ; encore des taches noires de manganèse ; des débris de grès et de basalte altérés ; texture argileuse ; structure polyédrique grossière ou en plaquettes obliques avec faces de glissement ; consistance très dure à sec, ferme à l'état humide, très plastique et très collante à l'état trempé ; porosité très faible (échantillon KH 434 - matériau VR).

Données analytiques du profil KH 43.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 15	0 - 15	7,1	10,2	8,2	13,0	58,5
B	15 - 45	30 - 40	7,8	10,7	7,7	14,0	57,0
B	45 - 125	60 - 80	6,8	9,3	7,5	15,5	59,0
B	125 - 175	150 - 170	4,8	9,9	6,2	12,5	65,0

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/A m. e. par 100 gr.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 - 15	7.2	14.4	1.6	0.35	0.34	16.7	18.6	1.9	22
15 - 45	7.0	16.8	3.2	0.35	0.34	20.7	23.4	1.4	33
45 - 125	7.1	14.4	1.6	0.20	0.52	16.7	18.8	0.4	32
125 - 175	7.2	22.8	2.0	0.20	0.47	26.5	29.2		44

Variations des caractéristiques.

Le profil KH 43 décrit comme profil type de la série Abou Samra ressemble beaucoup aux profils de la série Zgharta, avec la superposition des matériaux RM et VR. Néanmoins dans la série Abou Samra, s'affirme une tendance à l'hydromorphie par l'apparition de taches grises parfois observables dans le matériau RM supérieur. D'ailleurs très localement (près du village de Dahr El-Ain), l'hydromorphie peut devenir le facteur dominant d'évolution du sol et provoquer la formation d'un véritable pseudogley à faible profondeur.

Cette tendance à l'hydromorphie résulte d'une pluviosité, plus élevée à proximité de Tripoli et surtout d'un drainage externe très déficient en raison du relief. Au mois de Mars le ressuyage du sol est très lent.

Il faut toutefois préciser que le drainage s'améliore à proximité du village d'Abou Samra. Le sol présente à cet endroit des caractères un peu différents de ceux observés

dans le profil KH 43 : la couleur est plus brune (5 YR 43/ en surface. 5 YR 3/3 en profondeur), les concrétions de manganèse, de forme sphérique, sont beaucoup plus nombreuses et la texture dans les 30 ou 40 premiers centimètres plus sableuse. Des tâches grises d'hydromorphie peuvent néanmoins être notées à partir de 60 cm.

Il est à craindre que le très mauvais drainage des sols de la série de Abou Samra se nuise à certaines cultures qui pourraient être introduites dans l'avenir. Nous avons pu constater que dans une jeune plantation d'agrumes, seuls avaient subsisté les arbres plantés en bordure de terrasses, c'est à dire en position de meilleur drainage.

Place de la série de Abou Samra dans la classification française :

- classe des sols à sesquioxydes de fer (et de manganèse),
- sous-classe des sols fersiallitiques (sols rouges méditerranéens),
- groupe des sols sans réserve calcique,
- sous-groupe vertique,
- famille des sols issus essentiellement des poudingues quaternaires.

1.5. Série d'Amioun (d) : sols issus des dépôts de la poche d'Amioun.

Cette série se distingue des autres séries de l'ensemble P par la très grande épaisseur des dépôts, par la texture sablo-argileuse à argilo-sableuse du matériau supérieur, par la vitesse d'infiltration en surface supérieure à celle des autres sols de l'ensemble P.

Description du profil type KH 9.

Ce profil a été observé à quelques centaines de mètres au Sud de Bechmezzine (34° 18' 54" N - 35° 48' E ; 177 m d'altitude) zone plane, plantée en oliviers.

— **Ap 0 - 20 cm** : horizon brun rouge (5 YR 3/4) ; sablo-argileux ; structure polyédrique subangulaire fine à très fine ; porosité élevée ; consistance dure à sec, très friable à l'état humide, ni plastique ni collante à l'état trempé ; pas de réaction à l'acide ; quelques cailloux calcaires très blancs ; limite graduelle, (échantillon KH 91 - matériau d).

— **20 - 40 cm** : horizon brun-rouge (5 YR 3/4) ; sablo-argileux, structure polyédrique angulaire fine moyenne à peu développée ; porosité moyenne ; semelle de labour assez compacte entre 20 et 30 cm ; racines nombreuses ; limite graduelle (échantillon KH 92 - matériau d).

— **40 - 70 cm** : horizon plus clair (5 YR 4/6) argileux ; structure polyédrique fine angulaire, porosité moyenne à forte ; consistance peu dure à sec, friable à l'état humide ; pas de réaction à l'acide ; petites concrétions noires arrondies peu nombreuses (échantillon KH 93 - matériau d).

— **70 – 140 cm** : horizon brun rouge argileux ; structure polyédrique fine moyennement développée ; porosité faible, même consistance qu'au-dessus ; très nombreuses taches noires de manganèse ; pas de réaction à l'acide ; racines visibles jusqu'à 1 mètre (échantillon KH 94 – matériau d).

Données analytiques du profil KH 9.

Granulométrie en microns

Prof. (cm) horizon	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
0 – 20	19,2	22,4	11,9	11,5	34,5
20 – 40	19,2	22,3	12,2	8,0	38,5
40 – 70	13,8	14,6	9,9	8,5	52,0
70 – 140	16,9	10,8	9,5	8,0	45,0

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/A m. e. par 100 g.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 – 20	7,1	8,8	1,2	0,46	0,17	10,63	13,2	2,3	18,0
20 – 40	6,8	7,6	0,4	0,25	0,17	8,42	9,6	2,0	9,0
40 – 70	7,1	9,6	1,2	0,20	0,17	11,2	12,6	1,0	24,0
70 – 140	6,5	7,2	0,8	0,25	0,17	8,42	10,0	0,6	22,2

Caractéristiques hydrodynamiques

Prof. (cm) Prélèvement	Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente	Densité Apparente	Vitesse d'infiltration
	4,2	3,0	2,5			
0 – 20	10,9	15,8	20,5	18,6	1,24 – 1,28	20 à 60 mm/h
20 – 40	10,9	16,6	20,5	20,6	1,6	6 mm/h
40 – 70	14,9	19,2	23,3	23,1	1,52	6 mm/h
110 – 140	13,7	18,2	22,7	22,3		

Variations des caractéristiques.

Pente : très faible (inférieure à 2 %).

Cailloux : ils sont pratiquement absents des sols situés au centre de la poche. Par contre, en bordure il y a toujours une quantité non négligeable de morceaux de grès, de basalte ou de calcaire en surface. Ils proviennent des formations voisines.

Nature et importance des dépôts d.

On peut distinguer dans les dépôts de la poche d'Amioun, deux types de matériaux, l'un (ds) à tendance sablo-argileuse, l'autre (da) nettement argileux.

ds a, au centre de la poche (KH 9 et KH 10) une profondeur supérieure à 1 mètre. En bordure elle est confondue avec l'horizon Ap.

La texture de cette couche est en surface toujours sablo-argileuse (teneur en argile moyenne : 30 %). Elle devient progressivement argileuse en profondeur. (50 % d'argile vers 50 cm). Elle se distingue de la couche da sous-jacente par la nature de son complexe absorbant. ds a en effet un T/A particulièrement bas (inférieur à 30 m. e.) et pouvant descendre jusqu'à 9 m. e.). Il n'est donc pas étonnant que malgré un taux de matière organique assez élevé (2 % en surface 1 % environ vers 50 cm), la capacité d'échange soit médiocre (moins de 15 m. e.). La somme des bases échangeables est inférieure de 1 à 2 m. e. à la capacité d'échange et le pH oscille entre 6,3 et 7,1 dans les ds profonds. Lorsque ds est peu épais le taux de saturation du complexe absorbant est plus élevé et le pH supérieur à 7.

da apparaît souvent à moins de 50 cm. Ses caractéristiques sont en gros les mêmes que celles du matériau vr. Reneurs en argile comptées entre 50 et 60 %, structure grossière prismatique et en plaquette, compacité élevée, consistance très dure à sec, ferme à l'état humide, plastique et collante à l'état trempé. Le complexe absorbant a une capacité d'échange ramenée à l'argile élevée (T/A > 40 m. e.) ; le pH est toujours supérieur à 7.

Place de la série d'Amioun dans la classification française :

- classe des sols à sesquioxydes de fer (et de manganèse),
- sous-classe des sols fersiallitiques (rouges méditerranéens),
- groupe des sols fersiallitiques sans réserve calcique,
- sous-groupe des sols fersiallitiques à caractères vertiques (en profondeur),
- famille des sols issus de dépôts de matériaux très épais provenant des poudingues quaternaires.

1.6. Série de Bisbeel (cl).

Les sols de la série de Bisbeel se caractérisent par une profondeur moyenne ou faible, une quantité de cailloux calcaires, non négligeables (surtout sur pentes fortes), une

terre argileuse et non calcaire Le substrat est constitué soit par des gros blocs de calcaire dur ou de poudingue, soit par des galets ou cailloux calcaires jointifs.

Description d'un profil type : ZK 13.

Le profil ZK 13 a été observé en mars 1969 non loin de l'embranchement de la route secondaire de Bisbeel et de la route principale Zgharta-Arjesse (34° 21' 36" N ; 35° 53' 30" E ; 192 m d'altitude). En bordure d'une petite vallée sèche peu profonde, la pente est encore peu accentuée (3 %), un peu plus de 25 % de la surface couverte par des cailloux et des graviers calcaires.

— 0 - 20 cm : horizon rouge (2,5 YR 3/4) ; texture argileuse, structure polyédrique subangulaire fine ; porosité moyenne ; consistance dure à sec, friable à l'état humide, plastique à l'état trempé ; la terre ne réagit pas à l'acide ; 25 à 30 % de cailloux et graviers calcaires lithiques (échantillon ZK 131).

— 20 - 45 cm : horizon rouge (2,5 YR 3/4) ; texture argileuse ; structure polyédrique angulaire moyenne devenant progressivement grossière avec apparition de plaquettes en profondeur ; porosité faible ; consistance très dure à sec, ferme à l'état humide, plastique et collante à l'état trempé ; pas de réaction à l'acide ; 15 % de cailloux calcaires, les racines sont visibles jusqu'à 45 cm et s'infiltrèrent même entre les blocs calcaires sous-jacents.

— + 45 cm : gros blocs calcaires ; entre les blocs, terre identique à l'horizon précédent.

Données analytiques du profil ZK 13.

Granulométrie en microns

Prof. (cm) horizon	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
0 - 20	10,0	15,0	7,2	20,5	46,5
20 - 45	10,2	11,9	5,4	9,5	63,0
entre les blocs	1,7	8,2	9,4	10,5	62,5

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/A m.e. par 100 gr.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 - 20	7,8	14,8	2,4	0,25	1,10	28,5	30,4	1,3	57,0
20 - 45	7,7	26,8	2,0	0,25	1,10	30,1	32,2	1,2	45,0
entre blocs	7,9	26,8	1,6	0,15	1,47	30,1	32,0	1,0	46,5

Caractéristiques hydrodynamiques

Prof. (cm) Prélèvement	Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente	Densité Apparente	Vitesse d'infiltration
	4,2	3,0	2,5			
0 - 20	17,0	22,3	27,5	27,9	1,07	3 - 6 mm/h
30 - 50	21,3	28,5	33,2	33,0		6 mm/h

Variations des caractéristiques.

Pente : ce type de sol s'observe sur la bordure du plateau (pente de l'ordre de 3 à 5 %), sur les versants des vallées là où la pente excède souvent 20 %.

Cailloux : entre 15 et 50 % de la surface du sol est recouverte par des cailloux et graviers. Dans le sol, il y a environ 20 % de cailloux et graviers dans Ap et un peu moins en dessous.

Profondeur : elle varie entre 30 et 65 cm, sans que l'on puisse établir une relation entre cette profondeur et la pente générale.

Texture : elle est toujours argileuse (moyenne 55 %) avec une augmentation légère de la teneur en argile de la surface jusqu'au niveau grossier.

Structure : toujours polyédrique subangulaire dans Ap et polyédrique moyenne à grossière au dessous.

pH : plus élevé que dans les sols des séries précédentes. Il oscille entre 7,5 et 8,3 avec une moyenne de 7,8.

Complexe absorbant : la capacité d'échange varie entre 25 et 36 m.e. (moyenne 31,2 m.e.) ; et la somme des bases échangeables entre 21 et 34 m.e. (moyenne 29,5 m.e.) Ca⁺⁺ représente 90 % de la capacité d'échange.

Matière organique : on l'observe sur toute l'épaisseur du sol passant de 1,4 à 3 % en surface à 1,1 - 1,9 % en dessous.

1.7. Série de Rachaine (C2).

Cette série de sols caillouteux en surface se distingue de la série de Bisbeel par la nature du substrat. En effet, celui-ci n'est pas homogène mais formé d'une ou plusieurs couches argileuses présentant souvent des taches d'hydromorphie dans lesquelles s'intercalent des lits de galets calcaires d'origine alluviale ou colluviale.

On observe cette série surtout à proximité du village de Rachaine sur des pentes faibles ou moyennes.

Description d'un profil type : KH 81.

Ce profil a été observé au pied des contreforts calcaires du Mont Liban, à mi-distance entre les villages de Biader-Rachaine et de Kfar-Habou. Le terrain en pente moyenne (7 à 10 %) est cultivé en blé. La surface du sol est caillouteuse à très caillouteuse (cailloux calcaires – morceaux de poudingue).

— **0 - 10 cm** : horizon brun-rouge (5 YR 3/4) caillouteux (30 à 50 % de cailloux et graviers) ; texture argileuse ; structure polyédrique subangulaire fine ; pas d'effervescence à l'acide ; limite très irrégulière (échantillon KH 811).

— **10 - 50 cm** : horizon brun-rouge (5 YR 3/4) peu caillouteux ; nombreuses petites concrétions et taches noires de manganèse ; texture argileuse ; structure polyédrique angulaire moyenne avec des facettes luisantes ; porosité faible ; consistante très dure à sec, friable à l'état humide, plastique et collante à l'état trempé ; pas d'effervescence à l'acide ; racines peu abondantes ; limite irrégulière (échantillon KH 812),

— **50 - 75 cm** : horizon tacheté jaune (10 YR 5/6) et rouge (5 YR 4/4) ; taches et concrétions noires encore nombreuses ; texture très argileuse ; quelques petits silex ; structure polyédrique angulaire grossière avec des facettes de glissement bien nettes ; porosité faible ; consistance identique à celle de l'horizon précédent ; pas d'effervescence à l'acide ; limite très irrégulière (échantillon KH 813).

— **75 - 100 cm** : lit de galets et cailloux calcaires non jointifs mélangés à de la terre identique à l'horizon sous-jacent.

— **100 - 130 cm** : horizon avec taches d'hydromorphie grises et rouges en égale proportion ; texture argileuse ; structure polyédrique grossière à tendance prismatique ; porosité très faible ; consistance très dure à sec, très ferme à l'état humide, très plastique et très collante à l'état trempé ; pas d'effervescence à l'acide (échantillon KH 814).

Données analytiques du profil KH 81.

Granulométrie en microns

Prof. (cm) horizon	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
0 - 10	4,9	4,9	15,5	6,4	64,0
10 - 50	5,5	4,2	15,5	6,4	65,5
50 - 175	4,3	4,7	15,0	6,7	70,5
100 - 130	8,5	8,0	15,0	7,7	60,0

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/A m. e. par 100 g.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 - 10	8,1	36,4	3,2	0,56	0,69	20,85	42,2	2,1	55,8
10 - 50	8,2	30,0	3,2	0,35	0,78	34,44	36,6	1,3	55,8
50 - 75	8,3	32,0	3,6	0,35	0,69	36,64	37,4	0,6	53,0
100 - 130	8,3	26,0	2,0	0,30	0,34	28,64	30,2	0,2	50,0

Variations des caractéristiques.

Pente : ce type de sol se rencontre sur le glacis s'étendant au pied des contreforts calcaires près de Rachaine et dont la pente varie entre 0 et 20 %.

Couverture du sol : la surface du sol est peu rocheuse et presque toujours caillouteuse (environ 50 % de cailloux et graviers).

Profondeur du sol : la présence d'une couche plus ou moins épaisse de cailloux calcaires ou non calcaires limite la profondeur du sol. Cette couche apparaît généralement vers 80 cm et son épaisseur est de 20 à 30 cm.

Structure : toujours polyédrique angulaire grossière ou moyenne tendant en profondeur vers la structure prismatique.

pH : il oscille entre 7,5 et 8,3.

Complexe absorbant : la capacité d'échange est toujours comprise entre 28 et 40 m. e. et la somme des bases échangeables lui est légèrement inférieure. Le rapport T/A est égal ou supérieur à 50 m. e.

Place de la série de Rachaine dans la classification française :

- classe des vertisols,
- sous-classe des vertisols à drainage externe réduit,
- groupe des vertisols à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs,
- sous-groupe hydromorphes,
- famille : sur matériaux provenant des calcaires durs et des poudingues quaternaires.

2. LES SOLS DE L'ENSEMBLE « A »

Ont été regroupés dans cet ensemble les sols se développant sur les roches calcaires tendres ou les marnes du Miocène lacustre (M1) et du Pliocène (P1) de la région de Zgharta.

2.1. Série de Mejdlaya : Sols rouges moyennement profonds argileux peu calcaires.

Cette unité est localisée entre Tripoli et Zgharta à proximité du village de Majdlaya en topographie horizontale ou sub-horizontale.

Ces sols sont constitués d'un matériau peu épais provenant des poudingues quaternaires et plus ou moins contaminé par la roche calcaire sous-jacente.

Description d'un profil type : KH 92.

Ce profil a été observé à 800 mètres à l'Ouest du village de Haret Ej Jdide dans une zone légèrement vallonnée (34° 24' 50" N - 35° 52' 52" E., altitude : 105 mètres) roche mère : calcaire tendre du Miocène lacustre.

En surface il y a environ 10 % de cailloux surtout calcaires.

— **Ap 0 - 15 cm** : horizon brun-rouge (7,5 YR 4/4) ; texture argileuse ; structure polyédrique subangulaire fine ; porosité moyenne ; consistance peu dure à sec, friable à l'état humide ; quelques cailloux et assez nombreux petits grains calcaires ; réaction faible à l'acide ; racines nombreuses (échantillon KH 921 - matériau rm ou vr).

— **(B) 15 - 50 cm** : horizon brun (7,5 YR 4/4) ; texture argileuse ; structure polyédrique angulaire fine à moyenne ; consistance dure à sec, friable à l'état humide ; porosité moyenne ; quelques cailloux ; les grains calcaires sont assez nombreux ; réaction moyenne à l'acide ; racines nombreuses ; limite ondulée assez nette (échantillon KH 922 - matériau rm ou vr).

— **C 50 - 130 cm** : horizon blanc-gris très calcaire constitué par des plaquettes de calcaire tendre très altéré emballé dans une terre brune très calcaire ; racines encore nombreuses.

Données analytiques du profil KH 92.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof (cm) horizon	Prof (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 15		6,1	4,3	8,2	20,5	59,0
(B)	15 - 50	30 - 50	9,5	5,2	7,4	21,0	54,0

Analyse chimique

Prof. (cm) Prélèv.	p. H.	CaCO ₃ Total	CaCO ₃ actif	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S		
0 - 15	8,35	6,5	—	44,0	6,0	0,51	0,52	51,3	52,0	1,9
30 - 50	8,2	16,5	6,0	36,4	4,4	0,35	1,39	42,5	44,8	1,9

Variation des caractéristiques.

Le degré de contamination du matériau rm supérieur par la roche calcaire tendre est fonction de l'épaisseur de ce matériau (50 cm en moyenne). Il se traduit par l'augmentation de pH (8,0 en moyenne), l'apparition de calcaire total et de calcaire actif en quantité faible. Le matériau garde néanmoins certains de ses caractères originels : couleur rouge ou brun-rouge, texture argileuse, parfois présence de taches noires de manganèse.

Il faut également souligner l'amélioration de la structure, de la porosité et des propriétés hydrodynamiques par rapport aux matériaux vr ou rm issus des poudingues.

A été rangé dans cette unité, le profil KH 86, bien que celui-ci porte la marque de remaniements récents. La couche supérieure brune (10 YR 4/4) complètement décarbonatée, à texture argileuse, à structure polyédrique fine et de porosité élevée, repose à une profondeur de 60 cm, sur un dépôt de graviers de galets calcaires toujours durs. En-dessous de ce niveau d'éléments grossiers non consolidés épais de 1 mètre, on retrouve un matériau décarbonaté présentant des faces obliques de glissements et des taches noires de manganèse.

Il faut noter que si le sol proprement dit constitué par le matériau issu des poudingues légèrement carbonaté, est peu profond (50 cm en moyenne) la zone d'altération du calcaire tendre qui descend jusqu'à 1 m, 50 est encore très pénétrable aux racines.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 20	0 - 20	2,9	9,9	13,4	28,0	39,0
AC	20 - 50	30 - 50	5,3	8,5	14,8	32,5	33,5

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	CaCO ₃ Total	CaCO ₃ actif	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S		
0 - 20	8,2	58,5	11,5	31,6	2,4	0,66	1,47	36,1	38,0	1,5
20 - 50	8,3	71,5	14,0	22,4	1,6	0,56	1,10	25,6	27,8	0,5

Caractéristiques hydronamiques

Prof. (cm) Prélèvement	Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente	Densité Apparente	Vitesse d'infiltration
	4,2	3,0	2,5			
0 - 20	18,3	24,6	31,2	28,5	1,27	30 - 100 mm/h
30 - 50	16,8	24,6	31,0	28,7	1,40	6 à 20 mm/h
60 - 100	13,1	23,8	31,1	24,4		

Variations des caractéristiques

Pente : très variable. Cette catégorie de sol se rencontre aussi bien sur des versants inclinés à 15 % (terrasses étroites) que sur des glacis à pente relativement faible (2 à 8 %) situé au pied du Djebel Tourbol et entaillé par de nombreux ravins.

