

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

INVENTAIRE DES RESSOURCES EN SOLS

RÉGION CHTAURA - AMMIQ

DECEMBRE 1970

INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES AU LIBAN

I.R.A.L.

INVENTAIRE DES RESSOURCES EN SOLS

ZONE CHTAURA – AMMIK

Rapport préparé pour
l'Office National du Litani
par la
Section des sols de l'I.R.A.L.

Décembre 1970

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Pages
RESUME ET CONCLUSION	7
I — LE MILIEU	10
Climat	10
Géomorphologie	10
Hydrographie	10
Géologie	12
II — TECHNIQUE DE CARTOGRAPHIE	14
Généralités	14
Signification des symboles et de la terminologie utilisés	14
Interprétation de la cartographie en vue de l'irrigation	16
III — LES SOLS	19
1 — Généralités	19
Pédogénèse	19
Engorgement par l'eau	19
Utilisation actuelle	19
2 — Présentations des Unités cartographiées	20
Unités en Piedmont	20
Unités sur calcaires durs	20
Unités sur calcaires tendres	20

	Pages
Unités des Glacis d'accumulation	20
Glacis de Qabb Elias	21
Glacis de Chtaura	22
Unités D'Interglacis	22
Unités des terrasses inférieures	23
Unités Des alluvions du Litani et de ses affluents	24
Etude comparatives des unités cartographiées	25
3 — Description des différentes séries	27
1 — Série Qabb Elias	27
Série El Kroum.	33
Série Ennaasat	36
Série Maksé	40
Série Tanayel	45
Série Haouch Siyadi	48
Série Haouch Dibs	52
Série En Nasriyé	57
Série Tel AKhdar	61
IV — PROPRIETES HYDRIQUES ET HYDRODYNAMIQUES	67
1 — Le Domaine d'Eau Utile	67
L'Eau Utile poudérale	67
La Porosité	72
Réserve Utile	76
La Vitesse d'Infiltration	82
Remarques préliminaires	82
Les Résultats	82
Conséquences pratiques	84
Représentation cartographique	84

INTRODUCTION

D'une superficie totale de 5000 ha. environ, le secteur cartographié est situé dans la Békaa Sud, entre Chtaura et Ammiq; il est limité au Nord par la route de Damas-Beyrouth, au Sud par le Nahr Riachi, à l'Est par le Litani et à l'Ouest par la route de Chtaura-Ammiq.

Ce travail fait suite à celui qui a été entrepris plus au Sud dans la région Ghazzé-Joubjannine (1); ces deux opérations ont été conçues, autant que possible, dans le même esprit de façon à sauvegarder une certaine homogénéité dans la présentation des documents cartographiques.

L'étude que nous avons à faire (2) devait permettre l'élaboration d'une carte des ressources en sols à l'échelle du 1/20.000 (selon les normes du «Bureau of réclamation») et d'une carte, à la même échelle, des propriétés Hydrodynamiques. Les travaux ont été dirigés par Kh. Khazzaka (pédologue à l'IRAL), la partie hydrodynamique a été réalisée avec la collaboration de Mr. Willaime (pédologue ORSTOM), la préparation des documents cartographiques a été faite par S. Sfeir, ingénieur en Photogrammétrie.

(1) : Enquête pédologique et programmes d'irrigation connexes. LIBAN. Rapport final, Volume II, Pédologie.

(2) : Travail accompli sur la demande de l'office Nationale du Litani.

RESUME ET CONCLUSION

Les sols de la zone étudiée, (5000 Ha environ), se trouvent sur des dépôts quaternaires, dans une topographie de plaine à pente très faible; ils se répartissent en deux grands ensembles:

- Les sols moyennement légers des piedmonts et des glacis d'accumulation.
- Les sols lourds ou très lourds des terrasses inférieures et des alluvions du Litani.

La quasi totalité de ces sols est irrigable, 243,5 Ha seulement sont mis en classe 6); toutefois la classe 2 englobe plus de 73% des sols de cette région. Ceci est dû à plusieurs raisons:

- a) Pour les sols moyennement légers des piémonts et glacis (unités C,B,G1,G2,M) c'est la profondeur du sol et/ou la présence d'une nappe d'eau qui limitent leur potentialité; leur profondeur est limitée par des horizons durs (roches, cailloux, grande compacité), ou par la présence d'une nappe d'eau à faible profondeur.
- b) Dans le cas des sols des terrasses inférieures, (unités J) c'est la texture très argileuse et l'hydromorphie interne qui les ont mis dans la classe 2.
- c) Dans le cas des sols des alluvions du Litani, (unités H) à texture variable, c'est l'hydromorphie, la présence d'une nappe à faible profondeur, les teneurs très élevées en calcaires, et la texture très argileuse qui limitent leur potentialité.