Profondeur : elle varie entre 40 et 60 cm, mais le calcaire tendre très altéré qui apparaît en dessous peut descendre jusqu'à 1 m, 50 et est exploitable par les racines dans la mesure où les débris de calcaire plus dur ne sont pas trop abondants.

Cailloux : lorsque la pente est inférieure à 20 % il y a généralement moins de 15 % de cailloux. Sur pentes fortes ils sont beaucoup plus abondants.

Place de la série de Mejdlaya dans la classification française :

- classe des sols à sesquioxydes de fer (et de manganèse),
- sous-classe des sols fersiallitiques (rouges méditerranéens),
- groupe des sols fersiallitiques à réserves calciques,
- sous-groupe des sols récalcifiés,
- famille des sols sur calcaires tendres et calcaires marneux.

2.2. Série de Aalma : sols brun-gris très calcaires limono-argileux.

L'influence de la roche calcaire est prédominante sur la formation et l'évolution du sol. La pente étant souvent faible ou moyenne (moins de 15 %), le sol a pu se développer sur une épaisseur d'environ 50 cm.

Description d'un profil type : ZK 2

Ce profil a été observé en bordure de la route Tripoli-Rmaile non loin du village de Aalma (34° 25' 18" N – 35° 53' 20" E, altitude 160 mètres). C'est une zone largement ondulée avec une pente moyenne de 5 %. La surface du sol est couverte par 15 % de cailloux calcaires (échantillon ZK 21).

— **Ap 0 - 20 cm** : horizon brun (10 YR 4/4) ; texture limono-argileuse ; structure polyédrique subangulaire fine ; porosité moyenne à élevée ; consistance très friable à l'état humide, réaction très vive à l'acide ; 15 % environ de graviers calcaires.

— **AC 20 - 50 cm** : horizon brun (10 YR 4/4) ; texture limono-argileuse ; structure polyédrique angulaire fine ; porosité moyenne ; consistance friable ; plus de 25 % de cailloux et graviers calcaires ; nombreuses racines ; limite irrégulière distincte (échantillon ZK 22).

— **R + 50 cm** : calcaire tendre très fissuré ; les racines pénètrent à travers les fissures.

Données analytiques du profil ZK 2

Texture : les sols issus des calcaires tendres et marnes miocène et pliocène sont très limoneux (teneur en limons totaux : moyenne 43 % ; extrême 30 et 58 %).

Structure : beaucoup plus fine que dans les sols non calcaires.

Calcaire : les taux de calcaire total sont élevés (moyenne 50 % ; extrême ; 22 et 66 %). Les taux de calcaire actif sont généralement inférieurs à 20 % (moyenne 15 %) et ne dépassent cette valeur que sur les pentes les plus fortes.

pH : il est toujours supérieur à 7,5 et atteint fréquemment 8,2.

Complexe absorbant : en dépit de la faible quantité d'argile (25 à 30 %) la *capacité d'échange* est élevée et généralement supérieure à 20 m. e. pour 100 g de terre. Le complexe absorbant est saturé à 95 %. Ca⁺⁺ représente 85 à 90 % de la capacité d'échange. Il semble y avoir un peu moins de magnésium échangeable que dans les sols de l'ensemble P.

Place de la série de Alma dans la classification française :

- classe des sols calcomagnésiques,
- sous-classe des sols carbonatés,
- groupe des rendzines,
- sous-groupe des rendzines à très forte effervescence,
- famille des sols issus des calcaires tendres et marnes calcaires.

3. LES SOLS DE L'ENSEMBLE "B".

Les sols de l'ensemble B sont des sols peu évolués issus des marnes et calcaires marneux. Ces formations se trouvent à la périphérie de la plaine du Koura proprement dite : en particulier autour de la poche d'Amioun et entre Aarjess et Iaal. Ce sont donc des zones de transition aussi bien par le relief (collines et bad-lands), que par la géologie (passage des formations quaternaires aux calcaires tendres et aux calcaires durs). Il en résulte une très grande diversité de sols donnant à la carte pédologique de cette zone l'aspect d'une mosaïque.

3.1. Série de Kfar-Hazir : sol brun-gris calcaire argilo-limoneux.

Description d'un profil type : ZK 17

Ce profil a été observé entre Aafsqiq et Fiaa (34° 20' 20" N – 35° 47' 12" E ; altitude 380 m) sur le versant d'une petite vallée sèche. La pente est de 10 % environ. Les terrasses larges d'une dizaine de mètres sont plantées en oliviers ou cultivées en céréales. La roche est le calcaire marneux de l'Eocène. La limite avec le Vindobonien est proche. En surface, plus de 30 % de cailloux.

— **0 - 20 cm** : horizon gris (2,5 Y 6/2) ; texture argileuse à argilo-limoneuse ; structure gruméleuse à polyédrique très fine ; porosité élevée ; consistance peu dure à sec et friable à l'état humide ; réaction très vive à l'acide ; environ 15 % de cailloux et graviers calcaires (échantillon KH 171).

— **C1 20 - 45 cm** : horizon gris (2,5 Y 5/2) ; texture argilo-limoneuse ; structure polyédrique fine bien développée ; porosité moyenne ; consistance plus dure à sec ; réaction très vive à l'acide ; 15 % de cailloux ; limite progressive (échantillon KH 172).

— **C2 45 - 100 cm** : horizon gris (2,5 Y 5/2) ; cailloux calcaires de plus en plus abondants ; entre les cailloux terre calcaire friable à l'état humide et dure à sec (échantillon KH 173).

— **R + 100 cm** : calcaire marneux altéré en plaquettes.

Données analytiques du profil ZK 17

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 20	0 - 20	3,1	6,8	10,5	32,5	45,0
C1	20 - 45	35 - 45	3,5	5,8	10,5	30,0	47,0
C2	45 - 100	60 - 80	1,9	6,0	10,6	31,0	48,5

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	CaCO ₃ Total	CaCO ₃ actif	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M.O. %
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Kg ⁺	Na ⁺	S		
0 - 20	8,0	59,0	29,5	18,4	1,6	0,15	0,44	17,0	18,4	2,0
20 - 45	8,0	60,0	29,5	15,6	1,6	0,15	0,44	17,8	18,2	1,7
45 - 100	8,2	60,0	29,0	14,0	2,6	0,15	0,26	16,5	16,6	0,5

Caractères hydrodynamiques

Prof. (cm) Prélèvement	Humidité aux p. F.			Densité Apparente	Vitesse d'infiltration
	4,2	3,0	2,5		
0 - 20	18,2	29,0	33,7	0,95	20 - 60 mm/h
35 - 45	18,7	26,8	30,6	1,50	
60 - 80	18,8	26,1	31,2		5 - 40 mm/h

Variations des caractéristiques.

Pente : comprise entre 3 et 6 %.

Profondeur : supérieure à 80 cm.

Cailloux : généralement moins de 15 % en surface et en profondeur.

Texture : ces sols même lorsqu'ils sont contaminés par les formations argileuses quaternaires (profil 69) ont toujours une texture argilo-limoneuse ; le pourcentage de limons totaux est en moyenne de 45 % et varie entre 40 et 34 %.

Structure : le plus souvent polyédrique angulaire fine à très fine. La porosité est moyenne en profondeur. En surface, les pores peuvent se colmater par dépôts de calcaire fin.

Calcaire : ces sols contiennent en moyenne 56 % de calcaire total et 24 % de calcaire actif.

pH : compris entre 7,6 et 8,4 (moyenne : 8,1).

Complexe absorbant : en raison de la teneur élevée en calcaire, la *capacité d'échange* est relativement faible (8 à 20 m.e. pour 100 gr.). Le complexe absorbant est saturé à 85 - 90 %.

Place de la série de Kfar-Hazir dans la classification française :

- classe des sols calcomagnésiques,
- sous-classe des sols carbonatés,
- groupes des rendzines,
- sous-groupe des rendzines à forte effervescence,
- famille des sols issus des marnes calcaires du Sénonien et de l'Eocène.

3.2. Série de Kfar-Yachit : sols gris très calcaires reposant sur un niveau argileux imperméable.

Sur les marnes et marnes calcaires sénoniennes le sol est souvent formé de deux niveaux bien distincts : un niveau supérieur très calcaire et un niveau sous-jacent très argileux et imperméable.

La présence de ce niveau imperméable peut avoir des effets fâcheux. En effet, l'eau de pluie s'accumule à la limite des deux niveaux et peut provoquer des glissements de terrain sur des pentes même faibles. La technique traditionnelle des petites terrasses anastomosées et inclinées permet de parer à ce danger.

Description d'un profil type : KH 75.

Ce profil a été observé sur le versant très incliné (20 à 25 %) d'une colline située à proximité du village de Kfar-Yachit. Des affleurements de marnes calcaires du Sénonien voisinent avec des affleurements de calcaire dur Miocène. Le terrain est aménagé en terrasses très étroites maintenues par des murets de pierres et de galets - 25 à 30 % de la surface du sol est recouverte de cailloux et de graviers calcaires.

— **Ap 0 - 15 cm** : horizon de teinte grise très calcaire ; texture limono-argileuse ; structure polyédrique subangulaire très fine ; porosité élevée ; consistance très friable à sec ; quelques graviers calcaires (échantillon KH 751).

— **C 15 - 85 cm** : horizon gris-clair très calcaire ; texture argilo-limoneuse ; structure polyédrique subangulaire fine ; porosité élevée ; consistance très friable à sec ; assez nombreux cailloux et graviers de calcaire très dur ; nombreuses racines ; limite régulière brutale (échantillon KH 752).

— **(B) f 85 - 150 cm** : horizon brun-gris (2,5 Y 5/2) avec des traînées grises (2,5 Y 5/0) le long des fentes de retrait. Ces taches résultent d'une hydromorphie assez prolongée. Dans les 15 premiers centimètres les fentes de retrait sont remplies de calcaire blanc très friable provenant des horizons supérieurs (pseudo-mycelium). Texture argileuse (plus de 60 % d'argile) ; structure polyédrique angulaire moyenne très bien développée ; facettes de glissement très nettes ; porosité très faible ; consistance très dure à sec et très forme à l'état humide ; les racines généralement petites sont comprimées dans les fentes par suite du gonflement des argiles ; effervescence moyenne à faible (échantillon KH 753).

Données analytiques du profil KH 75.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 15		15,7	1,4	7,4	31,0	34,0
C	15 - 85		28,0	13,2	6,6	28,0	21,0
(B) f	85 - 150	85 - 100	0,9	2,4	7,3	23,0	64,0
	85 - 150	125 - 140	0,7	2,1	4,1	21,5	68,5

Analyse chimique

Prof. (cm) Prélèvem.	p. H.	CaCO ₃ Total	CaCO ₃ actif	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S		
0 - 15	8,3	61,0	20,5	17,2	0,6	0,46	0,34	19,6	25,2	1,9
50 - 60	8,9	81,5	18,0	7,2	0,4	0,10	0,17	7,87	8,2	0,3
85 - 100	8,6	21,0	6,0	48,8	7,2	0,56	0,26	56,8	56,2	0,3
125 - 140	8,4	10,5	5,5	48,0	6,0	0,56	0,26	54,8	55,8	0,3

Variations des caractéristiques.

Il n'est pas possible d'en faire état, deux profils seulement ayant été observés dans cette série.

Place de la série de Kfar-Yachit dans la classification française :

- classe des sols calcomagnésiques,
- sous-classe des sols carbonatés,
- groupe des rendzines,
- sous-groupe des rendzines à très forte effervescence,
- famille, sols sur marnes calcaires à niveaux très imperméables proches de la surface.

3.3. Série de Khaldiyyé : Sols brun-rouge calcaires avec horizon encroûté à faible profondeur : Unité BCa.

Ce sont des sols très complexes dont les matériaux dérivés en partie des calcaires marneux du Sénonien en partie des poudingues quaternaires ont évolué au cours des phases anciennes d'encroûtement, d'érosion et de dépôt. Ils sont localisés entre Iaal et Biader Rachaaïne.

Description d'un profil type : KH 61 .

Ce profil a été observé près de la piste menant au village de Zghartaghriine (34° 22' 33" N – 35° 55' 0" E, altitude : 180 m). C'est un long glacis découpé par de nombreuses petites vallées sèches peu profondes. La pente (10 % à cet endroit) est occupée par des terrasses étroites plantées d'oliviers. Plus de 25 % de la surface du sol est recouverte de morceaux de calcaire ou de poudingue. Quelques blocs de poudingues affleurent çà et là.

- **Ap 0 - 25 cm** : horizon brun (7,5 YR 4/4). Texture argilo-limoneuse ; structure polyédrique subangulaire fine ; porosité majeure ; consistance dure à sec, friable à l'état humide ; 15 % de cailloux et graviers calcaires ; réaction à l'acide moyenne à faible ; limite irrégulière claire (échantillon KH 611).
- **25 - 30 cm** : niveau de galets dont l'épaisseur varie entre 5 et 25 cm.
- **BCa1 30 - 60 cm** : horizon beige parcouru par des traînées blanches très calcaires, texture argilo-limoneuse ; structure polyédrique très fine ; porosité moyenne ; quelques petits débris d'ancienne croûte calcaire ; réaction très vive à l'acide ; quelques grosses racines ; limite régulière (échantillon KH 612).
- **60 - 70 cm** : niveau de galets calcaires et de morceaux de croûte d'épaisseur variable (10 à 40 cm).
- **BCa2 70 - 120 cm** : horizon encroûté et durci de couleur hétérogène jaune, beige et brun ; apparition de morceaux de croûte très dure vers 120 cm (échantillon KH 613).

Données analytiques du profil KH 61.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof (cm) horizon	Prof (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 25	0 - 15	11,4	7,2	8,4	23,0	45,0
BCa 1	30 - 60	40 - 50	14,9	9,4	10,7	18,5	43,5
BCa 2	70 - 120	80 - 100	11,0	9,5	12,2	41,5	23,5

Analyse chimique

Prof. (cm) Prélèvement.	p. H.	CaCO ₃ Total	CaCO ₃ actif	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M.O. %
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S		
0 - 25	8,3	29,5	6,0	20,8	2,0	0,41	0,17	23,4	25,4	2,3
30 - 60	8,4	64,5	10,0	13,2	2,8	0,25	0,17	16,4	17,0	0,3
70 - 120	8,6	61,0	12,0	11,2	1,6	0,15	0,08	13,0	14,4	0,2

Variations des caractéristiques.

Les principales variations portent sur la profondeur du premier horizon encroûté qui apparaît parfois à 15 cm de la surface, sur la présence ou l'absence d'un lit de galets plus ou moins épais audessus de l'encroûtement et enfin sur la quantité de calcaire dans les horizons supérieurs qui, dans certains cas, peut être nulle.

Place de la série de Khadiyé dans la classification française :

- classe des sols à sesquioxydes de fer (et de manganèse),
- sous-classe des sols fersiallitiques (rouges méditerranéens),
- groupe des sols fersiallitiques à réserves calciques,
- sous-groupe des sols recalifiés,
- famille des sols sur encroûtement calcaire.

4. LES SOLS DE L'ENSEMBLE "M".

Ces sols recouvrent entièrement l'anticlinal de Qalhat qui borde le Koura à l'Ouest et le Djebel Tourbol qui le surplombe au Nord-Est, dans les limites du projet d'irrigation. Quelques petites taches dont la plus importante se trouve aux abords immédiats de Tripoli, sont à rattacher aux formations du Miocène M2, bien qu'une partie des matériaux semble provenir des poudingues quaternaires. Nous étudierons ces sols complexes après avoir donné un aperçu des sols typiques sur calcaire dur du M2 représentés surtout en dehors du périmètre irrigable.

4.1. Série de Deddé : sols typiques issus des calcaires durs Miocènes.

Le modelé du paysage est karstique. Les sols du type rouge méditerranéen sont piégés dans une succession de poches isolées ou plus ou moins anastomosées. Ils sont constitués uniquement par les résidus de décarbonisation des roches calcaires.

Description d'un profil type : ZK 7.

Ce profil a été observé sur une terrasses à un kilomètre avant le village de Deddé (34° 23' 15" N - 35° 48' 20" E ; altitude : 200 mètres). Le relief est faiblement incliné (pente 2 %) vers le Nord. 15 à 20 % de la surface du sol est recouverte par des morceaux de calcaires durs. Plantation d'oliviers.

— **Ap 0 - 25 cm** : horizon brun rouge (5 YR 4/3) ; texture argileuse ; structure polyédrique subangulaire fine ; porosité moyenne ; consistance dure à sec, friable à l'état humide, plastique et collante à l'état trempé ; quelques cailloux ; nombreuses racines ; limite régulière ; pas de réaction à l'acide (échantillon ZK 71).

— **B1 25 - 45 cm** : horizon brun-rouge (5 YR 4/3) ; texture très argileuse ; surstructure prismatique grossière, les mottes se fractionnent en petits polyèdres anguleux emboîtés les uns dans les autres ; petites facettes luisantes ; porosité moyenne à fine, fentes de retraits importantes ; consistance très dure à sec, friable à l'état humide, plastique et collante à l'état trempé ; nombreuses racines ; limite régulière graduelle ; pas de réaction à l'acide (échantillon ZK 72).

— **B2 45 - 100 cm** : horizon rouge (5 YR 4/6) ; texture très argileuse ; apparition de plaquettes de plus en plus développées présentant des faces obliques de glissement ; porosité faible, consistance ferme à l'état humide, très plastique et collante à l'état trempé ; encore quelques racines (échantillon ZK 73).

Données analytiques du profil ZK 7.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 25	0 - 25	0,5	2,1	8,9	10,5	76,0
B1	25 - 45	25 - 35	0,4	1,8	8,4	6,0	79,0
B2	45 - 100	60 - 80	0,2	1,4	6,8	9,5	79,5

Analyse chimique

Prof. (cm) horizon	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/A m. e. par 100 g.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 - 25	7,3	21,6	2,8	0,56	0,34	25,3	28,0	2,2	28
25 - 45	7,5	23,2	2,8	0,35	0,26	26,6	28,6	1,4	31
45 - 100	7,8	26,0	3,6	0,35	0,34	30,3	30,8	1,3	36

Caractéristiques hydrodynamiques

Prof. (cm) Horizon	Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente	Densité Apparente	Vitesse d'infiltration
	4,2	3,0	2,5			
0 - 25	21,0	29,1	34,6	33,3	1,04	30-100 mm/h
25 - 45	23,2	29,9	35,4	33,8	1,42	6 mm/h
45 - 80	25,6	33,7	39,0	36,9		

Place de la série de Deddé dans la classification française :

- classe des sols à sesquioxydes de fer (et de manganèse),
- sous-classe des sols fersiallitiques (rouges méditerranéens),
- groupe des sols sans réserves calciques,
- sous-groupe verticale,
- famille : sols issus des calcaires durs (calcaires miocènes).

4.2. Série de Qoubbé : sols se développant sur un mélange de matériaux issus des calcaires durs Miocènes et des poudingues quaternaires.

Ces sols se rencontrent sur des surfaces planes assez restreintes au pied du Djebel Tourbol ou de l'anticlinal de Qalhat.

Description d'un profil type : ZK 1.

Ce profil a été observé à la sortie de Tripoli en bordure de la route Tripoli-Rmailé (34° 26' 10" N - 35° 52' 10" E ; altitude : 105 mètres). Le modelé est un plateau faiblement incliné en direction de Tripoli (pente inférieure à 2 %). Il n'y a pratiquement pas de cailloux à la surface du sol. Date d'observation : mars 1969 - labour récent à 25 cm.

— **Ap 0 - 25 cm :** horizon brun-rouge (5 YR 3/4) ; texture argileuse ; structure polyédrique subangulaire fine ; porosité moyenne à faible ; consistance friable à l'état humide, plastique et collante à l'état trempé ; pas de réaction à l'acide ; limite régulière (échantillon ZK 11).

— **B 25 - 100 cm :** horizon brun-rouge (5 YR 3/4) ; texture argileuse, structure en plaquettes fines de mieux en mieux développées ; porosité faible ; consistance friable à ferme à l'état humide, très plastique et très collante à l'état trempé ; racines visibles jusqu'à plus d'un mètre ; pas de réaction à l'acide (échantillons ZK 12 - ZK 13).

Données analytiques du profil ZK 1.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof (cm) horizon	Prof (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 25	0 - 15	4,2	8,9	9,7	20,5	55,5
B	25 - 100	30 - 50	3,1	8,2	9,6	18,5	60,0
	25 - 100	90 - 100	10,9	14,3	7,0	12,0	56,0

Analyse chimique

Prof. (cm) Horizons	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %	T/A m. e. par 100 g.
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			
0 - 25	8,0	30,0	2,2	0,46	1,21	34,9	36,8	1,9	55
25 - 100	8,0	30,0	2,8	0,10	1,10	34,1	36,6	1,1	55

Caractéristiques hydrodynamiques

Prof. (cm) Prélèvement	Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente	Densité Apparente	Vitesse d'infiltration
	4,2	3,0	2,5			
0 - 15	19,7	26,4	33,7	30,0	1,27	20 - 60 mm/h
30 - 50	20,3	26,2	33,5	29,6	1,50	6 mm/h

Place de la série de Qoubbé dans la classification française :

- classe des sols à sesquioxydes de fer (et de manganèse),
- sous-classe des sols fersiallitiques (rouges méditerranéens),
- groupe des sols fersiallitiques sans réserves calciques,
- sous-groupe vertique,
- famille des sols sur calcaires durs Miocènes.

5. LES DEPOTS RECENTS DES VALLEES ET CUVETTES.**5.1. Les alluvions ou colluvions récentes caillouteuses et décalcarifiées :
unité a.**

Nous avons rangé dans cette catégorie tous les sols peu évolués d'apport alluviaux ou colluviaux dont les matériaux plus ou moins caillouteux proviennent en grande partie des poudingues quaternaires.

Les alluvions et colluvions se sont déposées au fond des nombreuses vallées sèches principalement dans la section amont de celles-ci avant qu'elles ne s'encaissent plus profondément dans la surface principale.

Description d'un profil type de sol alluvial : KH 21.

Ce profil a été observé à quelques centaines de mètres de l'Est de Bsarma (coordonnées : 34° 19' 50" N - 35° 52' 30" E ; altitude : 285 m), au fond d'une vallée sèche étroite, aménagée en terrasses portant des oliviers. A peu près 25 % de la surface du sol est couverte de cailloux calcaires et basaltiques.

- **Ap 0 - 20 cm** : horizon rouge (5 YR 3/4) ; 30 % de cailloux et de graviers ; texture argileuse ; structure polyédrique subangulaire fine à moyenne, porosité élevée ; consistance dure à l'état sec, friable à l'état humide (échantillon KH 211).

— **C1 20 - 80 cm** : horizon rouge (5 YR 3/4) ; sans cailloux et seulement 15 % de graviers calcaires ; texture argileuse ; structure polyédrique angulaire moyenne ; porosité moyenne ; consistance dure à sec, friable à l'état humide, peu plastique et peu collante à l'état trempé ; nombreuses racines ; pas d'effervescence à l'acide (échantillon KH 212).

— **80 - 110 cm** : dépôts de cailloux et de pierres émoussés de calcaire, grès et basalte plus ou moins altéré.

— **C2 110 - 150 cm** : horizon rouge (5 YR 3/4) ; ne renfermant pas de cailloux mais seulement de petits graviers calcaires ou siliceux ; texture argilo-sableuse ; structure polyédrique angulaire moyenne ; même consistance ; même porosité ; pas de réaction à l'acide (échantillon KH 213).

Données analytiques du profil KH 21.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 20	0 - 20	8,7	14,4	6,5	17,0	49,9
C1	20 - 80	30 - 50	10,4	15,5	6,0	17,5	50,5
Cailloux	80 - 110						
C2	110 - 150	120 - 140	14,4	24,1	7,2	11,5	41,5

Analyse chimique

Prof. (cm) Prélèvem.	p. H.	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M.O. %	T/A m. e. par 100 g.
		Ca++	Mg++	Kg+	Na+	S			
0 - 20	7,8	24,4	4,8	0,46	0,52	30,2	31,2	2,4	48
20 - 80	7,4	24,0	1,6	0,30	0,43	26,3	27,6	1,8	44
110 - 140	7,4	17,6	2,4	0,20	0,34	20,5	22,4	0,9	54

Variations des caractéristiques.

Pente : elle est nulle ou faible (2 %).

Cailloux : la densité des cailloux est extrêmement variable, fréquemment plus de 25 % de la surface occupée par des cailloux et graviers ; ce n'est qu'un voile peu épais car la couche supérieure (Ap) du sol ne contient que 15 % ou moins de cailloux. En profondeur, on retrouve un dépôt plus ou moins épais de galets.

Granulométrie : elle est le plus souvent argileuse (40 à 60 %) ; le taux de limons (fraction comprise entre 2 et 50) est un peu plus élevé que dans les sols des unités P.

pH : il est, en surface, toujours supérieur à 7,6 et peut dans certains cas atteindre 8,2. En profondeur, le pH oscille entre 7,4 et 8,2.

Complexe absorbant : T/A est souvent très élevé (valeurs extrêmes 36 – 96). *La capacité d'échange* est supérieure à 25 m. e. *La somme des bases* est légèrement inférieure.

Matière organique : ils sont mieux pourvus que les autres sols : en surface le taux de matière organique varie entre 2 et 3 %.

Place des sols de l'unité a dans la classification française :

- classe des sols peu évolués,
- sous-classe des sols peu évolués non climatiques,
- groupe des sols d'apport alluvial,
- famille : sols sur alluvions argileuses non calcaires.

5.2. Les alluvions récentes calcaires : unité b.

Sont réunis dans cette unité tous les sols calcaires des fonds de vallée, alluvions ou colluvions. Les caractères communs à tous ces sols sont une quantité de calcaire total dépassant 30 %, une teneur en limons élevée, un pH voisin de 8. Mais il peut y avoir de nombreuses différences portant sur la présence de lit de galets, sur la teneur en argile et sur le taux de calcaire actif.

Voici un profil qui paraît caractériser la majorité des sols rassemblés dans l'unité b.

Description d'un profil type : ZK 15.

Ce profil a été observé près du village de Harf Ardé dans la vallée de l'Ouadi Ech Ch Chrande (34° 24' 13" N – 35° 54' 34" E ; altitude : 105 m). La rivière se trouve à 50 mètres environ. Le sol porte une plantation d'orangers de 28 ans donnant quelques signes de chlorose.

— **Ap 0 – 35 cm** : horizon brun (10 YR 4/2) limons-argileux ; structure grumeleuse très fine ; porosité élevée ; consistance très friable à l'état humide ; nombreux petits grains calcaires ; réaction très vive à l'acide (échantillon ZK 151).

— **C1 35 – 120 cm** : horizon brun (10 YR 4/3) limono-argileux ; structure polyédrique subangulaire fine ; porosité moyenne ; nombreuses taches blanchâtres et petits grains calcaires ; réaction vive à l'acide (échantillons ZK 152 – ZK 153).

— **C2 120 – 180 cm** : horizon plus clair (10 YR 4/5) réaction très vive à l'acide ; assez nombreux graviers calcaires (échantillon ZK 154).

Données analytiques du ZK 15.

Granulométrie en microns

Horizon	Prof. (cm) horizon	Prof. (cm) Prélèvement	2000 à 200	200 à 50	50 à 20	20 à 2	< 2
Ap	0 - 35	0 - 10	8,2	13,7	9,8	29,0	39,5
C1	35 - 120	20 - 35	7,4	10,5	9,0	27,5	43,5
	35 - 120	100 - 110	6,1	11,0	9,8	29,5	41,5
C2	120 - 180	160 - 180	5,5	11,7	10,2	29,0	43,5

Analyse chimique

Prof. (cm) Horizons	p. H.	CaCO ₃ Total	CaCO ₃ actif	Bases échangeables m. e. / 100 gr.					T	M. O. %
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S		
0 - 35	7,6	47	16,5	24,0	2,0	0,56	0,34	26,9	28,0	2,5
35 - 120	8,1	49	18,5	22,0	2,0	0,41	0,34	24,7	25,4	1,2
35 - 120	8,0	45	19,0	24,0	2,4	0,46	0,82	28,7	30,4	1,3
120 - 180	8,2	48	17,0	24,0	2,4	0,20	0,44	27,0	29,0	0,9

Caractéristiques hydrodynamiques

Prof. (cm) Prélèvement	Humidité aux p. F.			Humidité Equivalente	Vitesse d'infiltration
	4,2	3,0	2,5		
0 - 10	16,7	26,8	32,4	31,0	50 - 200 mm/h
20 - 35	16,1	25,8	29,7	29,3	
100 - 110	17,9	25,9	30,7	29,9	120 - 200 mm/h
160 - 180	18,5	27,3	32,0	30,3	

Variations des caractéristiques.

Certains caractères (profondeur, présence de cailloux, teneurs en argile et en sable — quantité de calcaire) varient en fonction de la position du profil dans la vallée et de la nature des roches avoisinantes.

C'est ainsi que les profils ZK 15 et KH 3 situés dans une zone directement influencée par des calcaires marneux sont profonds et très calcaires (15 à 25 % de calcaire actif).

Par contre, dans le profil KH 76 observé dans la partie amont de la vallée du Nahr Rachaine il y a, dès 50 cm, de nombreux galets apportés par les torrents en provenance

des collines calcaires voisines. Enfin dans la basse vallée de l'Abou Ali les alluvions beaucoup plus sableuses (55 à 60 % de sables totaux) dérivent en partie des placages de pou-dingue du quaternaire récent observés sur les versants voisins et constitués de niveaux sa-bleux et de niveaux de galets roulés. Ces alluvions sableuses ne contiennent plus que 30 % de calcaire total et 5 % de calcaire actif.

Place des sols de l'unité b dans la classification française :

- classe des sols peu évolués,
 - sous-classe des sols peu évolués non climatiques,
 - groupe des sols d'apport alluvial,
 - sous-groupe modal,
 - famille : sols sur alluvions argilo-limoneuses calcaires.
-

3ème PARTIE

LES CARACTÉRISTIQUES HYDRODYNAMIQUES

LES CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES

L'étude pédologique systématique de la dépression du Koura a mis en évidence l'existence de quatre « ensembles » de sols (les ensembles P, M, A et B correspondant respectivement et de façon schématique aux formations meubles ou graveleuses du quaternaire, aux substrats calcaires du Miocène, calcaro-marneux du Pliocène et marneux du Séno-nien), ainsi que de deux catégories de dépôts alluviaux récents (dépôts a non calcaires, dépôts b calcaires).

C'est seulement au niveau des ensembles que nous aborderons l'étude des caractéristiques hydrodynamiques, car le nombre relativement limité de mesures effectuées sur le terrain ne nous permet pas de présenter les résultats par unité pédologique. En outre, nous attacherons beaucoup plus d'importance aux sols des ensembles P et M qu'aux sols calcaires des ensembles A et B, d'une part parce que ces derniers ne couvrent que des surfaces assez faibles dans les parties marginales du périmètre étudié et d'autre part parce que leurs teneurs élevées en calcaire fin tout autant que leur pierrosité importante posent des problèmes d'interprétation spécifiques, ne pouvant être valablement résolus que dans le cadre d'une étude générale des sols très calcaires, étude que nous entreprendrons prochainement dans le Sud du Liban.

CHAPITRE I

RETENTION EN EAU A DIFFERENTS pF — EAU UTILE PONDERALE

L'humidité aux différents pF a été déterminée uniquement sur échantillons perturbés, tamisés à 2 mm.

1.1. Rétention à pF 4,2.

Nous avons reporté sur deux graphiques, dans un système de coordonnées comportant en abscisse les teneurs en argile ou en éléments fins, en ordonnée l'humidité au point de flétrissement, les points représentatifs d'échantillons prélevés dans les sols des unités P et M (graphique 1) et les sols des unités A et B (graphique 2). Le premier graphique regroupe donc les échantillons non ou peu calcaires, le second les échantillons renformant au moins 30 % de calcaire.

1.1.1. Cas des sols non ou peu calcaires.

En utilisant des signes typographiques différents pour représenter d'une part les horizons C caractérisés par la présence d'éléments détritiques gréseux et basaltiques plus ou moins altérés, d'autre part les horizons Ap et (B) parsemés ou non de cailloux pour la plupart calcaires, on constate qu'à teneur en argile ou en éléments fins comparables, les premiers disposent d'une capacité d'adsorption plus forte que les seconds. Cet écart n'est donc pas uniquement imputable à des variations dans les taux de limons fins ; il serait

plutôt le reflet de contenus minéralogiques différents ou tout au moins d'une certaine disparité dans la nature des fractions limoneuses. Aux horizons C correspondent en effet des valeurs du rapport T/A (capacité d'échange/argile granulométrique) généralement supérieurs à 65 meq %, alors que dans les autres horizons, ces valeurs oscillent entre 30 et 60 meq %.

Les points représentatifs des horizons Ap et (B) se répartissent de façon sensiblement linéaire, sur les 2 graphiques Hf/a ou Hf/a + 1. On assiste toutefois à un regroupement préférentiel vers les faibles ordonnées des échantillons présentant un T/A < 40 meq % ; c'est en particulier le cas des échantillons provenant des profils des unités M et de certains horizons provenant du matériau rm des profils des unités P. Les équations des droites de régression relatives aux matériaux vr d'une part, rm et M* d'autre part sont respectivement les suivantes :

$$\begin{array}{llll} (\text{vr}) & \text{Hf} = 0,38 (a) - 1,0 & r = 0,95 & \text{Hf} = 0,37 (a + 1) - 5,1 & r = 0,96 \\ (\text{rm} + \text{M}) & \text{Hf} = 0,34 (a) - 1,3 & r = 0,97 & \text{Hf} = 0,30 (a + 1) - 2,9 & r = 0,97 \end{array}$$

L'examen comparé de ces 4 droites nous montre que le taux de limon fin sensiblement constant dans les matériaux vr augmente parallèlement au taux d'éléments fins dans les matériaux rm + M.

L'accroissement des teneurs en eau en fonction des teneurs en argile est donc liée dans ces derniers matériaux pour une bonne part à l'augmentation quantitative de la fraction limon fin. Par conséquent compte tenu de la position relative des droites Hf/a cela prouve indirectement que les contenus minéralogiques des matériaux vr et rm + M sont sensiblement différents, il y aurait probablement relativement plus d'argiles gonflantes dans vr que dans rm ou M, ce qui d'ailleurs ne ferait que confirmer les disparités structurales observées.

Pour l'étude comparative des matériaux non ou peu calcaires du Koura et du Akkar, étude présentée dans le dernier chapitre, nous avons également tracé les droites de régression Hf/a et Hf/a + 1 pour l'ensemble des échantillons vr, rm et M. Elles ont respectivement pour équation :

$$\text{Hf} = 0,346 (a) - 0,4 \quad r = 0,92 \quad \text{Hf} = 0,312 (a + 1) - 2,5 \quad r = 0,92$$

1.1.2. Cas des sols calcaires.

Dans ce cas, la plus grande complexité des matériaux originels nous conduit à rester prudent dans l'interprétation des données graphiques ; nous avons en effet regroupé des points représentatifs d'échantillons provenant de profils développés sur marnes sénoniennes et sur marnes calcaires du Pliocène, présentant assez souvent des signes évidents de remaniements ; le seul caractère commun de ces sols réside dans les teneurs en calcaires souvent très élevées. En reportant sur un seul et même graphique tous ces échantillons d'origines diverses, nous avons simplement cherché à voir de quelle façon le facteur « calcaire » pouvait interférer sur les phénomènes de rétention.

* L'indice M correspond dans cet exposé aux sols rouges argileux inventoriés dans l'ensemble M.

Du fait de l'importance, variable d'un échantillon à l'autre, des taux de calcaire total et actif, pouvant atteindre respectivement 80 et 30 %, les relations Hf/a ou $Hf/a+1$ ont, d'un point de vue minéralogique, une signification beaucoup plus limitée que dans le cas précédent. D'un autre côté, les taux élevés de limon fin (entre 30 et 40 %) faussent a priori toute étude comparative portant sur le regroupement des points représentatifs dans un système Hf/a .

Si donc on compare simplement, à teneur en éléments fins comparables, les humidités au point de flétrissement des sols calcaires et non calcaires, on constate qu'ils présentent des pouvoirs de rétention sensiblement équivalents ; aussi, si l'on tient compte des différences dans les teneurs en limons fins des deux types de matériaux (voisins de 20 %) et de la très forte proportion d'éléments calcaires dans cette fraction granulométrique, on est amené à conclure que le calcaire fin semble jouer un rôle non négligeable dans les phénomènes de rétention, même à pF 4,2.

L'examen du graphique 2 nous montre en outre que le caractère marneux plus accusé du substrat sénonien (ensemble B), peut être tenu pour responsable de la plus grande richesse en éléments fins donc d'un plus fort pouvoir d'adsorption des sols qui en dérivent. Il est à noter que cette plus grande finesse texturale s'accompagne d'un accroissement du taux de calcaire fins : les rapports CO_3Ca total actif, ici voisins de 2, sont en effet toujours supérieurs à 3 dans les sols développés sur marno-calcaires du Pliocène (ensemble A).

1.2. Rétention à l'humidité équivalente (H. E.)

1.2.1. Humidité équivalente et limite supérieure du domaine d'eau utile.

Il est bien connu que la seule technique permettant de définir avec une précision suffisante la limite supérieure du domaine d'eau utile consiste à procéder en fin de saison des pluies à la détermination « in situ » d'une série de profils hydriques sur une terre suffisamment ressuyée. Malheureusement cette méthode n'est applicable qu'en station ou sur un nombre limité d'emplacements. Pour des études d'inventaire, on a, la plupart du temps, recours à des techniques de laboratoires plus rapides, mais par là même moins précises. Une valeur approchée de cette limite supérieure peut être fournie par l'humidité équivalente ; on lui préfère souvent pour des raisons mal élucidées l'humidité à pF 2,5.

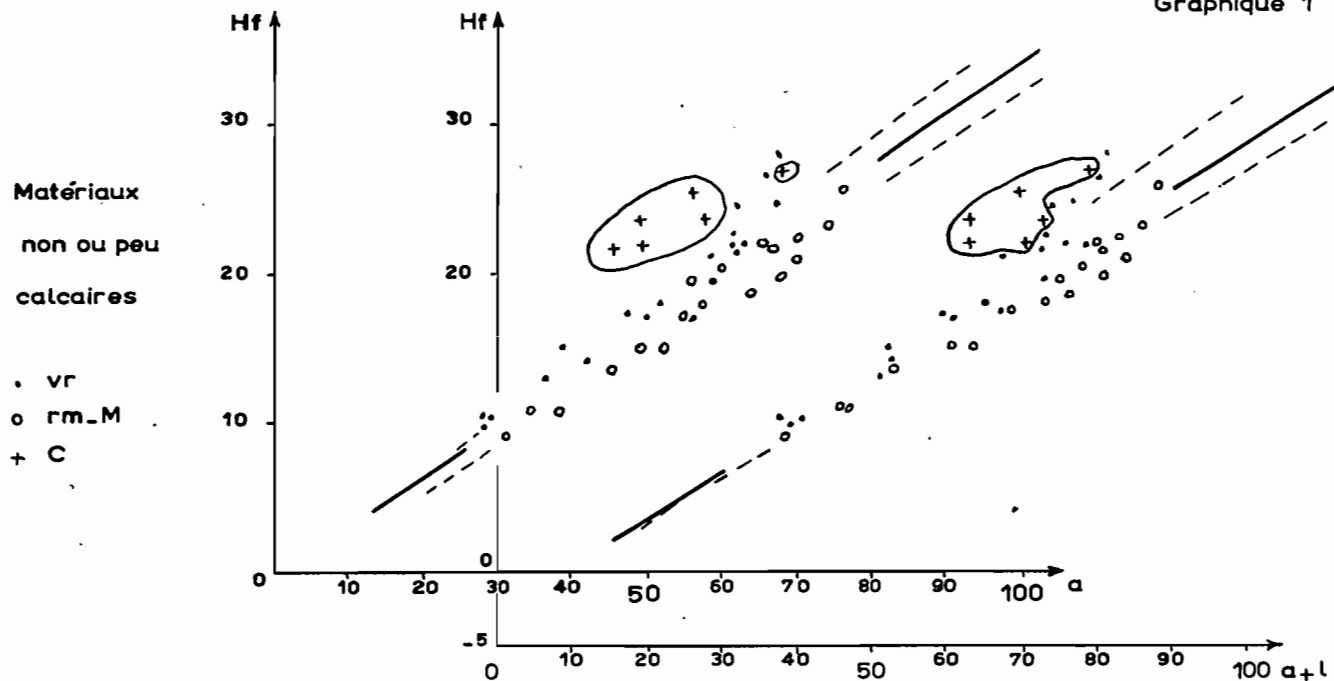
En réalité le pF de la capacité au champ est, comme l'ont déjà mentionné plusieurs auteurs, variable avec le type de matériau considéré. Un grand nombre de déterminations effectuées dans les sols libanais nous ont également montré qu'il en était de même du pF de l'humidité équivalente ; ce pF souvent inférieur à 2,5 dans les matériaux argilo-sableux est fréquemment voisin de 3 dans les matériaux très argileux, alors qu'il oscille entre 2,6 et 2,8 dans les terres franches. Le sens de ces variations n'étant donc pas sans rappeler celui du pF de la capacité au champ, nous adopterons là encore comme limite supérieure théorique du domaine d'eau utile, l'humidité équivalente (H. E.).