La répartition des sols de ce secteur dans les différentes classes d'irrigabilité est ainsi la suivante:

Classe I	532.0 ha
= II	4001.5 ha
= III	448.0 ha
= VI	243.5 ha (non irrigables).

L'étude des propriétés hydriques et des caractéristiques hydrodynamiques laisse également apparaître une certaine disparité entre les sols évoluant sur les glacis (Ensembles G et M), sur les basses terrasses (Ensemble J) et sur les alluvions actuelles (Ensembles H).

Les sols G à texture sablo-argileuse présentent les capacités de rétention les plus faibles. La réserve utile des 50 premiers cm (RU1) oscille entre 55 mm et 65 mm; celle du

premier mètre (RU2) reste généralement comprise entre 100 et 140 mm, exception faite des unités où les niveaux graveleux sont subaffleurants (unités G1.1 et G21). Les sols M à texture argilo-sableuse ont un stock d'eau utile en moyenne légèrement supérieure.

Dans l'ensemble J un distinguo s'impose entre l'unité J1v qui regroupe des sols à affinités vertiques très prononcées et les autres sols également argileux mais non vertiques. Dans ces derniers RU 1 et 2 oscillent respectivement entre 65 et 70 mm puis entre 110 et 150 mm; ces réserves n'atteignent que 55 et 90 mm dans l'unité J1v, la capacité d'emmagasinement étant ici limitée par la conjonction d'une compacité marquée et d'une teneur en argile gonflante assez élevée.

Enfin dans l'Ensemble H il est là aussi nécessaire de bien séparer les sols qui évoluent totalement ou partiellement sur des niveaux limono-calcaires à pouvoir de rétention très élevé (eau utile volumique voisine de 25%) des sols développés sur matériaux argileux riches en argile gonflante, où l'eau utile volumique, proche de 15% dans les horizons travaillés, n'excède pas 9% dans les horizons non perturbés. Une grande partie des sols H étant complexe il est difficile d'accorder aux valeurs moyennes de RU la même signification que pour les autres types de sols; RU1 peut osciller entre 45 et 70 mm, RU2 entre 80 et plus de 200mm.

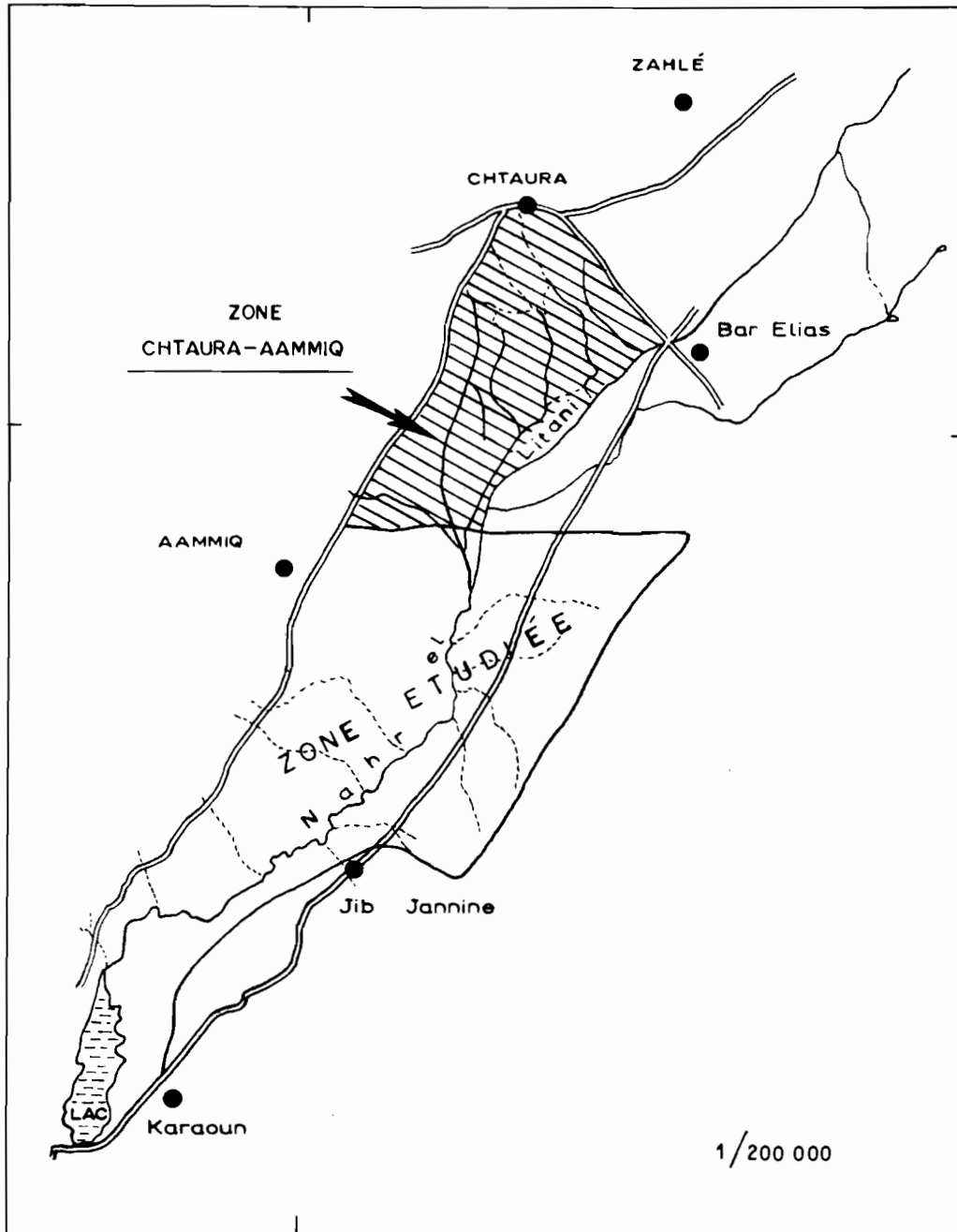
La vitesse d'infiltration en surface est toujours suffisante. A 40-50 cm elle ne s'avère vraiment faible que dans les sols très argileux rattachés en particulier à l'unité J1v. Généralement lente dans les sols J et dans certains sols H elle est toujours correcte dans les sols développés sur glacis (unités G et M).