1.2.2. Relations $Hf/H. E.$

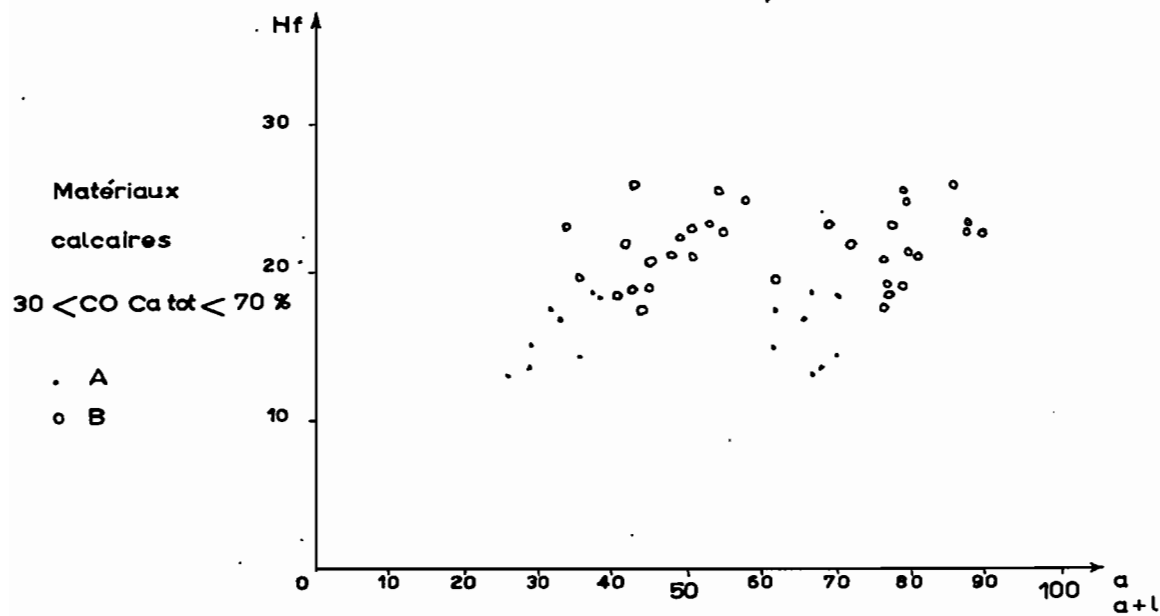
Les points représentatifs de tous les échantillons du Koura renfermant moins de 70 % de calcaire, se répartissent de façon sensiblement linéaire sur un graphique $Hf/H. E.$;

Relations Hf/a et Hf/a+l

Graphique 1



Graphique 2



aucune différence systématique ne peut être décelée entre la répartition des échantillons calcaires et non calcaires. Nous n'avons calculé l'équation de la droite de régression que pour les échantillons non ou peu calcaires, car celle-ci nous sera utile pour l'étude comparative présentée au chapitre V. Si Y désigne H_f et X l'humidité équivalente, l'équation de la droite de régression est la suivante :

$$Y = 0,715 X - 2,6 \quad r = 0,97$$

Le coefficient angulaire de cette droite étant différent de 1, la différence $X - Y$ n'est plus constante, comme dans le cas des sols du Akkar.

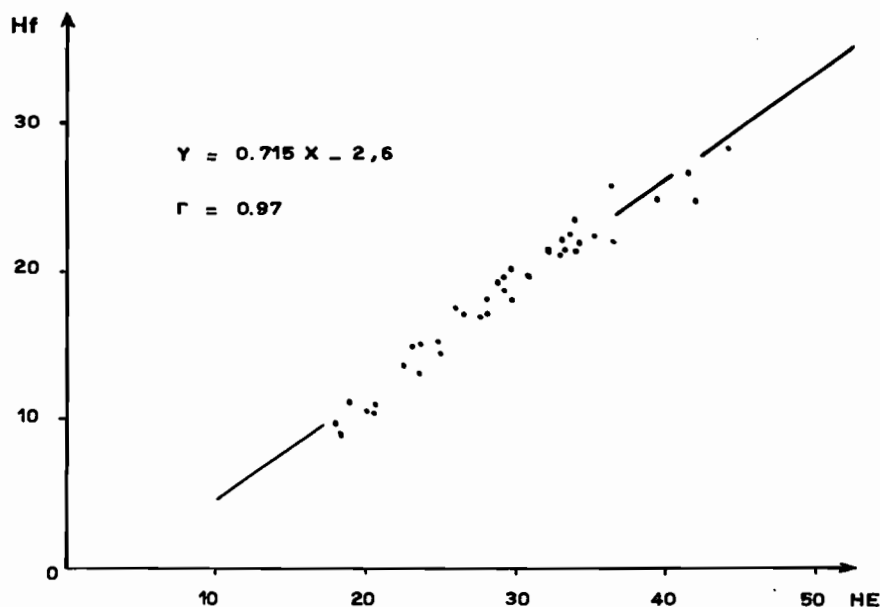
1.2.3. Eau utile théorique pondérale (EU)

Pour chaque échantillon elle est égale à $X - Y$. Si l'on exprime cette différence par rapport à H_f , elle-même fonction croissante des taux d'argile ou d'éléments fins, on obtient pour les échantillons non ou peu calcaires les relations suivantes :

$$EU = X - Y = 0,40 Y + 3,6 = 0,40 H_f + 3,6$$

Dans la grande majorité des sols des unités P et M du Koura H_f varie entre 15 et 25 %. L'eau utile théorique pondérale sera donc approximativement comprise entre 10 et 14 %, les échantillons les plus riches en éléments fins présentant les plus grandes réserves utiles.

Relation H_f / H_E
(Matériaux non ou peu calcaires)



CHAPITRE II

CAPACITÉS POUR L'EAU ET POUR L'AIR
DES HORIZONS NON OU PEU CAILLOUTEUX.**2.1. Densité apparente et porosité.**

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un densitomètre à membrane en fin de saison des pluies, donc à une époque où les équilibres sol/eau étaient réalisés. Les taux d'humidité du sol au moment des mesures étaient généralement plus proches du point de rétention que du point de flétrissement. La densité apparente a été déterminée à 2 niveaux à des profondeurs voisines de 5 et 40 cm, respectivement dans l'horizon travaillé Ap et l'horizon non perturbé sous-jacent (B). Les appareils ont toujours été placés en des endroits où les pourcentages de refus pouvaient être considérés comme négligeables hormis dans deux profils développés sur les marno-calcaires du Sénonien (SK 16 et 17) ; cela ne veut pas dire toutefois que la pierrosité des profils testés était quasiment nulle, mais simplement que les 200 ou 300 g de terre correspondant au volume apparent mesuré étaient dépourvus de cailloux.

Les résultats de densité apparente sont mentionnés par grande catégorie de sols dans le tableau suivant :

Ensemble	Nombre total mesure	Nombre de résultats pour chaque intervalle de d_a					
		0,9-1,1	1,1-1,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5	1,5-1,6
P	Surf. 14	3	1	9	1	5	7
	40cm. 14			2			
M	Surf. 5	1	1	2	1	1	1
	40cm. 4			1			
A	Surf. 7	3	2	1	1	1	3
	40cm 6			2			
B	Surf. 4	4				(2)	(1)
	40cm 3						

Si l'on adopte pour densité réelle la valeur moyenne théorique 2,65, la porosité est en surface généralement comprise entre 50 et 60 %, alors qu'à 40 cm elle reste confinée entre 40 et 45 %, sauf dans les horizons d'altération où elle est également voisine de 50 %.

La macroporosité ou capacité pour l'air toujours suffisante en surface, est réduite dans les horizons (B) non caillouteux ; elle ne serait négligeable que dans certains horizons (B) renfermant au moins 60 % d'argile (profils ZK 11 - ZK 1 - ZK 7), ainsi d'ailleurs que dans les horizons (B) des sols très calcaires de l'ensemble B.

2.2. Aération.

Il est intéressant de voir ce que devient la porosité pour l'air, lorsque l'humidité du sol est voisine de l'humidité de rétention, donc lorsque les conditions d'alimentation en eau des plantes sont théoriquement optimales.

Désignons par P la porosité totale, Hm l'humidité à saturation, H.E. l'humidité équivalente (que nous supposerons égale à l'humidité de rétention), Va, V1, Vs les volumes (exprimés en %) occupés à la capacité de rétention, respectivement par l'air, l'eau, la terre et par da, dr, les densités apparentes et réelles.

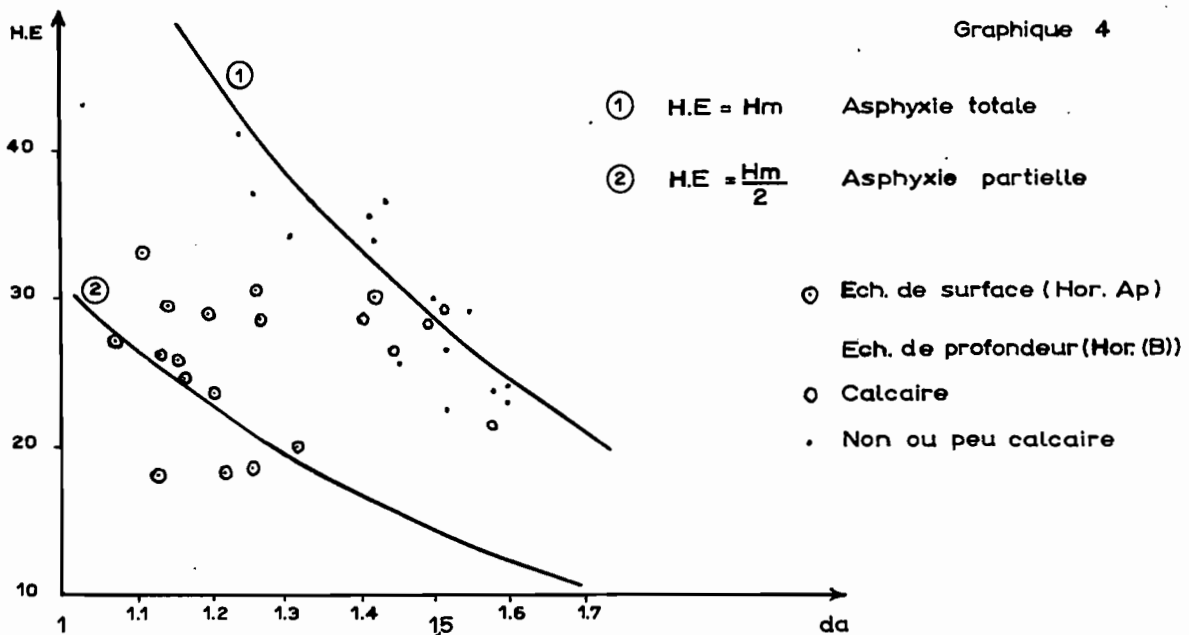
Il y aura asphyxie totale à l'humidité de rétention si $H.E. \geq Hm$.

$$\text{Or } Hm = \frac{P}{da} \text{ et } P = 100 \left(1 - \frac{da}{dr} \right)$$

$$\text{donc si } H.E. \geq 100 \left(\frac{1}{da} - \frac{1}{dr} \right) \quad (1)$$

Si l'on suppose qu'une asphyxie partielle peut se réaliser dès que $Va < V1$, cherchons à voir quelles sont les valeurs de H. E. qui satisfont à cette dernière inégalité.

Aération à l'Humidité de rétention



$$Vl = P - Va \quad \text{et} \quad Va = P - H.E. da$$

$$Va < Vl \text{ quand } H.E. < da \frac{P}{2} \quad \text{donc quand } H.E. < \frac{Hm}{2}$$

$$\text{ou } H.E. < 50 \left(\frac{1}{da} - \frac{1}{dr} \right) \quad (2)$$

Adoptons $dr = 2,65$ et traçons dans un système de coordonnées $H.E.$ les branches d'hyperbole (1) et (2) (cf graphique 4). Si sur ce graphique on reporte les points représentatifs des échantillons du Koura, on peut déduire de leur position relative les remarques suivantes :

— Les points représentatifs des horizons de profondeur se groupent le long de la courbe $H.E. = Hm$. Il est à noter toutefois que la majorité d'entre eux se situe en dessous de cette courbe et que les autres ne la débordent que de très peu. Cela signifie d'une part que le domaine d'eau utile théorique n'est que rarement limité par l'interaction texture / type d'argile / compacité, et d'autre part que la capacité pour l'air reste dans tous les cas réduite ; elle est au maximum égale à 8 % au point de rétention.

— Les points représentatifs des horizons de surface se localisent au voisinage de la courbe (2). Bien que, dans ces horizons, la porosité et l'aération dépendent très fortement du travail du sol (dans les terres fraîchement labourées, la densité apparente est souvent inférieure à l'unité), on constate d'une part que les risques d'asphyxie totale des horizons Ap sont négligeables et d'autre part que les risques d'asphyxie partielle sont d'autant plus grands que les horizons renferment des quantités plus importantes d'éléments fins (cas des sols M) ; ces derniers sols gagneraient donc à être travaillés plus fréquemment que les autres.

2.3. Eau utile volumique.

Pour la majorité des horizons, la teneur en eau maximale est supérieure à l'humidité équivalente ; c'est dire, en utilisant les termes « volumiques » correspondants, que dans de nombreux cas la capacité à saturation est supérieure à la capacité de rétention théorique. L'interaction entre texture, type d'argile, et compacité, qui constituait l'un des facteurs limitants essentiels de la réserve utile dans une grande partie des horizons non perturbés du Akkar, ne se manifeste de façon défavorable que dans certains horizons profonds très argileux (plus de 60 % d'argile), particulièrement dans les sols de l'ensemble M .

Les limites des intervalles de variation et les moyennes de EU volumique, par type de matériau et d'horizons sont rassemblés dans le tableau 1 suivant. Pour les horizons d'altération, nous avons systématiquement adopté comme valeur de da 1.25, chiffre obtenu sur l'horizon profond du profil 12 assez représentatif.

TABLEAU 1.

EAU UTILE VOLUMIQUE PAR TYPE D'HORIZON ET DE MATERIAU
(moyenne et limites de l'intervalle de variation)

Ensemble	P	P	M	A	B
Matériau	rm	vr			
Horizon					
Ap	11.6 9.0 - 13.3	12.3 12.2 - 13.2	13.1 12.5 - 14.1	12.5 11.8 - 13.1	14.0 12.5 - 15.6
(B)	14.0 12.8 - 16.2	15.6 13.5 - 18.3	15.5 13.9 - 18.9		
C		16.8 15.0 - 18.5		16.2 15.8 - 16.7	17.5 16.6 - 18.4

N.B. Les valeurs de E.U. volumique relatives à l'ensemble B ne sont données qu'à titre indicatif.

CHAPITRE III

RESERVE UTILE.

3.1. Remarque préliminaire.

Dans le chapitre I, l'exploitation des données de laboratoire relatives aux *échantillons* de terre nous a permis de calculer l'eau utile pondérale théorique H.E. - Hf.

Dans le chapitre II, la prise en considération de la densité apparente a transposé les résultats du domaine « pondéral » au domaine « volumique », toutefois l'insuffisance de la précision des mesures concernant les matériaux caillouteux nous a contraints à ne juger comme valables que les résultats obtenus dans des *horizons* présentant un nombre limité de refus > 2mm. Par ailleurs, la méconnaissance du rôle que peuvent jouer les fortes teneurs en calcaire dans les phénomènes de rétention ainsi que dans les modifications de la pression osmotique des solutions du sol à pF élevé, nous a conduits à n'envisager les relations sol / eau que dans les sols regroupés dans les ensembles P et M et dans certains sols de l'ensemble A.

Dans ce chapitre III, nous nous proposons de raisonner à l'échelon des *profils* pour tenter d'évaluer les réserves utiles de ces sols. Dans un premier paragraphe nous exposerons les résultats relatifs aux profils pour lesquels nous disposons de toutes les données hydrodynamiques. Dans un second paragraphe nous présenterons une estimation de R. U. par unité cartographique, en tenant compte des facteurs limitants essentiels antérieurement passés en revue.

3.2. Réserves utiles des profils analysés.

Les chiffres mentionnés ci-après doivent être considérés comme des ordres de grandeur dans tous les sols où l'horizon C apparaît à moins de 80 cm de la surface (unités P2 en particulier). Il est en effet impossible de rendre compte de l'ampleur des variations de R.U. dans un complexe d'altération très hétérogène, à l'aide de données « ponctuelles ». En outre, nous supposerons que la réserve utile du premier mètre de sol correspond à la réserve utile maximale pouvant être mise à la disposition des plantes arbustives ; certes, dans de nombreux cas nous avons pu observer des racines pénétrer au-delà de 1 mètre, mais comme très souvent l'exploration des horizons situés à plus de 50 cm reste assez localisée, il nous a semblé plausible d'assimiler l'exploitation hydrique partielle des horizons profonds à une exploitation totale de la tranche de sol allant de 50 à 100 cm.

Les résultats obtenus mentionnés dans le tableau 2, tiennent compte de la pierrosité de chaque profil.

3.2.1. Réserve utile des 50 premiers cm.

Cette réserve utile oscille entre 60 et 80 mm pour l'ensemble des sols considérés ; elle est donc relativement constante. Les valeurs les plus élevées seraient préférentiellement enregistrées dans les sols profonds non caillouteux essentiellement développés dans un matériau v (cas des sols Pl. v.).

3.2.2. Réserve utile « maximale ».

Dans les sols profonds, les chiffres obtenus en tenant compte des hypothèses précédentes oscillent entre 130 et 175 mm. Dans les sols de l'ensemble P, où l'horizon C apparaît à faible profondeur (ZK 6 - 12 - 14), il semble que pour une tranche de sol donnée le fort pouvoir d'adsorption des matériaux en voie d'altération puisse compenser la réduction par de nombreux éléments caillouteux, du volume utile des horizons profonds. Il n'est pas impossible toutefois, que les prélèvements effectués préférentiellement dans les plages d'argiles bariolées nous aient conduits à surestimer quelque peu les réserves utiles maximales.

3.3. Estimation de la réserve utile des différentes unités cartographiées.

3.3.1. Principaux facteurs limitants.

— La profondeur du sol.

Mécaniquement elle peut être limitée par la présence de gros blocs de calcaires durs plus ou moins jointifs ou par des niveaux conglomératiques plus ou moins cimentés, non ou peu altérés.

Le matériau d'altération défini dans la deuxième partie du rapport ne constitue pas un niveau d'arrêt interdisant toute exploration racinaire et conséquemment ne peut donc pas être considéré comme un facteur limitant « à part entière » de la profondeur utile.

— La pierrosité.

Nous la considérerons comme négligeable lorsque le pourcentage d'éléments résiduels n'excède pas 5 %.

Pour des teneurs supérieures, ces éléments ne perturbent qu'assez peu les conditions physiques intrinsèques, s'ils se répartissent isolément et de façon anarchique. S'ils se rassemblent sous forme de petites lentilles, ils peuvent participer à un ressuyage assez localisé de la matrice environnante mais peuvent également se convertir en « poches d'eau » pouvant être plus nuisibles que favorables. Enfin si les alignements de cailloux forment un réseau plus ou moins anastomosé, ils constituent alors un excellent système naturel de drains et dans ce cas interfèrent favorablement sur la dynamique de l'eau.

Dans le Koura nous avons affaire presque toujours au premier type de répartition ; autrement dit la pierrosité ne facilite en aucune façon le drainage ; toutefois, elle ne fait que réduire le volume « utile » du sol dans d'assez faibles proportions car les tranches de sols exploitables ne sont en général jamais très caillouteuses (moins de 10 %).

3.3.2. Limites des intervalles de variation de R.U. pour les principales unités cartographiées, classées comme irrigables.

Ensemble P.

P1. v.	R.U. jusque 50 cm	80 mm
	R.U. totale	170 à 180 mm
P1. r1.	R.U. jusque 50 cm	65 mm
	R.U. totale	130 à 140 mm
P1. r2.	R.U. jusque 50 cm	70 mm
	R.U. totale	130 à 150 mm
P1. d.	R.U. jusque 50 cm	65 à 75 mm
	R.U. totale	130 à 150 mm
P2. v.	R.U. jusque 50 cm	65 mm
	R.U. totale	110 à 120 mm (profondeur du sol, 75 cm)
P2. r2.	R.U. jusque 50 cm	70 mm
	R.U. totale	100 à 110 mm (profondeur du sol, 75 cm)

Ensemble M.

M1. a.	R.U. jusque 50 cm	70 mm
	R.U. totale	110 à 120 mm (profondeur du sol, 80 cm)
M1	R.U. jusque 50 cm	70 mm
	R.U. totale	140 à 160 mm
M2.	R.U. jusque 50 cm	70 mm
	R.U. totale	110 - 120 mm (profondeur du sol, 80 cm)
M2. q.	R.U. jusque 40 cm	60 à 70 mm (profondeur du sol, 40 cm)

Ensemble A.

A2.	R.U. jusque 50 cm	70 à 75 mm (profondeur du sol, 50 cm)
-----	-------------------	---------------------------------------

TABLEAU 2.

RESERVE UTILE

Unité pédo.	No profil	EU pondérale			da		EU volumique			RU	
		1 *	2	3	1	2	1	2	3	0.5 m	1m
P1 v	ZK 11	11.6	13.0	14.5	1.14	1.41	13.2	18.3	(20.4)	80	175
Plr1	ZK 9	9.2	8.4	8.5	1.22	1.53	13.3	12.8	(13.0)	65	130
P1 d	ZK 10	9.5	11.2	12.9	1.32	1.45	12.5	16.2	(18.7)	75	165
P1 d	ZK 19	9.7	8.2	8.6	1.26	1.56	12.2	12.8	13.4	65	130
P2 v	ZK 6	10.6	9.5	12.0	1.20	1.42	12.7	13.5	(15,0)	60	130
P2 v	ZK 12	8.0	14.8	16.9	1.13	1.25	9.0	18.5	(21.2)	65	—
P2 v	ZK 14	10.0	9.6	10.9		1.55		14.4			—
Plr2	ZK 18	9.7	13.7	13.9	1.16	1.43	11.2	19.5	17.2°	70	150
M1 q	ZK 1	11.2	9.3		1.27	1.50	14.1	13.9		70	140
M1	ZK 7	12.3	10.6	11.3	1.04	1.42	12.8	15.1	(16.1)	70	150
M1	ZK 8	10.4	11.2	9.3	1.20	1.30	12.5	14.5	(12.1)	70	130
M2 q	ZK 5	8.7	11,8	10.3	1.42	1.58	12.4	18.6	—	80	—
A2	ZK 2	10.2	11.9	15.3	1.27	1.40	12.9	16.7	—	75	—
A2	ZK 3	10.5	10.8	11.3	1.13	1.50	11.8	16.2	—	70	—
A2	ZK 4	11.4	10.5	11.6	1.15	1.50	13.1	15.8	—	75	—

* 1 : Horizon Ap de 0 à 20 cm en moyenne

2 : » (B) ou C de 20 à 50 cm en moyenne

3 : » (B) ou C au-delà de 50 cm

() da estimée, supposée égale à la da mesurée à 40 cm (dans les sols profonds)

° dans l'horizon C da = 1.24.