L'ensemble de ces sols ne présente donc sur le plan physicochimique aucune propriété intrinsèque redhibitoire leur interdisant de supporter des cultures irriguées intensives. Toutefois la compacité et les fortes teneurs en argile de certains sols des Ensembles J (en particulier J1 ca et J1 v) et H (H2 et H2/L) rendent difficiles et certainement aléatoires leur valorisation par des espèces perennes à enracinement profond, même dans le cas où les facteurs limitants actuels d'origine externe n'interviendraient pas.

En ce moment en effet les limitations à une exploitation rationnelle et intensive de ce secteur sont liées principalement d'une part à la présence d'une nappe sub-affleurante dans les parties moyennes et aval des glacis et d'autre part à l'inondation périodique et à la lenteur de ressuyage des sols répartis sur les basses terrasses et dans la poche alluviale qui borde la dépression du Ghab.

Pour pallier à ces inconvénients dus à un mauvais drainage externe généralisé il faudrait tout d'abord aménager le collecteur principal, le Litani, et ensuite mettre en place un dispositif de drainage efficace qui pourrait s'inspirer des propositions que nous avons formulées dans le chapitre IV de ce présent rapport. Enfin pour que certains sols lourds puissent pleinement exprimer leurs potentialités il faudrait en outre procéder périodiquement à des labours profonds et dans les parties les plus basses à des reprofilages de parcelles en larges ados.

BEKAA SUD _ CHTAURA - AAMMIQ
CROQUIS DE SITUATION DE LA ZONE CARTOGRAPHIÉE



I — LE MILIEU

1 — Climat

C'est un climat méditerranéen du type continental caractérisé par deux saisons bien tranchées:

- une saison froide et humide, de Novembre à Mars, recevant environ 90% des précipitations annuelles avec une moyenne de températures de 9° C.
- une saison sèche et chaude (Juin à Septembre, les mois restants assurant la transition) ne recevant que 0.4% des précipitations annuelles et où la moyenne des températures est de 22.7° C.

C'est pourquoi, malgré une pluviométrie annuelle de 620 mm environ, la période végétative dans la Békaa est sèche, nécessitant ainsi une irrigation continue des cultures.