CHAPITRE IV

LA VITESSE D'INFILTRATION

4.1. Méthode utilisée.

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un appareil de type Muntz avec anneau de garde ; la charge en eau était maintenue constante et égale à 3 cm grâce à un système d'ajutages permettant à l'air et à l'eau de transiter par des orifices différents.

Une batterie de 6 appareils a été utilisée sur chaque emplacement ; trois d'entre eux étaient destinés à mesurer la vitesse d'infiltration dans l'horizon Ap (5 cm) ; les trois autres dans l'horizon (B) ou le niveau sous-jacent (40 cm).

Chaque opération a duré au moins 3 heures.

4.2. Les résultats.

Comme pour les sols du Akkar, nous présenterons tout d'abord les résultats relatifs à la perméabilité d'arrosage que nous caractériserons par deux indices « vitesse » a et b, (vitesses d'infiltrations aux temps $t_a = 5$ minutes et $t_b = 15$ minutes) puis les résultats concernant la perméabilité stabilisée ou vitesse limite d'infiltration. Il nous est apparu également intéressant de mentionner le temps que met l'équilibre à se réaliser par l'utilisation d'un indice « temps » T.

4.2.1. Perméabilité d'arrosage.

Cette donnée est utile à connaître principalement pour les horizons de surface. Malheureusement elle reste fortement influencée et par les façons culturales et par le déficit de saturation ; aussi a-t-elle souvent une signification beaucoup plus « saisonnière » ou « agronomique » que « pédologique ». A ce sujet il est donc important de noter que la quasi totalité des mesures ont été effectuées au sortir de la saison des pluies sur des sols qui n'avaient pas été travaillés depuis au moins la fin de la saison sèche précédente.

En surface, les valeurs de a (perméabilité « instantanée ») sont quasi nulles dans 50 % des horizons supérieurs de sols des unités P, et généralement supérieures à 30 mm/h dans les autres sols. Les indices b présentent le même pourcentage de valeurs négligeables dans les sols P ; dans les sols M b est voisin de 0 dans 30 % des cas. Dans les sols calcaires b est généralement supérieur à 20 mm/h.

A 40 cm, dans des horizons non travaillés, a est voisin de 0 dans 50 % des sols P ainsi que dans la majorité des sols calcaires évoluant sur marnes. Dans les sols M et A, a est généralement supérieur à 30 mm/h. b est quasi nul dans 60 % des sols P, dans tous les sols B reposant sur marnes, dans 30 % des sols M, mais il reste supérieur à 10 mm/h dans les sols A.

4.2.2. Perméabilité stabilisée.

La vitesse limite d'infiltration est atteinte instantanément (en moins de 5 minutes) dans 50 % des sols P ainsi que dans les sols B reposant sur banc marneux ; elle est atteinte

rapidement (entre 5 et 15 minutes) dans les sols M et dans les niveaux profonds des sols A. Enfin l'équilibre s'instaure plus lentement dans les horizons supérieurs des sols A ($T = 20'$) et dans certains sols B reposant sur des bancs de calcaires tendres plus ou moins fissurés.

Les valeurs limites par ensemble de sols sont rassemblées dans le tableau ci-après. Nous les avons classées par catégories de vitesses d'infiltration. Les limites de ces catégories, au nombre de 6, sont très voisines de celles du Soil Survey Manual.

< 6 mm/h	= lente et très lente
de 6 à 20	= moyennement lente
de 20 à 60	= modérée
de 60 à 120	= moyennement rapide
de 120 à 250	= rapide
> 250	= très rapide

La catégorie « très rapide » n'est jamais concernée par les sols du Koura.

Ensembles	No. des Profils	Profondeur	Nombre total de mesures	Nombre de mesures par catégories				
				< 6	6-20	20-60	60-120	120-250
P	6-9-10- 11-12-13 14-18-19	Surface 40cm	26	17	5	4		
			24	22	1	1		
M	1-7-8	Surface 40cm	7 6	5	2 1	4	1	
A	2-3-4-5	Surface 40cm	12	1	2	2	5	2
			9	3	3	2	1	
B	16-17	Surface 40cm	6	2	1	3		
			6	4		2		
Allu- vions	15	Surface 40cm	3			1		2
			3			1		3

4.3. Discussion.

Nous n'avons pas pu mettre en évidence de corrélation entre la perméabilité d'arrosage et la densité apparente des horizons de surface. Comme cette dernière est généralement au plus égale à 1.35, il faut rechercher ailleurs que dans les valeurs calculées de la porosité totale du substrat, la cause de la faible vitesse d'infiltration instantanée enregistrée sur un grand nombre de sols P en particulier. C'est fort probablement le taux d'humidité « actuel » qui est le principal responsable de cette réduction de la perméabilité

d'arrosage, puisqu'il conditionne simultanément les phénomènes de foisonnement et le déficit de saturation ; il n'est pas impossible toutefois que dans certains cas la stabilité structurale, parfois médiocre, ne vienne renforcer le ralentissement de la percolation.

Par contre, à l'équilibre, lorsque le régime permanent est établi, le sol saturé se comporte comme un simple « conducteur » ; dans ce cas le taux d'humidité initial ne peut plus interférer comme dans le cas précédent ; la vitesse d'infiltration est alors presque uniquement conditionnée par la distribution, l'orientation et la grosseur des pores et autres canalicules dans lesquels l'eau circule.

L'examen du tableau précédent nous montre que les sols P présentent les plus faibles vitesses d'infiltration, que ce soit en surface ou dans les horizons non travaillés sous-jacents. Si la majorité des sols appartenant aux ensembles M, A et même B semble pouvoir supporter des débits d'arrosage compatibles avec ceux que l'on utilise couramment en irrigation par aspersion, il n'en est pas de même des sols P sur lesquels dans bien des cas, et dans les conditions actuelles de mise en culture, risque de se manifester une stagnation de l'eau en situation topographique plane pour des valeurs du débit d'arrosage comprises entre 5 et 10 mm/h. L'observation de cette région du Koura en période hivernale semblerait d'ailleurs confirmer les conclusions qui se dégagent des résultats consignés dans le tableau précédent ; les nombreuses flaques d'eau qui parsèment les terrains plats témoignent de la lenteur du ressuyage de ces sols.

Dans les horizons non perturbés situés au-delà de 40 cm, la vitesse d'infiltration est généralement faible, sauf peut-être dans certains sols A développés sur un calcaire dur plus ou moins fissuré et dans certains sols alluviaux. En effet, 65 % du total des mesures effectuées à ce niveau se rangent dans la classe « lente et très lente » ; pour les seuls sols P la proportion atteint 90 %.

Cette lenteur de progression des films d'eau est due dans ce cas principalement à la compacité du sol. A ce niveau en effet il est rare d'observer des densités apparentes inférieures à 1.4 ; elles sont généralement comprises entre 1.5 et 1.6. Compte tenu des valeurs relativement proches de la capacité de rétention et de la capacité à saturation, la porosité utile se réduit presque essentiellement à une microporosité intersticielle où l'eau rencontre évidemment beaucoup de difficultés à se déplacer.

Si ces faibles vitesses d'infiltration constituent un inconvénient majeur, quand on cherche à obtenir un ressuyage rapide du sol, soit pour procéder à des travaux culturaux plus précoces, soit pour assurer une meilleure aération du système racinaire, elles peuvent au contraire améliorer de façon sensible l'alimentation hydrique des plantes, les eaux de percolation ou de gravité à circulation lente venant utilement compléter le stock d'eau « facilement utilisable ».

En résumé, nous pouvons dire que les sols du Koura se caractérisent par un drainage interne médiocre à mauvais. Médiocre dans les sols de l'ensemble A, il est mauvais dans tous les autres, et plus particulièrement dans les sols de l'ensemble P. Il est heureusement dans bien des cas associé à un drainage externe correct (relief plus ou moins vallonné), si bien que les manifestations actuelles d'hydratation prolongée (coloration brunâtre sans taches d'hydromorphie très nette) ne sont perceptibles que dans les parties basses et planes de cette dépression du Koura.

CHAPITRE V

COMPARAISON AVEC LES SOLS DE LA PLAINE DU AKKAR.

Cette étude comparative des caractéristiques hydrodynamiques ne concerne que les ensembles de sols les mieux représentés dans chacune des deux unités morphologiques que constituent la plaine du Akkar et la dépression du Koura. En réalité elle se limitera plutôt à la comparaison des propriétés physiques et hydriques des « matériaux » non ou peu calcaires Ac, Ab d'une part, P et M d'autre part, car à ce stade il est difficile, voire impossible, de tenir compte des différents critères de différenciation (profondeur, pierrosité, complexité etc...) qui ont servi à distinguer les diverses séries de sol. La comparaison porte sur un nombre de profils et donc d'échantillons assez voisins d'un matériau à l'autre (38 pour Ab, 44 pour Ac, 42 pour P-M). Comme de plus ces échantillons couvrent une gamme de texture assez grande (de 25 à 75 % d'argile) il nous a été possible de mener une partie de cette étude comparative en analysant la position relative d'un certain nombre de droites de régression.

Cette étude succincte a également un objectif « utilitaire », en ce sens qu'elle nous permettra de mieux préciser les aptitudes culturales différentielles de ces deux entités géographiques, qui actuellement font l'objet d'un même projet de mise en valeur.

5.1. Pouvoir de rétention — Capacités pour l'eau et pour l'air.

En ce qui concerne le pouvoir de rétention, nous envisagerons essentiellement l'adsorption à pF 4,2 car ce sont principalement les valeurs de cette donnée qui différencient le comportement hydrique des sols et plus particulièrement des horizons ou niveaux non perturbés des divers matériaux considérés.

5.1.1. Rétention au point de flétrissement.

Si, sur un même graphique, on reporte les droites de régression H_f/a et $H_f/a + 1$ des 3 types de matériaux, Ab, Ac et P-M, droites que nous désignerons respectivement par D1, D2, D3 et d1, d2, d3, on peut tirer de leur position relative les remarques suivantes :

Pour un type de matériau donné, les droites D et d sont sensiblement parallèles. C'est dire qu'en moyenne les taux de limons fins sont constants, donc que leur influence sur le plan hydrique restera inchangée quelle que soit la texture.

Par contre, d'un matériau à l'autre on enregistre des différences sensibles dans les teneurs en limons fins. En moyenne elles sont égales à 25 % dans les matériaux Ab, 20 % dans Ac et 15 % dans P-M.

Si, à ce pF, on suppose négligeable l'interférence différentielle de la matière organique (à teneur en éléments fins comparables, H_f est fréquemment moins élevée dans l'horizon « organique » que dans l'horizon sous-jacent) ainsi que l'action de la fraction sableuse et de la structure, l'accroissement du pouvoir d'adsorption est donc lié, dans un matériau donné, à l'augmentation parallèle des teneurs en argile.

Compte tenu de ces remarques et hypothèses préliminaires, le fait que les droites de régression D sont sensiblement parallèles prouvent que les contenus minéralogiques de la fraction granulométrique argileuse des matériaux Ab, Ac et P-M sont assez voisins. D'un autre côté, le décalage vers les ordonnées croissantes des droites D d'autant plus marqué que les teneurs moyennes en limons fins sont plus élevées, nous montre que l'importance relative de cette fraction est l'une des causes des différences enregistrées. Le décalage persistant, bien qu'atténué, des droites de régression d met en relief également l'influence très sensible que peut exercer la nature de cette même fraction. Peut-être existe-t-il dans les matériaux présentant les rapports $1/a$ les plus élevés une proportion plus importante de pseudo-limons ? Si l'on accorde à ce dernier rapport une signification pédogénétique, on peut donc conclure que plus un matériau est évolué et moins il retient l'eau à teneur en argile comparable.

5.1.2. Eau utile.

Il est tout d'abord nécessaire de bien préciser la signification des symboles que nous serons amenés à utiliser : Eu(p), Eu1, Eu2, Eu.

Eu(p) = Eau utile pondérale : H.E. - Hf

Eu1 = Eau utile volumique théorique : (H.E. - Hf) \times da

Eu2 = Eau utile volumique théorique « corrigée » : (Hm - Hf) \times da
C'est le cas où H.E. > Hm *

Eu = Eau utile volumique réelle d'un horizon en place.

— Eau utile pondérale.

Les relations établies entre Hf et H.E. nous ont montré que Eu(p) était une fonction croissante du taux d'éléments fins dans les matériaux P-M, alors qu'elle restait sensiblement constante pour une gamme de textures analogues dans les matériaux Ab et Ac. C'est dire qu'à compacité comparable une terre lourde disposera dans le Koura de réserves utiles « théoriques » plus grandes qu'une terre légère, alors que dans le Akkar cet avantage disparaît. Ajoutons enfin que Eu(p) est quelle que soit la texture toujours légèrement supérieure dans les matériaux P-M.

— Eau utile volumique corrigée.

Si à présent nous confrontons les données moyennes de Hf aux humidités à saturation correspondant à diverses valeurs de la densité apparente, on constate que Hm peut se trouver inférieur à Hf, donc que Eu2 peut être nul pour des densités élevées. Il nous a alors semblé utile d'établir pour chaque type de matériau la relation existant entre la texture et la compacité pour Eu2 = 0. Nous choisirons comme paramètre textural la teneur en argile a.

$$\text{Eu2} = 0 \quad \text{lorsque } \text{Hm} = \text{Hf} \quad (1)$$

$$\text{Or} \quad \text{Hm} = 100 \left(\frac{1}{\text{da}} - \frac{1}{\text{dr}} \right)$$

* Il est à noter à ce sujet que Hm a été calculé à partir de mesures de terrain (densité apparente) et H.E. à partir de données de laboratoire relatives à des échantillons perturbés.

et Hf est relié au taux d'argile a par les relations :

$$(Ab) \quad Hf = 0,37a + 10,8$$

$$(Ac) \quad Hf = 0,42a + 3,4$$

$$(P-M) \quad Hf = 0,35a - 0,4$$

En exprimant dans la relation (1) Hm en fonction de da et Hf en fonction de a, on aboutit aux trois relations suivantes (avec $dr = 2,65$).

$$(Ab) \quad a = \frac{270}{da} - 131 \quad (I)$$

$$(Ac) \quad a = \frac{238}{da} - 98 \quad (II)$$

$$(P-M) \quad a = \frac{286}{da} - 107 \quad (III)$$

Si l'on reporte ces trois branches d'hyperbole sur un graphique da/a (cf. graphique 6), on constate que la sécheresse « physiologique » d'un horizon en place « saturé » d'eau est atteinte théoriquement pour des valeurs de da et de a très différentes suivant le type de matériau considéré. Alors que dans le matériau P-M elle ne peut être qu'exceptionnelle (pour $a \geq 70\%$ et $da \geq 1.6$) elle peut survenir dans Ac et a fortiori dans Ab pour des valeurs susceptibles d'être obtenues dans un certain nombre d'horizons (B) de vertisols.

5.1.3. Aération.

Certaines variétés d'agrumes étant particulièrement sensibles au manque d'air, il nous a semblé intéressant de voir ce que devient la capacité pour l'air du sol lorsque les conditions optimales d'alimentation hydrique sont réalisées, c'est-à-dire quand le taux d'humidité du sol est voisin du point de rétention. Nous essaierons de voir en particulier à partir de quelles valeurs combinées de a et de da, chacun des matériaux considérés peut être le siège d'une asphyxie totale.

Il y aura asphyxie totale au point de rétention si $Hm \leq H.E.$

Comme précédemment exprimons Hm en fonction de da et H.E. en fonction de a, en nous servant des relations H.E./Hf et Hf/a.

$$Hm = 100 \left(\frac{1}{da} - \frac{1}{dr} \right) = \frac{100}{da} - 37,8 \quad (\text{avec } dr = 2,65)$$

$$(Ab) \quad H.E. = 0,37a + 19,7$$

$$(Ac) \quad H.E. = 0,42a + 12,3$$

$$(P-M) \quad H.E. = 0,49a + 3,1$$

Il y aura donc risque d'asphyxie totale si :

$$a \geq \frac{270}{da} - 155 \text{ dans les matériaux Ab} \quad (\text{IV})$$

$$a \geq \frac{238}{da} - 119 \text{ dans les matériaux Ac} \quad (\text{V})$$

$$a \geq \frac{204}{da} - 83 \text{ dans les matériaux P-M} \quad (\text{VI})$$

L'examen comparé des branches d'hyperbole dont les équations figurent ci-dessus et dans le paragraphe précédent permet de mieux mesurer les avantages que présentent sur le plan hydrique les matériaux P-M. La position relative des courbes (I) et (VI) signifie en particulier que, à texture équivalente ($a < 70\%$) les matériaux Ab deviennent théoriquement physiologiquement secs pour des valeurs de da inférieures à celles qui sont nécessaires pour rendre le milieu P-M « asphyxiant à l'humidité de rétention ».

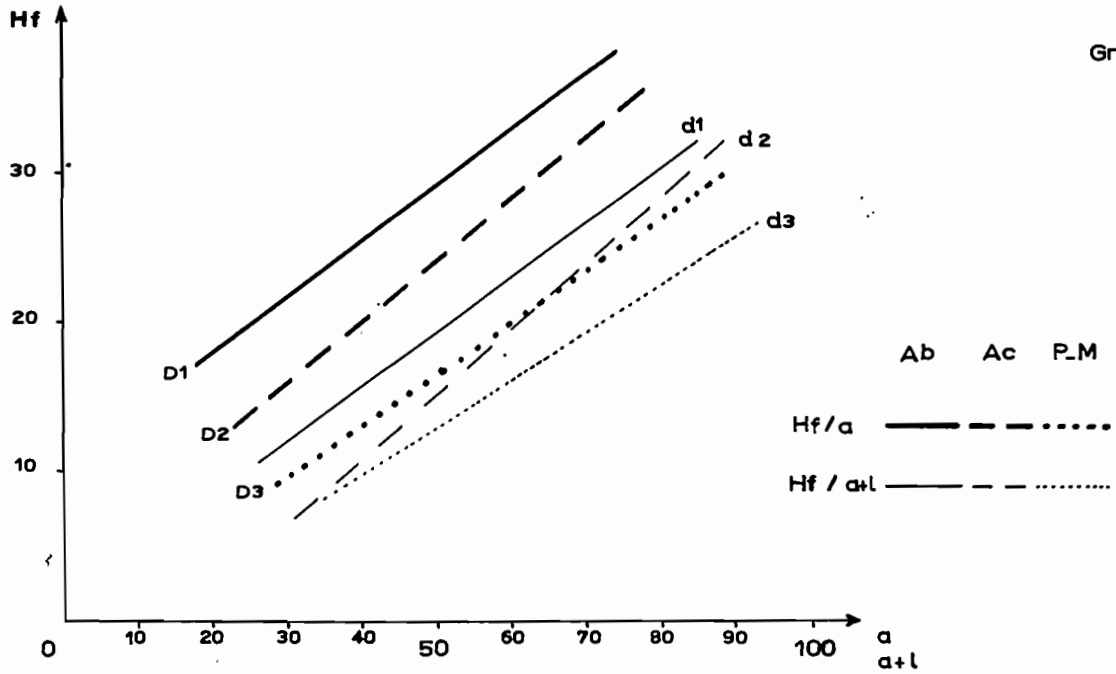
Retenons également que pour des teneurs en argile de 50 % couramment rencontrées dans les matériaux Ab et Ac, l'aération n'est suffisante que dans les horizons travaillés (où $da < 1,35$). Dans les matériaux P-M en moyenne plur argileux, elle est encore correcte pour des teneurs de 60 % dans des horizons assez compacts ($da = 1,40$).

En guise de conclusion à ce paragraphe, nous ne saurions trop insister sur la nécessité de suivre avec un soin tout particulier les expérimentations en irrigation portant sur des espèces susceptibles d'explorer les horizons profonds toujours assez compacts. En effet dans ces secteurs écologiques du Nord-Liban, où l'ETp atteint fréquemment en été des valeurs voisines de 6mm/jour, la réserve facilement utilisable (RFU) ne représente qu'une fraction réduite de la réserve utile (RU) ; par conséquent le taux d'humidité à partir duquel se manifeste une réduction de la transpiration est proche de l'humidité de rétention (Hr). Comme d'un autre côté, une asphyxie totale pour des valeurs également proches de Hr est toujours à craindre dès que les horizons deviennent plus denses, il est du plus grand intérêt de savoir si, pour augmenter l'efficacité de l'irrigation, il est préférable d'adopter une courte périodicité ou une fréquence plus lâche ; dans le premier cas, les plantes risquent de souffrir d'un manque d'air, dans le second d'un manque d'eau. Si ce problème ne concerne que très peu les plantes annuelles, il peut fausser dans une large mesure l'interprétation de certains résultats expérimentaux ou de certaines observations obtenues ou effectuées sur plantations arbustives.

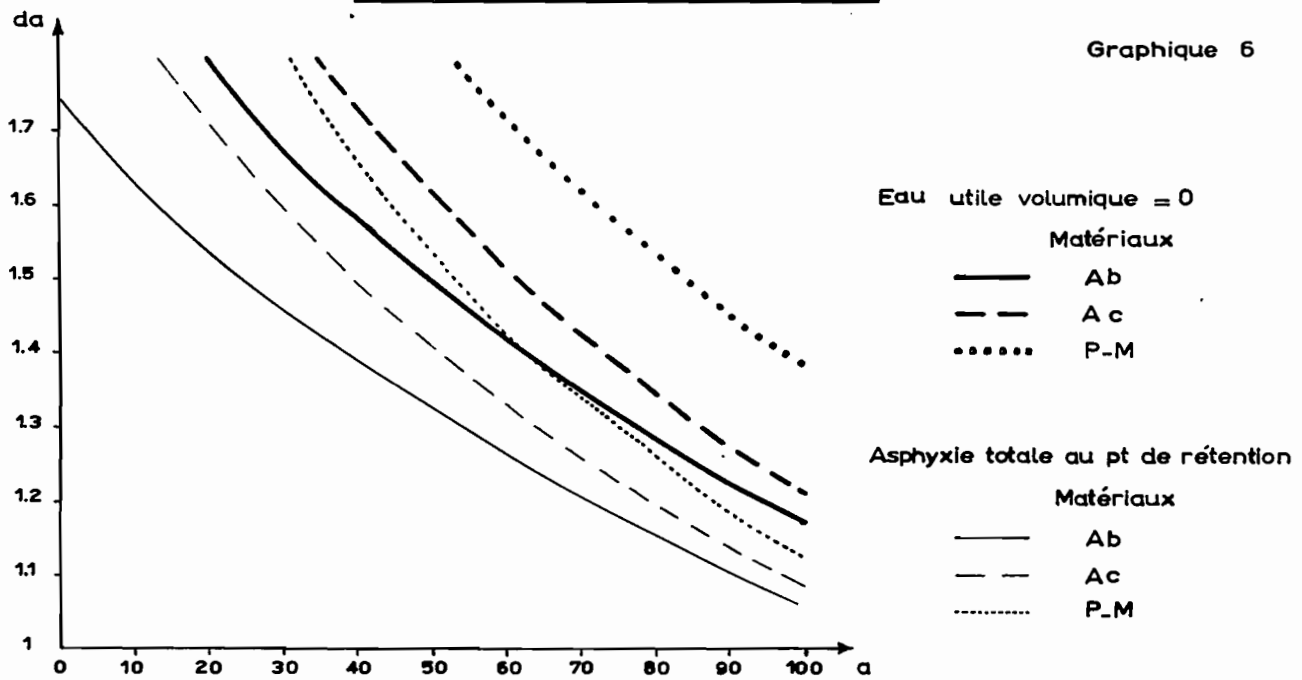
5. 2. Vitesse d'infiltration.

Il est à signaler tout d'abord que les mesures ont été effectuées dans des conditions différentes dans le Akkar et dans le Koura. Dans le Akkar elles ont eu lieu durant l'été dans des parcelles irriguées, consacrées soit aux cultures vivrières soit plus rarement aux cultures arbustives (orangers) ; dans le Koura les résultats ont été obtenus au sortir de l'hiver dans des sols plus ou moins aménagés en terrasses, supportant une oliveraie généralement âgée cultivée en sec. L'humidité des sols était en outre beaucoup plus proche du point de flétrissement que du point de rétention dans la majorité des sols du Akkar,

Relations H_f/a et $H_f/a+l$
 Dans les matériaux Ab - Ac - P.M



Relations da/a pour $Eu_2=0$ et $H.E = H_m$.



contrairement à ce que nous avons observé pour les sols du Koura. De ce fait, il n'est guère possible de pouvoir comparer les données de la perméabilité d'arrosage.

En ce qui concerne la perméabilité stabilisée il est à noter de suite la différence de comportement que nous avons pu enregistrer entre les horizons de surface des sols du Akkar et du Koura. Alors que dans les premiers il est rare d'observer des vitesses inférieures à 20 mm/h, dans les seconds la grande majorité des résultats se confine dans les catégories de vitesse lentes et très lentes. Il n'est pas impossible que cela provienne d'un tassement du sol plus prononcé sous oliveraie que sous orangerie ou cultures annuelles ; l'examen des valeurs de la densité apparente ne permet pas toutefois de le déceler ; peut être cette disparité serait-elle apparue si le choix des emplacements pour la détermination de la densité apparente avait été effectué avec une attention toute spéciale ; cette attitude est toutefois difficilement compatible avec le caractère peu nuancé de toute étude d'inventaire.

A 40 cm les vitesses limites des sols P-M sont à rapprocher de celles que nous avons obtenues pour les sols les moins drainants du Akkar, les vertisols non caillouteux du domaine basaltique. Là encore la question se pose de savoir si des mesures effectuées sur sols P-M dans des conditions écologiques et culturales identiques à celles des sols du Akkar (prélèvement en été dans des parcelles irriguées) auraient abouti aux mêmes résultats. L'engorgement du sol sur de grandes profondeurs au sortir de l'hiver peut en effet freiner considérablement le transfert par descensus des eaux de surface. Les conclusions de cette étude comparative doivent donc rester prudentes dans le domaine de la vitesse d'infiltration des horizons situés à 40 cm et par conséquent de la vitesse de transfert de l'eau dans les horizons non travaillés.

5.3. Conséquences agronomiques.

De tout ce qui précède, il semble utile à présent de dégager certaines conclusions pratiques qui devraient permettre de préciser les aptitudes culturales préférentielles de chaque « ensemble » de sols pris en considération dans cette étude comparative.

5.3.1. Cas des cultures annuelles.

La grande majorité des sols développés sur les matériaux Ac, Ab, P-M peuvent convenir aux cultures annuelles irriguées de façon intensive ; seuls seraient à éliminer les sols très caillouteux, très peu profonds généralement situés sur pentes fortes. Toutefois cette intensification de l'irrigation sur d'importantes superficies exige la mise en place préalable d'un réseau de drainage efficient, non seulement pour assurer un meilleur ressuyage des sols en période d'irrigation, mais surtout pour évacuer les eaux qui saturent les horizons superficiels durant l'hivernage. De ce point de vue les sols du Koura présentent sur leurs homologues du Akkar, l'avantage de pouvoir se satisfaire du drainage externe « naturel » dans un grand nombre de cas et par conséquent, dans les conditions actuelles, ils semblent déjà plus aptes à valoriser des cultures « primeurs » que bon nombre de sols Ab en particulier sur lesquels les travaux de préparation des terres ne peuvent être entrepris que très tard.

5.3.2. Cas des cultures pérennes.

Le problème est ici plus complexe car l'implantation de cultures arbustives dépend

non seulement de données écologiques mais également des exigences propres à chaque espèce. Nous n'envisagerons ici que les facteurs limitants édaphiques qui sont à la fois d'ordre mécanique et d'ordre hydrodynamique.

a) Limitation d'ordre mécanique

— La profondeur :

Dans les ensembles de sols envisagés ici, il est assez rare de trouver dans des sols développés sur des pentes $< 10\%$, des obstacles totalement impénétrables aux racines à moins de 1 m de profondeur comme, par exemple, des niveaux conglomératiques continus fortement cimentés ou des bancs rocheux monolithiques. Par contre des niveaux caillouteux, plus ou moins altérés comportant un pourcentage de terre fine interstitielle non négligeable sont assez fréquents dans les sols Ab situés en piedmont des massifs basaltiques ou au voisinage d'anciens chenaux à présent enterrés, ainsi que dans les sols P situés sur pente moyenne.

— La pierrosité :

Sous conditions naturelles, ce facteur constitue souvent un indice révélateur de la profondeur du sol. Dans les aires cultivées, l'aménagement des terrasses qui amène l'exploitant à remuer la terre parfois jusqu'au soubassement rocheux ou caillouteux, puis à épierrier partiellement le sol, pour collecter les matériaux nécessaires à la confection des murets, rend difficile l'établissement de relations pierrosité/profondeur. Du fait de l'ancienneté de l'occupation humaine et de la mise en valeur de la plupart de ces sols, la pierrosité originelle a considérablement diminué à tel point qu'actuellement il est rare de trouver dans les profils creusés dans les parcelles de cultures, plus de 10% de cailloux.

En résumé, dans la majorité des sols considérés, les limitations mécaniques à la pénétration racinaire ne sont importantes que sur les pentes déclives (généralement plus de 10%). Dans les secteurs morphologiquement moins bouleversés, elles apparaissent secondaires vis-à-vis des limitations d'ordre hydrodynamique.

b) Limitation d'ordre hydrodynamique.

— Cas des sols complexes :

Les sols complexes les plus fréquemment rencontrés dans le Akkar laissent apparaître la superposition d'un niveau superficiel argileux et d'un niveau sub-superficiel ou profond, beaucoup plus riche soit en cailloux, soit en sables, soit en limons. Lorsque ces niveaux sous-jacents ne sont pas saturés ils ne peuvent pratiquement pas participer au ravitaillement hydrique des horizons qui les surmontent du fait que la circulation à contre-gradient de potentiel, sous forme de films d'eau est limitée par les valeurs souvent fortes de l'ETp. De plus comme ces horizons profonds ont tendance à se dessécher assez rapidement dans la zone de contact par drainage latéral ou profond, on comprend pourquoi les systèmes racinaires ne les explorent que très peu. Dans le Koura, la superposition de niveaux à texture très différente, dans les limites du profil pédologique, est assez rare ; seule peut-être les sols du centre de la poche d'Amioun présentent une discontinuité texturale notable.

— Cas des sols « monogéniques » profonds.

Dans cette catégorie de sols, nous incluerons les vertisols profonds des ensembles Ab Ac ainsi que les sols profonds « rouges méditerranéens » ou « vertiques » des ensembles P et M. Si l'on se réfère aux résultats exposés dans le chapitre précédent 5.1.2. relatifs à l'influence qu'exerce l'interaction texture/compacité sur le demain d'eau utile on constate que dans un grand nombre de sols Ab et Ac les horizons profonds peuvent être considérés comme « physiologiquement », secs, alors que dans les sols du Koura l'eau utile volumique n'est nulle que pour des densités apparentes supérieures à 1,65, rarement rencontrées. Ce résultat qui confère aux sols du Koura une meilleure aptitude à supporter les cultures arbustives semble confirmé par l'examen de la répartition des systèmes racinaires des espèces pérennes implantées sur ces divers ensembles de sols : les racines des oliviers du Koura explorent les horizons compacts alors que à la station d'Abdé sur vertisol Ac, les racines des orangers se concentrent au-dessus de ces horizons, principalement entre 30 et 40 cm. Il est toutefois nécessaire de nuancer ces conclusions basées en partie sur des données de laboratoire et sur des observations ponctuelles ayant trait à des espèces très différentes.

Sans chercher à remettre en cause la hiérarchie des sols quant à leurs aptitudes, hiérarchie jugée valable par le fait même que les sols ont subi les mêmes tests, nous devons admettre, à la lumière de certains résultats de terrain obtenus avec des tensiomètres par le département irrigation, que les horizons très compacts théoriquement « physiologiquement » secs, participent quand même à l'alimentation hydrique des plantes. Cela tient au fait qu'il existe probablement une discordance assez nette entre les relations humidité/pF établies au laboratoire à partir d'échantillons tamisés et celles qui existent en réalité dans le sol en place non perturbé. En régime de dessèchement et pour une teneur en eau donnée, les forces de tension qui retiennent l'eau seraient moins élevées dans un horizon en place que dans un échantillon remanié. Ce problème mérite évidemment d'être étudié attentivement, pour pouvoir préciser l'importance des écarts supposés. Mais si l'on parvient à démontrer que ces écarts sont sensibles cela implique que l'eau utilisable ne se répartirait pas uniformément dans la masse du sol mais plus probablement dans certaines zones préférentielles, par lesquelles pourraient s'effectuer également le drainage du sol en profondeur et son aération. Dans ce cas il ne serait donc pas impossible qu'un nombre très limité de racines parvienne par le biais de ces zones d'écoulement et de transfert préférentielles à pénétrer les horizons très compacts.

Quoiqu'il en soit, nous pensons qu'à teneur en argile égale les sols du Koura P et M sont nettement plus aptes à supporter des plantes arbustives que les sols des ensembles Ac et a fortiori Ab. Les teneurs en argile très fortes (> 60 %) des sols M et d'un grand nombre de sols P amenuisent quelque peu cet avantage mais ne devraient pas l'annihiler surtout si l'on tient compte d'autres facteurs tels que profondeur utile et drainage externe. Parmi les sols P, ceux qui présenteraient les meilleures propriétés intrinsèques seraient les sols où le niveau superficiel rm est très développé ; malheureusement ce type de sol s'étale principalement dans les « cuvettes » ou les basses plaines en des endroits où le drainage externe est passablement freiné.

ANNEXE 1. TERMINOLOGIE ET SYMBOLES

1 - TERMINOLOGIE

La terminologie et la classification des facteurs observés au cours de la cartographie, sont assez voisines pour la plupart du « Soil Survey Manual ».

— Texture

Argile	:	fraction de la terre fine comprise entre	0 et 2	microns
Limon	:	» » » » » »	2 et 50	»
Sable fin	:	» » » » » »	50 et 200	»
Sable grossier	:	» » » » » »	200 et 2000	»

Dans les sols dont la teneur en limons est de 20 % environ, la texture est :

- argileuse : lorsque la teneur en argile est supérieure à 50 %
- argilo-sableuse : lorsque la teneur en argile est comprise entre 35 et 50 %
- sablo-argileuse : lorsque la teneur en argile est comprise entre 20 et 35 %

Dans les sols dont la teneur en argile est supérieure à 50 % et la teneur en sables inférieure à 40 %, la texture est :

- argilo-limoneuse : lorsque la teneur en limons est comprise entre 40 et 60 %
- Limono-argileuse : lorsque la teneur en limons est comprise entre 60 et 75 %

— Profondeur du sol

C'est la profondeur à laquelle apparaît le substrat ou des débris plus ou moins gros et parfois altérés de ce substrat.

Très peu profond	:	0 - 20 cm
Peu profond	:	20 - 50 cm
Moyennement profond	:	50 - 100 cm
Profond	:	100 - 150 cm
Très profond	:	plus de 150 cm.

— **Pente**

Très faible	:	0 - 3 %
Faible	:	3 - 8 %
Moyenne	:	8 - 20 %
Forte	:	20 - 30 %
Très forte	:	plus de 30 %

— **Roches et pierres**

Roches	:	affleurements du substrat dur
Pierres	:	éléments libres d'une dimension supérieure à 25 cm.

Les classes indiquent le pourcentage de la surface occupée par les éléments :

Non pierreux, non rocheux	:	0 - 2 %
Peu pierreux, peu rocheux	:	2 - 10 %
Moy. pierreux, moy. rocheux	:	10 - 25 %
Pierreux, rocheux	:	25 - 50 %
Très pierreux, très rocheux	:	50 - 90 %
Pierres, roches	:	plus de 90 %

— **Couverture du sol**

C'est le pourcentage de recouvrement de la surface du sol par les graviers (2 mm à 7,5 cm) et les cailloux (7,5 cm - 25 cm).

Non graveleux, non caillouteux	:	0 - 2 %
Peu graveleux, peu caillouteux	:	2 - 15 %
Graveleux, caillouteux	:	15 - 50 %
Très graveleux, très caillouteux	:	50 - 90 %
Graviers, cailloux	:	plus de 90 %

— **Calcaire**

La teneur en calcaire est estimée en fonction de l'effervescence à l'acide chlorhydrique :

Peu calcaire	:	effervescence étendue
Moyennement calcaire	:	effervescence faible
Très calcaire	:	effervescence forte.

— **Vitesse d'infiltration**

Lente et très lente	:	6 mm/heure
Assez lente	:	6 – 20 mm/heure
Moyenne	:	20 – 52 mm/heure
Assez rapide	:	50 – 120 mm/heure
Rapide	:	120 – 250 mm/heure
Très rapide	:	plus de 250 mm/heure.

— **Drainage externe**

Evacuation de l'eau à la surface du sol :

Nul	:	pas de ruissellement, stagnation dans ou sur le sol (dépression fermée)
Très lent	:	pas de ruissellement, la majeure partie de l'eau stagne, pénètre dans le sol ou s'évapore (terrains plats, peu poreux)
Lent	:	ruissellement faible, l'eau accumulée en surface s'évacue lentement en partie par pénétration et par évaporation (terrains faiblement ondulés et/ou sols assez poreux)
Moyen	:	l'eau stagne peu en surface et s'évacue à la fois par ruissellement et par infiltration (terrains faiblement à fortement ondulés)
Rapide	:	l'eau est évacuée aussi rapidement qu'elle arrive à la surface (terrains sur assez fortes pentes et sols peu perméables)
Très rapide	:	infiltration réduite ou nulle, l'eau s'évacue rapidement par ruissellement (fortes pentes et terrains peu perméables).

2 - SYMBOLES

- T/A Capacité d'échange du sol exprimée en milli-équivalents et ramenée à 100 gr. d'argile en tenant compte de la teneur en matière organique.
- vr* Matériau en place, de couleur rougeâtre, issu de l'altération des poudingues quaternaires et présentant les caractéristiques des vertisols.
- C* Matériau en place peu évolué, issu de l'altération des poudingues quaternaire, contenant encore des débris altéré de calcaire, basalte et grès.
- (B) Horizon d'un profil présentant une structure bien développée mais sans argile illuviale (par différenciation avec le Bt ou B enrichi en argile).

(B)+ –(B) fossile toujours enterré sous un (B) de nature un peu différente.

rm* Matériau probablement transporté, de couleur rougeâtre, présentant les caractéristiques du matériau formant le sol rouge méditerranéen.

Ap Horizon de surface modifié par les travaux de labour.

H.E. Humidité équivalente.

H.f. Humidité au point de flétrissement.

R.E.U. Réserve en Eau Utile.

* Les symboles avec astérisque sont particuliers à cette étude, les autres sont classiques.

BIBLIOGRAPHIE

Géologie.

Guerre A. – Carte géologique détaillée au 1/20.000ème feuille d'Amioun. République libanaise, ministère des ressources hydrauliques et électriques.

Wetzel R., 1945. – Carte géologique au 1/50.000ème feuille de Tripoli. Avec notice explicative. Délégation générale de France au Levant, section géologique.

Climat

Atlas climatique du Liban.

Sols

United States Department of the interior, bureau of reclamation manual. Vol. V. : Irrigated land use, part. 2, land classification.

Classification française des sols, 1967. Travaux de la commission de pédologie et de cartographie des sols.

FAO - IRAL 1969. – Enquête pédologique et programmes d'irrigation annexes au Liban. Rome Vol. I et II. FAO/SF : 51/Leb. 10.

FAO - IRAL 1969. – Carte des ressources en sols et des zones irrigables du Liban-Nord. Echelle 1/50.000 feuille Tripoli.

Slatyer O. – Plant water relationships. Academic Press — London – New York.

Desaunettes et Vigneron. – Etablissement d'un Indice de compacité, Bulletin A.F.E.S. Avril 1958.

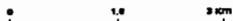
Patt J., Carmell D. and Zafrir I. 1966. – Influence of Soil Physical on Root development and on productivity of citrus trees. Soil Science, Vol. 102 pp. 82 - 84.

REPUBLIQUE LIBANAISE

INSTITUT DES RECHERCHES AGRONOMIQUES

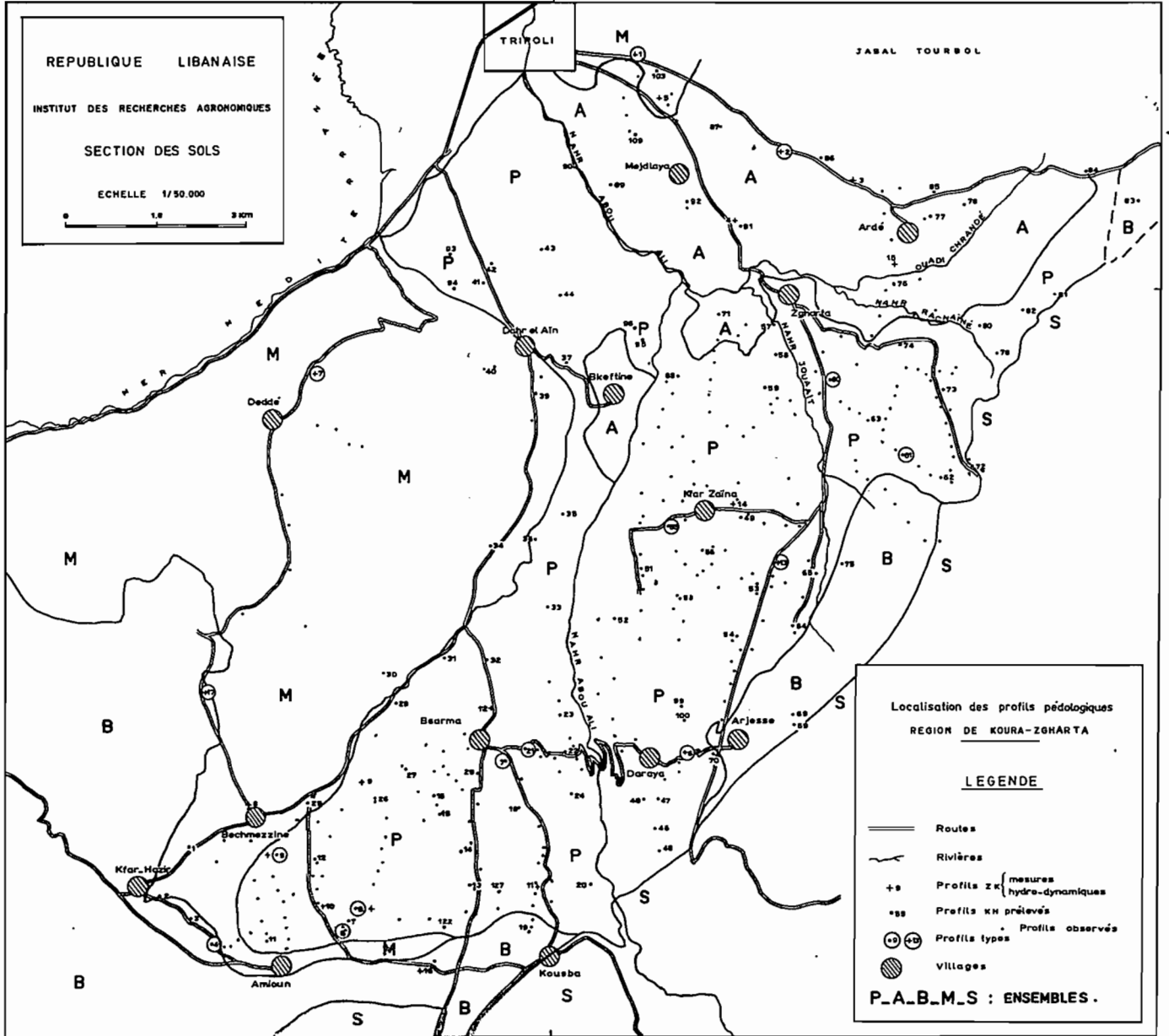
SECTION DES SOLS

ECHELLE 1/50.000



TRIPOLI

JABAL TOURBOL



Localisation des profils pédologiques
REGION DE KOURA-ZGHARTA

LEGENDE

- == Routes
- ~ Rivières
- + 0 Profils zk { mesures hydro-dynamiques
- + 88 Profils km prélevés
- ⊙ ⊙ Profils types Profils observés
- ⊙ Villages

P_A_B_M_S : ENSEMBLES.