2 — Géomorphologie

Cette partie de la plaine est formée exclusivement par des dépôts quaternaires. Trois niveaux ont été mis en évidence:

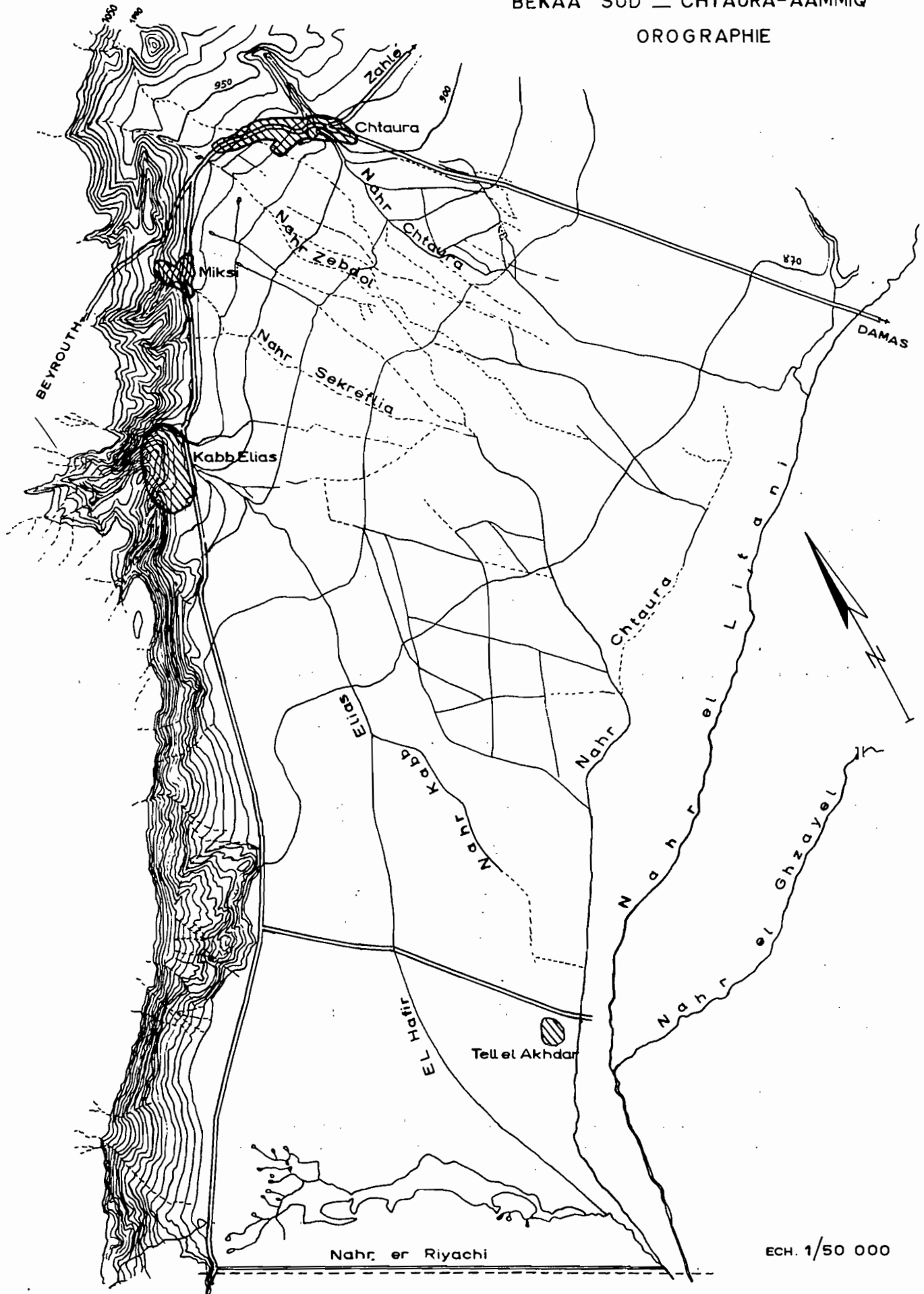
- Des glacis d'accumulation (Qabb Elias et Chtaura) séparés par une légère dépression d'Interglacis. Le glacis de Qabb Elias est formé aux dépens de colluvions issus de formations à dominante gréseuse; celui de Chtaura résulte de l'accumulation de matériaux provenant de l'altération de calcaires moyennement durs.
- Une terrasse «inférieure» dominant de niveau du Litani et correspondant à la terrasse «D'Elkhiara» située à l'Est de cette zone.
- La dépression actuelle du Litani.

Les glacis d'accumulation sont liés à la terrasse inférieure par une surface assez bien visible par endroits, tandis que la jonction de la terrasse inférieure avec la dépression du Litani se fait très progressivement à tel point qu'il est presque impossible de la déceler.

3 — Hydrographie

Deux rivières principales drainent cette zone; le Litani, la plus importante, la traverse sur toute sa longueur du Nord vers le Sud; le Riachi, beaucoup plus réduit, la borde à son

BEKAA SUD — CHTAURA-AAMMIQ
OROGRAPHE



ECH. 1/50 000

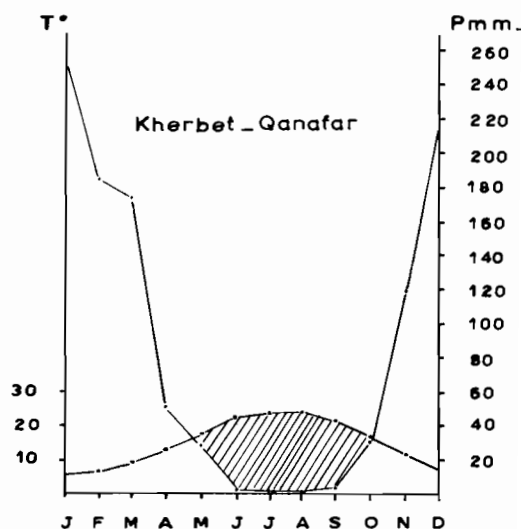
extrémité Sud et coule de l'Ouest vers l'Est. Ces deux rivières se caractérisent par une pente longitudinale très faible.

Plusieurs autres cours d'eau existent mais ne sont fonctionnels que temporairement, durant les périodes de fortes pluies hivernales.

DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE

— Précipitations — moyennes mensuelles, en mm :

	Mansoura
Janvier	165
Février	123
Mars	90
Avril	34
Mai	11
Juin	0,5
Juillet	0,5
Août	0,5
Septembre	0,5
Octobre	14
Novembre	67
Décembre	114



— Températures — maximum moyen (Tx), minimum moyen (Tn), moyenne (Tm), en ° C:

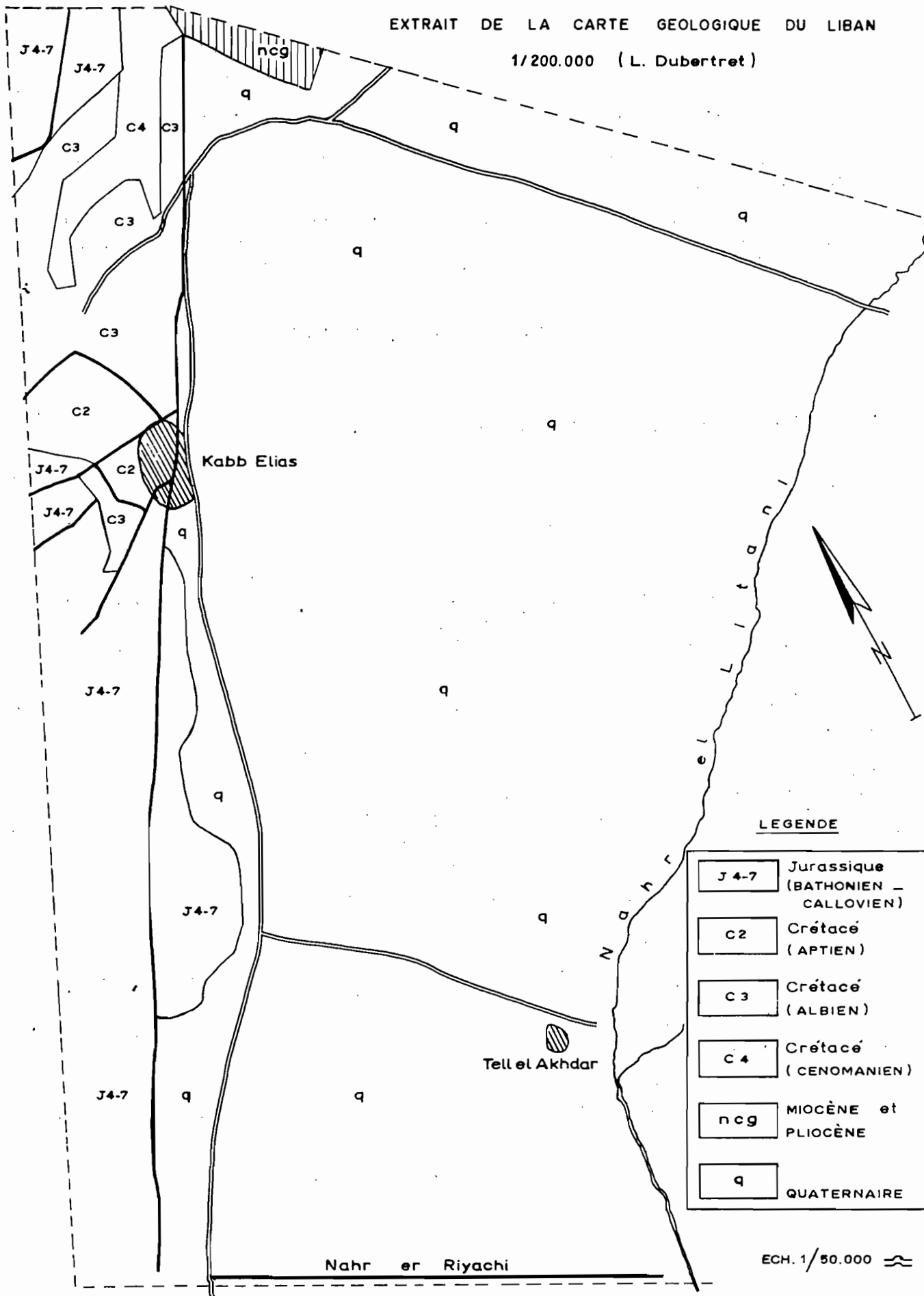
	Ammiq		
	Tx	Tn	Tm
Janvier	10,6	2,1	6,4
Février	12,3	3,4	7,6
Mars	17,1	5,5	10,7
Avril	20,6	6,9	13,7
Mai	25,4	9,3	17,3
Juin	30,6	12,3	22,2
Juillet	32,4	14,1	23,6
Août	34,0	14,5	24,1
Septembre	30,7	11,7	21,0
Octobre	27,2	11,7	18,2
Novembre	21,7	4,7	12,4
Décembre	14,2	3,7	7,9