RÉPUBLIQUE LIBANAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SECTION DES SOLS

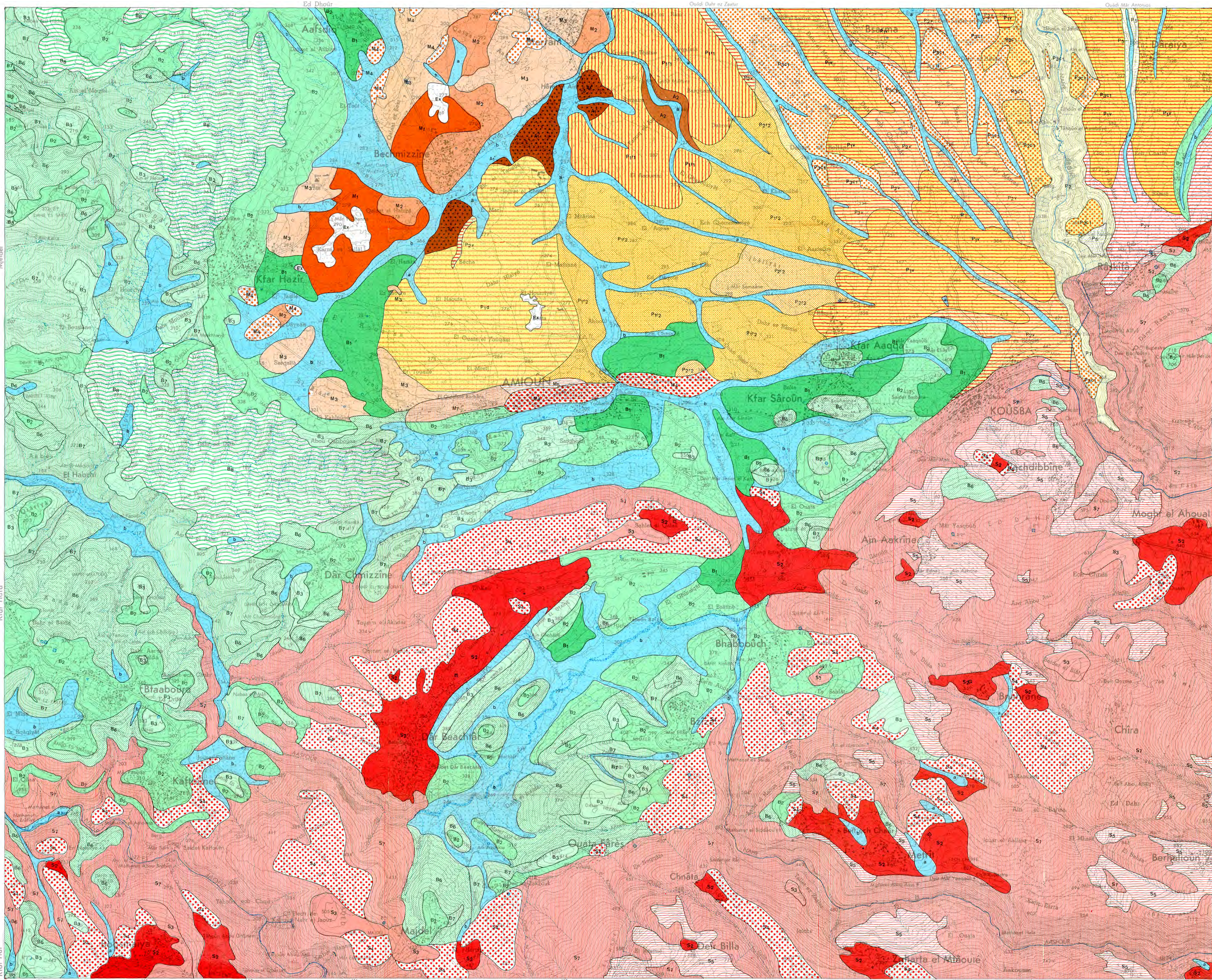
INVENTAIRE DES RESSOURCES EN SOLS
RÉGION KOURA-ZGHARTA

"CARTES"

FÉVRIER 1970

DEDE 0-6

LEGENDE D'IDENTIFICATION



Association de sols rouges méditerranéens et de vertisols sur formations quaternaires — Ensemble F.

Sol de pente inférieure à 3% de profondeur supérieur à 50 cm. UNITE P1.

- P1v** Sol de vertisol rouge, moyennement profond à profond sur débris de poudingues. (Série Bsarma).
- P1r** Sol rouge méditerranéen, argileux profond, verticale en profondeur, sur débris de poudingue (Série Zgharta).
- P1r2** Sol rouge méditerranéen, sablo-argileux à argileux, moyennement profond, verticale en profondeur, sur débris de poudingue (Série Kfar Aaqqa).
- P1r3** Sol rouge méditerranéen, argileux profond, sur calcaire dur (Série Abou Samra).
- P1r4** Sol rouge méditerranéen, sablo-argileux, verticale en profondeur, sur dépôt argileux très profond (Série Amiou).
- P1r5** Sol rouge méditerranéen, argileux, moyennement profond, caillouteux, sur poudingues ou blocs calcaires (Série Bisbeel).

Sol de pente 3 à 8% de profondeur supérieur à 50 cm. peu rocheux aménagé en larges terrasses. UNITE P2.

- P2v** Sol de la Série de Bsarma, moyennement profonde, peu caillouteux.
- P2r2** Sol de la Série de Kfar Aaqqa, peu caillouteux.
- P2r5** Sol de la Série de Bisbeel, peu rocheux.
- P2r7** Sol rouge verticale, moyennement profond, caillouteux, sur argile hydromorphe et lits de galets (Série Rachaine).

Sol de pente 3 à 20%, rocheux, peu aménagé. UNITE P3.

- P3r2** Sol de la Série Bisbeel, peu profond, caillouteux.
- P3r3** Sol de la Série Rachaine, peu profond, caillouteux.
- P3** Sol rouge méditerranéen, de pente 3 à 20%, très rocheux, non aménagé.
- P5** Sol rouge méditerranéen, de pente supérieure à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses.
- P7** Sol rouge méditerranéen, de pente supérieure à 20%, très rocheux, non aménagé.

Association de sols bruns argileux à argilo-limoneux, calcaires, peu à très peu profond, sur roche calcaire de dureté généralement moyenne (Série Aalma).

- A2** Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses (murets).
- A3** Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 0 à 20%, rocheux, dégradé, aménagé localement en terrasses (murets).
- A4** Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 0 à 20%, très rocheux, très dégradé.
- A5** Sol brun argileux à argilo-limoneux, calcaire, de pente supérieure à 20%, aménagé en terrasses (murets).
- A7** Sol brun argileux à argilo-limoneux, calcaire, de pente supérieure à 20% très rocheux, très dégradé.

Sol rouge récalcifié, argileux, sur calcaire tendre altéré (Série Mejdaya).

- M2r** Sol rouge récalcifié, argileux, de pente inférieure à 8%.

Association de sols gris-bruns, limono-argiles, très calcaire, profondeur variable, sur calcaires tendre, marno-calcaire et marnes. (Série Kfar Hazir et Kfar Yachit).

- B1** Sol de pente inférieure à 8%.
- B2** Sol de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses (talus).
- B3** Sol de pente 0 à 20%, peu rocheux à rocheux, dégradé.
- B6** Sol de pente supérieure à 20%, aménagé en terrasses (talus).
- B7** Sol de pente supérieure à 20%, rocheux, très dégradé.
- B8** Sol de versants abrupts, "Bad Lands".

Sol brun rouge, argileux ou argilo-limoneux, peu profond, sur encroûtement calcaire, de pente très faible (Série Khalidiyé).

- S4** Sol de pente inférieure à 8%.

Association de sols rouges méditerranéens, sur calcaire dur Ensemble M.

- M1** Sol rouge très argileux, verticale, de pente inférieure à 8% moyennement profond (Série Dédédé).
- M2** Sol rouge très argileux, verticale, de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses, moyennement profond (Série Dédédé).
- M3** Sol rouge très argileux, verticale, de pente inférieure à 20%, peu rocheux, aménagé par tâches.
- M4** Sol rouge très argileux, verticale, de pente inférieure à 20%, rocheux, caillouteux, non aménagé.
- M5** Sol rouge très argileux, verticale, de pente supérieure à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses étroites (murets).
- M7** Sol rouge très argileux, verticale, de pente supérieure à 20%, rocheux, non aménagé.
- M10** Sol brun rouge, argileux, verticale, de pente inférieure à 3%, moyennement profond.
- M10a** Sol brun rouge, argileux, verticale, de pente 3 à 20%, peu profond.

Association de sols rouges, argileux non ou peu calcaire, sur calcaire dur peu fissuré.

- S2** Sol de Pente 8 à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses (murets).
- S3** Sol de Pente 0 à 20%, rocheux, dégradé.
- S4** Sol de Pente 0 à 20%, très rocheux, très dégradé.
- S5** Sol de Pente supérieure à 20% aménagé en terrasses (murets).
- S7** Sol de Pente supérieure à 20%, très rocheux, très dégradé.

Sols des dépôts de vallées et de cuvettes.

- a** Dépôts de sols rouges, argileux, non ou peu calcaire.
- b** Dépôts de sols bruns ou gris, argileux ou argilo-limoneux, calcaires.
- Ex** Excavations

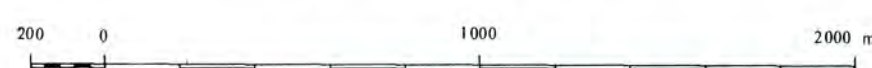
Fond et Impression de la Direction des Affaires Géographiques 1970

DOOMA 0-6

Echelle 10 m

REPUBLIQUE LIBANAISE
 INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
 CARTE DES RESSOURCES EN SOLS - LIBAN NORD

ECHELLE 1/20000

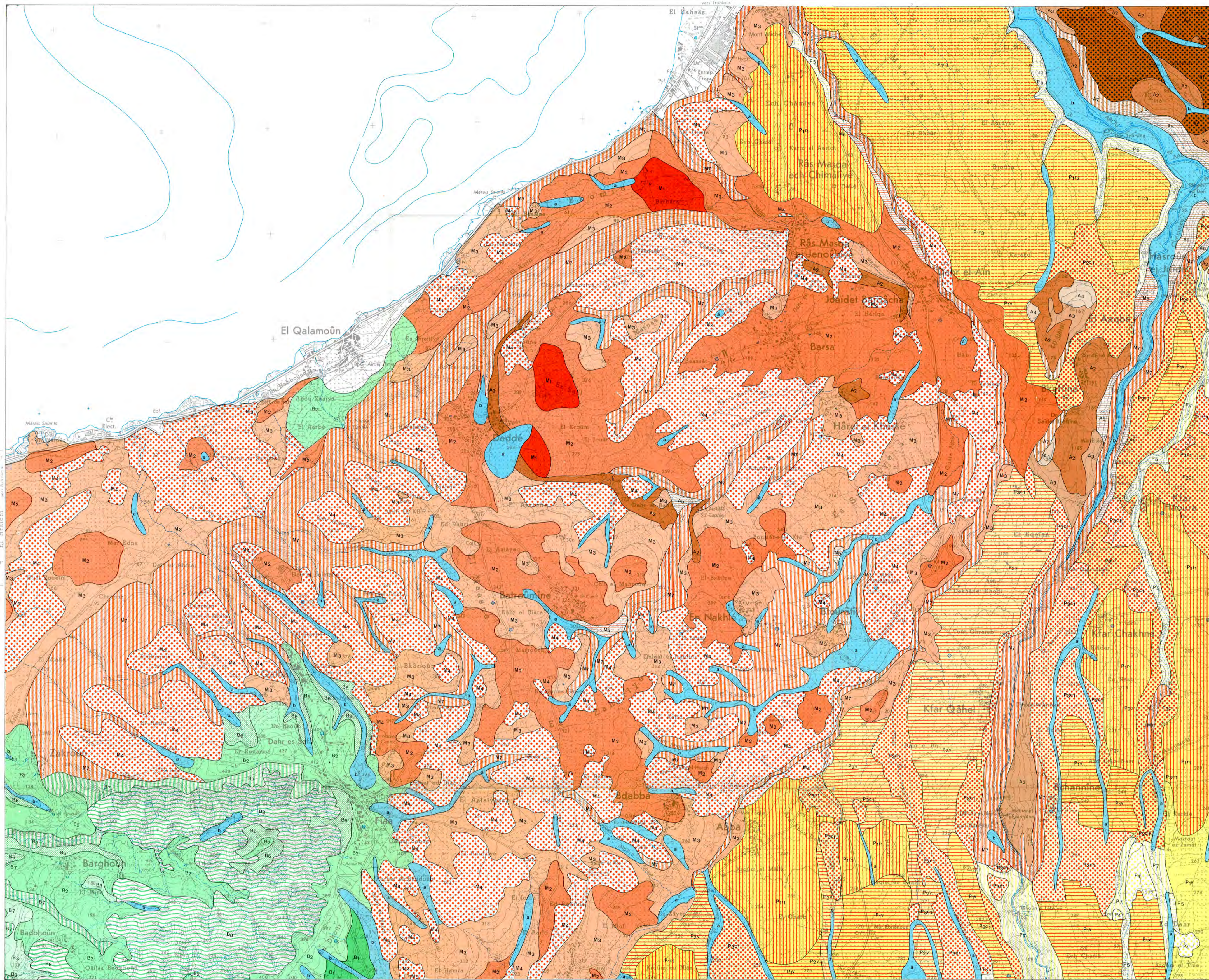


- Autoroute. Route d'excellente viabilité
- Route de très bonne viabilité
- Route ou chemin de bonne viabilité
- Chemin étroit de moyenne viabilité
- Sentier de piétons
- Clôtures
- Haies sans arbres, avec arbres
- Limites de cultures
- Chemins de fer à deux voies normales
- à une voie normale
- en construction
- abandonné
- Arbres : dispersés, en ligne, en bordure de route d'état
- de каза
- Limites de mohafazat

- Edifices religieux : chrétien, musulman, druze
- Noyau urbain. Bâtiments importants
- Murs. Murs en ruine. Ruines
- Cimetière : chrétien, musulman, druze
- plus de 6 m de large
- Cours d'eau permanents
- moins de 6 m de large
- Cours d'eau temporaire
- Source. Fontaine. Réservoir. Château d'eau
- Abreuvoir. Lavoir. Puits, Citerne
- Courbes de niveau : normale, intercalaire. Cuvette
- Rochers. Eboulis. Marnes friables
- Talus. Terrasses
- Levée de terre : avec haie, avec arbres
- Chêne. Pin d'Alep. Sapin. Peuplier
- Olivier. Pommier. Agrumes. Palmier
- Eucalyptus. Bananier. Canne à sucre. Vigne

TRABLOUS R-6

LEGENDE D'IDENTIFICATION



- Association de sols rouges méditerranéens et de vertisols sur formations quaternaires — Ensemble P.
- Sol de pente inférieure à 3% de profondeur supérieure à 50 cm. UNITE P1.
 - P11 Sol de vertisol rouge, moyennement profond à profond sur débris de poudingues. (Série Bsarma).
 - P12 Sol rouge méditerranéen, argileux profond, verticale en profondeur, sur débris de poudingue (Série Zgharta).
 - P13 Sol rouge méditerranéen, sablo-argileux à argileux, moyennement profond, verticale en profondeur, sur débris de poudingue (Série Kfar Aaqqa).
 - P14 Sol rouge méditerranéen, argileux profond, sur calcaire dur (Série Abou Samra).
 - P15 Sol rouge méditerranéen, sablo-argileux, verticale en profondeur, sur dépôt argileux très profond (Série Amioum).
 - P16 Sol rouge méditerranéen, argileux, moyennement profond, caillouteux, sur poudingues ou blocs calcaires (Série Bisbeel).
- Sol de pente 3 à 8% de profondeur supérieure à 50 cm. peu rocheux aménagé en larges terrasses. UNITE P2.
 - P21 Sol de la Série de Bsarma, moyennement profonde, peu caillouteux.
 - P22 Sol de la Série de Kfar Aaqqa, peu caillouteux.
 - P23 Sol de la Série de Bisbeel, peu rocheux.
 - P24 Sol rouge verticale, moyennement profond, caillouteux, sur argile hydromorphe et lits de galets (Série Rachaine).
- Sol de pente 3 à 20%, rocheux, peu aménagé. UNITE P3.
 - P31 Sol de la Série Bisbeel, peu profond, caillouteux.
 - P32 Sol de la Série Rachaine, peu profond, caillouteux.
 - P33 Sol rouge méditerranéen, de pente 3 à 20%, très rocheux, non aménagé.
 - P34 Sol rouge méditerranéen, de pente supérieure à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses.
 - P35 Sol rouge méditerranéen, de pente supérieure à 20%, très rocheux, non aménagé.
- Association de sols bruns argileux à argilo-limoneux, calcaires, peu à très peu profond, sur roche calcaire de dureté généralement moyenne (Série Aalma).
 - A2 Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses (murets).
 - A3 Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 0 à 20%, rocheux, dégradé, aménagé localement en terrasses (murets).
 - A4 Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 0 à 20%, très rocheux, très dégradé.
 - A5 Sol brun argileux à argilo-limoneux, calcaire, de pente supérieure à 20%, aménagé en terrasses (murets).
 - A7 Sol brun argileux à argilo-limoneux, calcaire, de pente supérieure à 20% très rocheux, très dégradé.
- Sol rouge récalcifié, argileux, sur calcaire tendre altéré (Série Mejdlaya).
 - M2 Sol rouge récalcifié, argileux, de pente inférieure à 8%.
- Association de sols gris-bruns, limono-argileux, très calcaire, profondeur variable, sur calcaires tendre, marno-calcaire et marnes. (Série Kfar Hazir et Kfar Yachit).
 - B1 Sol de pente inférieure à 8%.
 - B2 Sol de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses (talus).
 - B3 Sol de pente 0 à 20%, peu rocheux à rocheux, dégradé.
 - B6 Sol de pente supérieure à 20%, aménagé en terrasses (talus).
 - B7 Sol de pente supérieure à 20%, rocheux, très dégradé.
 - B8 Sol de versants abrupts, "Bad Lands".
- Sol brun rouge, argileux ou argilo-limoneux, peu profond, sur encroûtement calcaire, de pente très faible (Série Khaldié).
 - K2 Sol de pente inférieure à 8%.
- Association de sols rouges méditerranéens, sur calcaire dur Ensemble M.
 - M1 Sol rouge très argileux, verticale, de pente inférieure à 8% moyennement profond (Série Dédédé).
 - M2 Sol rouge très argileux, verticale, de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses, moyennement profond (Série Dédédé).
 - M3 Sol rouge très argileux, verticale, de pente inférieure à 20%, peu rocheux, aménagé par tâches.
 - M4 Sol rouge très argileux, verticale, de pente inférieure à 20%, rocheux, caillouteux, non aménagé.
 - M5 Sol rouge très argileux, verticale, de pente supérieure à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses étroites (murets).
 - M7 Sol rouge très argileux, verticale, de pente supérieure à 20%, rocheux, non aménagé.
 - M10 Sol brun rouge, argileux, verticale, de pente inférieure à 3%, moyennement profond.
 - M20 Sol brun rouge, argileux, verticale, de pente 3 à 20%, peu profond.
- Association de sols rouges, argileux non ou peu calcaire, sur calcaire dur peu fissuré.
 - S2 Sol de Pente 8 à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses (murets).
 - S3 Sol de Pente 0 à 20%, rocheux, dégradé.
 - S4 Sol de Pente 0 à 20%, très rocheux, très dégradé.
 - S5 Sol de Pente supérieure à 20% aménagé en terrasses (murets).
 - S7 Sol de Pente supérieure à 20%, très rocheux, très dégradé.
- Sols des dépôts de vallées et de cuvettes.
 - a Dépôts de sols rouges, argileux, non ou peu calcaire.
 - b Dépôts de sols bruns ou gris, argileux ou argilo-limoneux, calcaires.
 - Ex Excavations

ENFE O-5

ZGHARTA O-7

Fond et Impression de la Direction des Affaires Géographiques 1976

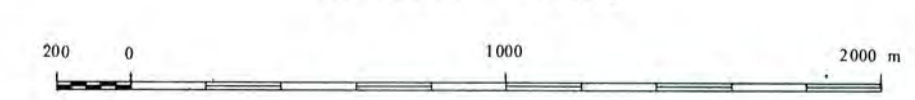
AMOÛN P-6

Echelle 10 m

- Autoroute. Route d'excellente viabilité
- Route de très bonne viabilité
- Route ou chemin de bonne viabilité
- Chemin étroit de moyenne viabilité
- Sentier de piétons
- Clôtures
- Bâis sans arbres, avec arbres
- Limites de cultures
- Chemins de fer à deux voies normales
- à une voie normale
- en construction
- abandonné
- Arbres : dispersés, en ligne, en bordure de route
- d'état
- Limites de caza
- de mohafazat