4 — Géologie

L'ensemble de la zone étudiée se trouve dans des dépôts quaternaires dont les caractéristiques sont fortement influencés par la nature pétrographique des diverses forma-

BEKAA SUD — CHTAURA-AAMMIQ
 EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DU LIBAN

1/200.000 (L. Dubertret)



tions géologiques qui les dominent: calcaires durs du Jurassique au Sud de Qabb Elias, formations gréseuses et calcaro-marneuses du Crétacé entre Qabb Elias et la route de Chtaure, calcaires durs du Cénomanién et Poudingues du Miocène à la limite Nord-Ouest de la zone. (Voir croquis schématique).

C'est ainsi qu'on rencontrera aux pieds du Jurassique des matériaux rouges décalcarifiés et argileux, en aval du Crétacé inférieur des matériaux plus ou moins sablonneux parfois très calcaires, enfin, sur le glacis de Chtaura, des matériaux caillouteux.

II — TECHNIQUE DE CARTOGRAPHIE

1 — Généralités:

Les documents disponibles lors du commencement de ce travail étaient:

- une carte topographique au 1/20.000
- une carte géologique au 1/200.000
- des photos aériennes au 1/20.000

Les photographies aériennes ont été utilisées principalement comme fond de plan pour les travaux de terrain; la photo-interprétation s'est en effet avérée délicate dans cette zone de plaine, seule une densité de profils pédologiques suffisante (210 profils décrits et prélevés, plusieurs tranchées et coupes naturelles observées) nous a permis de bien caractériser et de délimiter les différents types de sols.

Comme cette zone fait suite immédiatement à la partie cartographiée plus au Sud, nous avons essayé d'exécuter le travail dans le même esprit pour avoir un document homogène de toute la Békaa Sud. Ainsi l'unité de sol a été prise comme unité de cartographie, le sol étant classé au niveau de la série suivant ses caractéristiques morphologiques. Des phases de profondeur ont été distinguées. Les caractéristiques sont notées suivant la nomenclature du «Soil Survey Manual». L'unité de sol a été remplacée dans une unité géomorphologique pouvant expliquer son origine et partiellement son évolution.

2 — Signification des symboles et de la terminologie utilisés:

Des lettres majuscules indiquent des grandes unités géomorphologiques: C et B pour les piémonts, G et M pour les glacis d'accumulation et interglacis, J pour les terrasses inférieures et H pour les alluvions du Litani et de ses affluents.

Le premier chiffre arabe qui suit ces lettres majuscules correspond, pour chaque unité géomorphologique, à des situations topographiques différentes.

Le deuxième chiffre arabe indique la série ou la phase rencontrée dans ces situations. Parfois, une lettre minuscule remplace ce deuxième chiffre arabe pour indiquer les phases de texture ou de teneur en calcaire. Exemple:

G1.2: G1. indique le glacis (G) de Qabb Elias (1.), et G1.2 indique la série moyennement profonde se trouvant sur ce glacis.

J1.ca: J1. indique la terrasse inférieure (J) d'Elkhiara (1.), et J1.ca indique la phase calcaire des sols situés sur cette terrasse.