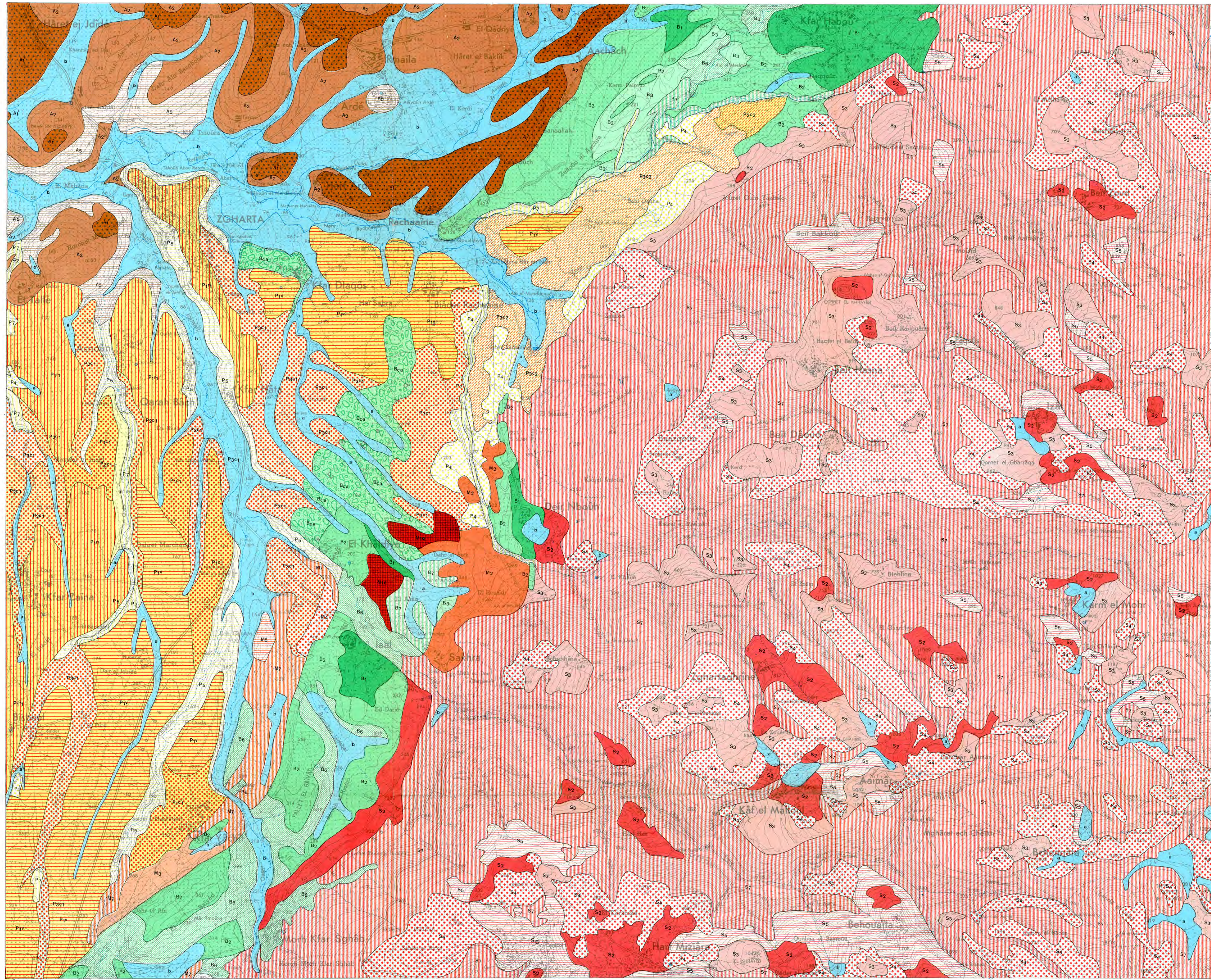
REPUBLIQUE LIBANAISE
 INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
 CARTE DES RESSOURCES EN SOLS - LIBAN NORD

ECHELLE 1/20 000



- Édifices religieux : chrétien, musulman, druze
- Noyau urbain. Bâtiments importants
- Murs. Murs en ruine. Ruines
- Cimetière : chrétien, musulman, druze
- plus de 6 m de large
- Cours d'eau permanents
- moins de 6 m de large
- Cours d'eau temporaire
- Source. Fontaine. Réservoir. Château d'eau
- Abreuvoir. Lavoir. Puits. Citerne
- Courbes de niveau : normale, intercalaire. Cuvette
- Rochers. Eboulis. Marnes friables
- Talus. Terrasses
- Levée de terre : avec haie, avec arbres
- Cèdre. Pin d'Alep. Sapin. Peuplier
- Olivier. Pommier. Agrumes. Palmier
- Eucalyptus. Bananier. Canne à sucre. Vigne

EL MINIE R:7



EHDEN P:7

Fond et Impression de la Direction des Affaires Géographiques 1970

Echelle 10 m

Autoroute. Route d'excellente viabilité	Chemins de fer à deux voies normales	à une voie normale
Route de très bonne viabilité	en construction	abandonné
Route ou chemin de bonne viabilité	Arbres : dispersés, en ligne, en bordure de route	d'état
Chemin étroit de moyenne viabilité	de caza	de mohafazat
Sentier de pîtons		
Clôtures		
Haies sans arbres, avec arbres		
Limites de cultures		

REPUBLIQUE LIBANAISE
 INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
 CARTE DES RESSOURCES EN SOLS - LIBAN NORD

ECHELLE 1/20000



Edifices religieux : chrétien, musulman, druze	Courbes de niveau : normale, intercalaire, Cuvette
Noyau urbain. Bâtiments importants	Rochers. Eboulis. Marnes friables
Murs. Murs en ruine. Ruines	Talus. Terrasses
Cimetière : chrétien, musulman, druze	Levée de terre : avec haie, avec arbres
plus de 6 m de large	Cèdre. Pin d'Alep. Sapin. Peuplier
Cours d'eau permanents	Olivier. Pommier. Agrumes. Palmier
moins de 6 m de large	Source. Fontaine. Réservoir. Château d'eau
Cours d'eau temporaires	Abreuvoir. Lavoir. Puits. Citerne
Abreuvoir. Lavoir. Puits. Citerne	Eucalyptus. Bananier. Canne à sucre. Vigne

LEGENDE D'IDENTIFICATION

Association de sols rouges méditerranéens et de vertisols sur formations quaternaires — Ensemble P.

Sol de pente inférieure à 3% de profondeur supérieure à 50 cm. UNITE P1.

- Sol de vertisol rouge, moyennement profond à profond sur débris de poudingues. (Série Bsarma).
- Sol rouge méditerranéen, argileux profond, vertique en profondeur, sur débris de poudingue (Série Zgharta).
- Sol rouge méditerranéen, sablo-argileux à argileux, moyennement profond, vertique en profondeur, sur débris de poudingue (Série Kfar Aaqqa).
- Sol rouge méditerranéen, argileux profond, sur calcaire dur (Série Abou Samra).
- Sol rouge méditerranéen, sablo-argileux, vertique en profondeur, sur dépôt argileux très profond (Série Amioun).
- Sol rouge méditerranéen, argileux, moyennement profond, caillouteux, sur poudingues ou blocs calcaires (Série Bisbeel).

Sol de pente 3 à 8% de profondeur supérieure à 50 cm, peu rocheux aménagé en larges terrasses. UNITE P2.

- Sol de la Série de Bsarma, moyennement profonde, peu caillouteux.
- Sol de la Série de Kfar Aaqqa, peu caillouteux.
- Sol de la Série de Bisbeel, peu rocheux.
- Sol rouge vertique, moyennement profond, caillouteux, sur argile hydromorphe et lits de galets (Série Rachaine).

Sol de pente 3 à 20%, rocheux, peu aménagé. UNITE P3.

- Sol de la Série Bisbeel, peu profond, caillouteux.
- Sol de la Série Rachaine, peu profond, caillouteux.
- Sol rouge méditerranéen, de pente 3 à 20%, très rocheux, non aménagé.
- Sol rouge méditerranéen, de pente supérieure à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses.
- Sol rouge méditerranéen, de pente supérieure à 20%, très rocheux, non aménagé.

Association de sols bruns argileux à argilo-limoneux, calcaires, peu à très peu profond, sur roche calcaire de dureté généralement moyenne (Série Aalma).

- Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses (murets).
- Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 0 à 20%, rocheux, dégradé, aménagé localement en terrasses (murets).
- Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 0 à 20%, très rocheux, très dégradé.
- Sol brun argileux à argilo-limoneux, calcaire, de pente supérieure à 20%, aménagé en terrasses (murets).
- Sol brun argileux à argilo-limoneux, calcaire, de pente supérieure à 20% très rocheux, très dégradé.

Sol rouge récalcifié, argileux, sur calcaire tendre altéré (Série Mejdlaya).

- Sol rouge récalcifié, argileux, de pente inférieure à 8%.

Association de sols gris-bruns, limono-argileux, très calcaire, profondeur variable, sur calcaires tendre, marno-calcaire et marnes. (Série Kfar Hazir et Kfar Yachtit).

- Sol de pente inférieure à 8%.
- Sol de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses (talus).
- Sol de pente 0 à 20%, peu rocheux à rocheux, dégradé.
- Sol de pente supérieure à 20%, aménagé en terrasses (talus).
- Sol de pente supérieure à 20%, rocheux, très dégradé.
- Sol de versants abrupts, "Bad Lands"

Sol brun rouge, argileux ou argilo-limoneux, peu profond, sur encroûtement calcaire, de pente très faible (Série Khalediyé).

- Sol de pente inférieure à 8%.

Association de sols rouges méditerranéens, sur calcaire dur Ensemble M.

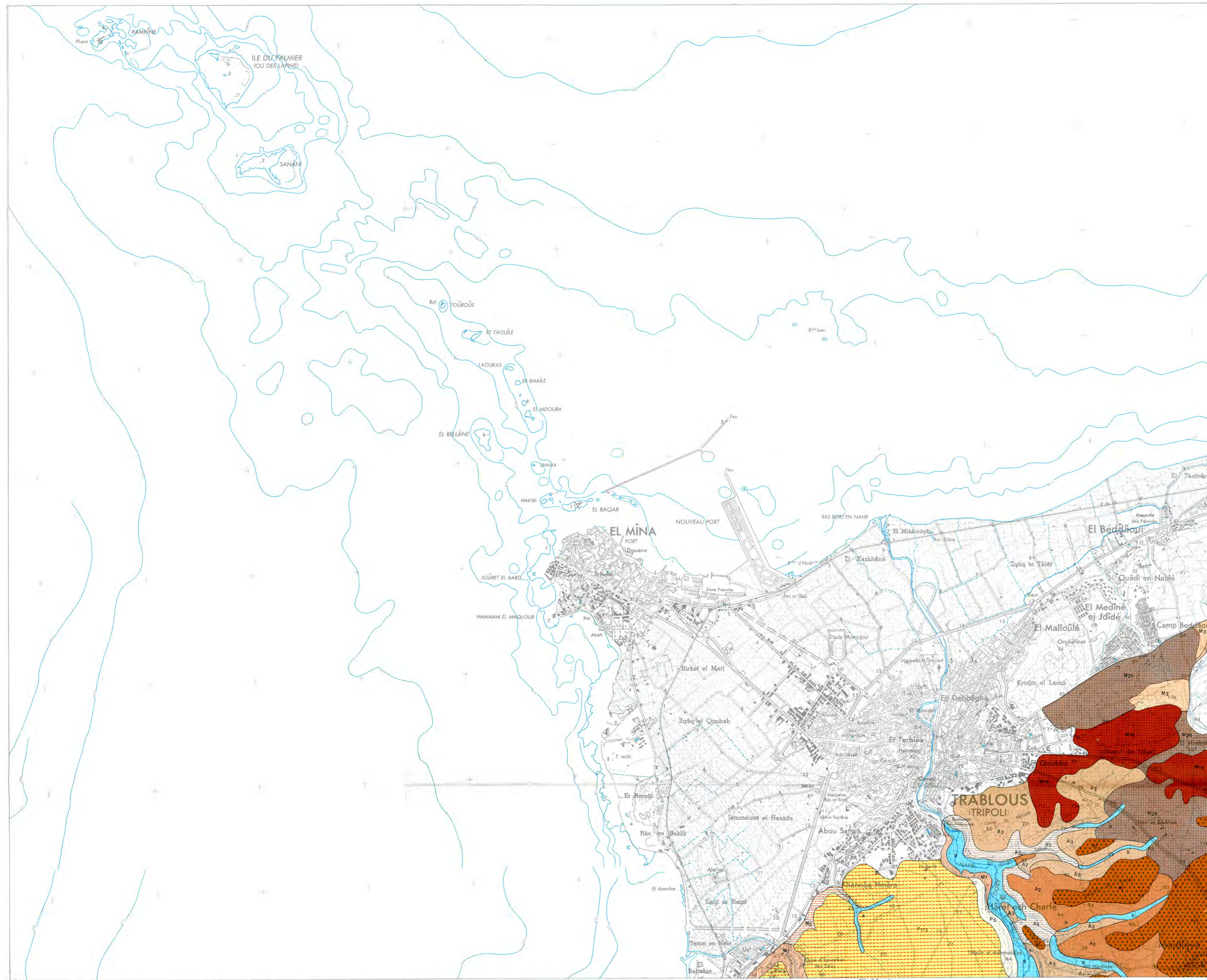
- Sol rouge très argileux, vertique, de pente inférieure à 8% moyennement profond (Série Dédédé).
- Sol rouge très argileux, vertique, de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses, moyennement profond (Série Dédédé).
- Sol rouge très argileux, vertique, de pente inférieure à 20%, peu rocheux, aménagé par tâches.
- Sol rouge très argileux, vertique, de pente inférieure à 20% rocheux, caillouteux, non aménagé.
- Sol rouge très argileux, vertique, de pente supérieure à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses étroites (murets).
- Sol rouge très argileux, vertique, de pente supérieure à 20%, rocheux, non aménagé.
- Sol brun rouge, argileux, vertique, de pente inférieure à 3%, moyennement profond.
- Sol brun rouge, argileux, vertique, de pente 3 à 20%, peu profond.

Association de sols rouges, argileux non ou peu calcaire, sur calcaire dur peu fissuré.

- Sol de Pente 8 à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses (murets).
- Sol de Pente 0 à 20%, rocheux, dégradé.
- Sol de Pente 0 à 20%, très rocheux, très dégradé.
- Sol de Pente supérieure à 20% aménagé en terrasses (murets).
- Sol de Pente supérieure à 20%, très rocheux, très dégradé.

Sols des dépôts de vallées et de cuvettes.

- Dépôts de sols rouges, argileux, non ou peu calcaire.
- Dépôts de sols bruns ou gris, argileux ou argilo-limoneux, calcaires.
- Excavations



Association de sols rouges méditerranéens et de vertisols sur formations quaternaires — Ensemble P.

Sol de pente inférieure à 3% de profondeur supérieure à 50 cm. UNITE P1.

- Sol de vertisol rouge, moyennement profond à profond sur débris de poudingues. (Série Bsarma).
- Sol rouge méditerranéen, argileux profond, verticale en profondeur, sur débris de poudingue (Série Zgharta).
- Sol rouge méditerranéen, sablo-argileux à argileux, moyennement profond, verticale en profondeur, sur débris de poudingue (Série Kfar Aaqqa).
- Sol rouge méditerranéen, argileux profond, sur calcaire dur (Série Abou Samra).
- Sol rouge méditerranéen, sablo-argileux, verticale en profondeur, sur dépôt argileux très profond (Série Amioun).
- Sol rouge méditerranéen, argileux, moyennement profond, caillouteux, sur poudingues ou blocs calcaires (Série Bisbeel).

Sol de pente 3 à 8% de profondeur supérieure à 50 cm. peu rocheux aménagé en larges terrasses. UNITE P2.

- Sol de la Série de Bsarma, moyennement profonde, peu caillouteux.
- Sol de la Série de Kfar Aaqqa, peu caillouteux.
- Sol de la Série de Bisbeel, peu rocheux.
- Sol rouge verticale, moyennement profond, caillouteux, sur argile hydromorphe et lits de galets (Série Rachaine).

Sol de pente 3 à 20%, rocheux, peu aménagé. UNITE P3.

- Sol de la Série Bisbeel, peu profond, caillouteux.
- Sol de la Série Rachaine, peu profond, caillouteux.
- Sol rouge méditerranéen, de pente 3 à 20%, très rocheux, non aménagé.
- Sol rouge méditerranéen, de pente supérieure à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses.
- Sol rouge méditerranéen, de pente supérieure à 20%, très rocheux, non aménagé.

Association de sols bruns argileux à argilo-limoneux, calcaires, peu à très peu profond, sur roche calcaire de dureté généralement moyenne (Série Aalma).

- Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses (murets).
- Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 0 à 20%, rocheux, dégradé, aménagé localement en terrasses (murets).
- Sol brun argileux à argilo-limoneux, de pente 0 à 20%, très rocheux, très dégradé.
- Sol brun argileux à argilo-limoneux, calcaire, de pente supérieure à 20%, aménagé en terrasses (murets).
- Sol brun argileux à argilo-limoneux, calcaire, de pente supérieure à 20% très rocheux, très dégradé.

Sol rouge récalcifié, argileux, sur calcaire tendre altéré (Série Mejdlaya).

- Sol rouge récalcifié, argileux, de pente inférieure à 8%.

Association de sols gris-bruns, limono-argileux, très calcaire, profondeur variable, sur calcaires tendre, marno-calcaire et marnes. (Série Kfar Hazir et Kfar Yachit).

- Sol de pente inférieure à 8%.
- Sol de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses (talus).
- Sol de pente 0 à 20%, peu rocheux à rocheux, dégradé.
- Sol de pente supérieure à 20%, aménagé en terrasses (talus).
- Sol de pente supérieure à 20%, rocheux, très dégradé.
- Sol de versants abrupts, "Bad Lands".

Sol brun rouge, argileux ou argilo-limoneux, peu profond, sur encroûtement calcaire, de pente très faible (Série Khaldiyé).

- Sol de pente inférieure à 8%.

Association de sols rouges méditerranéens, sur calcaire dur Ensemble M.

- Sol rouge très argileux, verticale, de pente inférieure à 8% moyennement profond (Série Dédédé).
- Sol rouge très argileux, verticale, de pente 8 à 20%, aménagé en terrasses, moyennement profond (Série Dédédé).
- Sol rouge très argileux, verticale, de pente inférieure à 20%, peu rocheux, aménagé par tâches.
- Sol rouge très argileux, verticale, de pente inférieure à 20%, rocheux, caillouteux, non aménagé.
- Sol rouge très argileux, verticale, de pente supérieure à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses étroites (murets).
- Sol rouge très argileux, verticale, de pente supérieure à 20%, rocheux, non aménagé.
- Sol brun rouge, argileux, verticale, de pente inférieure à 3%, moyennement profond.
- Sol brun rouge, argileux, verticale, de pente 3 à 20%, peu profond.

Association de sols rouges, argileux non ou peu calcaire, sur calcaire dur peu fissuré.

- Sol de Pente 8 à 20%, peu rocheux, aménagé en terrasses (murets).
- Sol de Pente 0 à 20%, rocheux, dégradé.
- Sol de Pente 0 à 20%, très rocheux, très dégradé.
- Sol de Pente supérieure à 20% aménagé en terrasses (murets).
- Sol de Pente supérieure à 20%, très rocheux, très dégradé.

Sols des dépôts de vallées et de cuvettes.

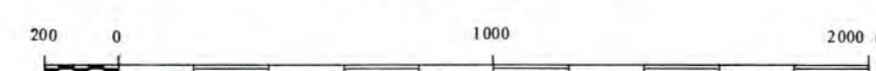
- Dépôts de sols rouges, argileux, non ou peu calcaire.
- Dépôts de sols bruns ou gris, argileux ou argilo-limoneux, calcaires.
- Excavations

Fond et Impression de la Direction des Affaires Géographiques 1970

Echelle 1:20 000

REPUBLIQUE LIBANAISE
INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
CARTE DES RESSOURCES EN SOLS - LIBAN NORD

ECHELLE 1/20000



- | | |
|---|---|
| Autoroute. Route d'excellente viabilité | Chemins de fer à deux voies normales |
| Route de très bonne viabilité | à une voie normale |
| Route ou chemin de bonne viabilité | en construction |
| Chemin étroit de moyenne viabilité | abandonné |
| Sentier de piétons | Arbres : dispersés, en ligne, en bordure de route |
| Cultures | d'état |
| Haies sans arbres, avec arbres | Limites de caza |
| Limites de cultures | de mohafazat |

- | | |
|--|--|
| Edifices religieux : chrétien, musulman, druze | Courbes de niveau : normale, intercalaire, Cuvette |
| Noyau urbain. Bâtiments importants | Rochers. Eboulis. Marnes friables |
| Murs. Murs en ruine. Ruines | Talus. Terrasses |
| Cimetière : chrétien, musulman, druze | Levée de terre : avec haie, avec arbres |
| plus de 6 m de large | Cèdre. Pin d'Alep. Sapin. Peuplier |
| Cours d'eau permanents | moins de 6 m de large |
| Cours d'eau temporaire | Source, Fontaine, Reservoir, Château d'eau |
| Abreuvoir. Lavoir. Puits. Citerne | Eucalyptus. Bananier. Canne à sucre. Vigne |