D'autre part, la terminologie et la classification des facteurs observés au cours de la cartographie sont repris, pour la plupart, du «Soil Survey Manual», les termes utilisés sont expliqués ci-dessous:

Texture : La classification texturale américaine (USDA) a été adoptée, les termes «Silt» et «Loam» ont été traduits par «Limon».

Pente	:	très faible	0 — 2 %
		faible	3 — 8 %
		moyenne	8 — 20 %
		forte	20 — 30 %
		très forte	plus de 30 %

Cailloux et graviers en surface:

graviers	:	2mm — 7.5 cm.
cailloux	:	7.5cm — 25 cm.

Les classes indiquent le pourcentage de recouvrement de la surface par les éléments:

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 %

Roches et Pierres:

Pierres : éléments libres d'une dimension supérieure à 25 cm.
Roches : affleurement du substrat dur.

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 %

Profondeur du sol: est indiquée jusqu'au substrat ou nappe d'eau.

très peu profond	0 — 20 cm
peu profond	20 — 50 cm
moy. profond	50 — 100 cm
profond	100 — 150 cm
très profond	plus de 150 cm

3 — Interprétation de la cartographie en vue de l'irrigation

L'interprétation de la cartographie 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 en vue de l'irrigation de la parcelle. Ce système s'inspire de celui utilisé par L'U.S. «**Bureau of Reclamation.**»

Les critères pris en considération sont:

- la texture du point de vue de son influence sur la perméabilité du sol.
- la profondeur minimum du sol jusqu'au substrat ou jusqu'à tout horizon modifiant défavorablement le développement des racines;
- la topographie, considérant d'une part la pente et d'autre part la régularisation du relief;
- les aménagements estimés nécessaires pour amener le terrain aux conditions favorables à leur exploitation sous irrigation.

Les normes de cette classification sont présentés d'une façon schématique dans le tableau de la page suivante:

Les terrains convenant à l'irrigation ont donc été groupés en trois classes:

— la classe 1 groupe les sols très favorables à l'irrigation, capables de donner d'une façon soutenue des rendements élevés pour une gamme de cultures très large et avec des frais d'exploitation normaux. Les sols de cette catégorie sont profonds de texture moyenne ou assez fine naturellement bien drainés, avec une bonne capacité de rétention pour l'eau et les éléments fertilisants. Aucun aménagement préalable ne semble nécessaire avant irrigation.

— la classe 2 groupe les sols 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 élevée. Le choix des cultures possibles y est souvent plus restreint. Le terrain demande souvent quelques travaux d'aménagements préalables, mais relativement peu coûteux et assez facilement réalisables: nivellement sommaire, épierrage, travaux de drainage limités. Les sols peuvent présenter des limitations à cause de la texture, la topographie, la présence de pierres, certaines propriétés physiques ou chimiques défavorables (par exemple l'excès de calcaire).

— la classe 3 groupe les sols 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 cependant être encore considérés comme irrigables.

Caractéristiques du Terrain	Classe 1	Classe 2	Classe 3
— Texture	Limons sableux à argiles perméables	Sables limoneux à argiles assez perméables	Sables limoneux à argiles assez perméables
— Profondeur minimum en cm:			
sur roche dure	120	90	60
sur marnes ou calcaires tendres	90	75	45
sur cailloutis, graviers	75	60	30
— Topographie pente max. en %			
régulière	3	7	12
ondulée	—	3	7
— Aménagements nécessaires:			
nivellement	faible	moyen	important
épierrage	très faible	moyen	important
défonçage			
drainage	très faible	moyen	important

Les classes 4 — 5 — 6 ne satisfont pas aux normes ci-dessus:

— classe 4 : non irrigable, sauf pour des spéculations particulières

— la classe 6 groupe les terrains qui présentent des limitations telles qu'ils sont déconseillés pour l'irrigation.

La classification du «Bureau of Reclamation» comprend en outre les classes 4 et 5. La classe 4 est non irrigable, sauf pour des spéculations particulières. La classe 5 est non irrigable, mais susceptible de le devenir après des études et des essais complémentaires. Ces deux classes ne sont pas prises en considération dans cette zone.

Le tableau ci-après donne l'inventaire planimétrique des unités cartographiées et leur classification en vue de l'irrigation:

- classe 5 : non irrigable, mais susceptible d'être considérée comme irrigable après des études et essais complémentaires.
- classe 6 : non irrigable.

<u>Unité de sol</u>	<u>Superficie en ha</u>	<u>Classe d'irrigabilité</u>
C 1	48.5	3
C 1 P	57.5	2
B 1	23	3
B 2	0.5	6
G 1.1	88.0	3
G 1.2	9.0	6
G 1.3	335.5	2
G 1.4	117.0	1
G 2.1	185.5	3
G 2.2	148.0	2
G 2.1 s	12.0	6
G 2.3	35.0	2
M 1.1	103.0	3
M 1.2	301.0	2
M 1.3	119.0	2
M 1.4	12.0	6
J 1.1	274.0	2
J 1.Ca	465.0	2
J 1.V	523.0	2
J 2.a	138.0	1
J 4.1	233.0	1
J 4.2	428.0	2
H 1a	44.0	1
H 2	942.5	2
H 2L	243.5	2
H 2/L	129.5	2

La superficie par classe d'irrigabilité est donc:

	<u>superficie en ha</u>
Classe I	532
Classe II	4001.5
Classe III	448
Classe VI	243.5
Total =	<u>5225.0</u>

III — LES SOLS

1 — Généralités:

Pédogénèse

Prise dans le contexte général des sols de la plaine de la Békaa, la zone Chtaura-Ammiq présente, sur plusieurs plans, des caractéristiques particulières. En effet si la pédogénèse des sols de la Békaa Nord est une pédogénèse désertique ou subdésertique donnant naissance à des sols calcaires, squelettiques ou d'une profondeur limitée par encroûtements, croûtes ou dalles calcaires, et si celle de la Békaa centrale, plus humide et bien drainée, donne naissance à des sols châains profonds peu ou pas calcaires, la zone Chtaura-Ammiq, elle, a subi une pédogénèse sous un climat plus humide et un microclimat relativement très humide, donnant ainsi naissance à des sols foncés, calcaires présentant toujours des signes d'hydromorphie plus ou moins nettes. En dehors de ces symptômes caractéristiques de l'hydromorphie, qui mettent peu de temps à s'individualiser, aucun indice de différenciation pédogénétique n'apparaît dans ces sols; le lessivage des éléments colloïdaux n'a jamais pu être mis en évidence, le lessivage du calcaire est à peine amorcé, seule la structure permet de distinguer les horizons Ap de surface, périodiquement travaillés, des horizons B profonds non perturbés. Signalons enfin que sur les terrasses inférieures, où se sont accumulés les matériaux très argileux, se sont développés des sols à caractères vertiques plus ou moins marqués.

Engorgement par l'eau

Tous les sols de cette zone, mis à part les sols de piémont et quelques sols sablonneux du glacis de Qabb Elias, ont subi les conséquences d'un engorgement par l'eau plus ou moins long intéressant une partie ou la totalité du profil pédologique. Le rapport C/N indique d'ailleurs clairement les conditions relativement humides dans lesquelles ces sols ont évolués: tandis que ce rapport est voisin de 6 à 8 dans le Nord de la Békaa, il est compris entre 9 et 11 dans la Békaa centrale et oscille entre 11 et 18 à Chtaura-Ammiq.

Le problème du drainage pèse donc sur une grande partie de la zone; en effet il suffit de voir le nombre de drains faits ou qui se font pour avoir une idée de l'immensité du problème. D'ailleurs, dans la plupart des cas, ces drains ne sont pas suffisants, en qualité comme en nombre, pour améliorer la situation. Une étude détaillée et cohérente d'un système de drainage efficace améliorerait certainement la productivité de ces sols.

Utilisation actuelle

La grande majorité de ces sols est irriguée (Pompas du Litani, sources ou puits). Les sols à texture légère et bien drainés supportent des arbres fruitiers (Pommier, cerisier, pêcher...), c'est le cas du glacis Qabb Elias et la partie amont du glacis Chtaura. Les sols

hydromorphes sont généralement consacrés aux cultures céréalières et maraichères. Les Vertisols et les sols à caractères vertiques, pour la plupart non irrigués, sont voués aux cultures céréalières, les sols moyennement lourds situés à l'aval des glacis d'accumulation supportent des cultures maraichères de toutes sortes; enfin, la vigne occupe les sols non irrigués des piedmonts.

2 — Présentation des Unités cartographiées

Unités de Piedmont

— **Unités sur calcaires durs:** (indice de cartographie C).

Là sont groupés les sols rouges, argileux et non calcaires développés en partie sur des colluvions provenant de l'érosion des massifs voisins. Ces sols sont généralement moyennement profonds et caillouteux (C1), une phase profonde et non caillouteuse a été cartographiée sous l'indice C1 P. Cette phase profonde, toujours très argileuse, présente des signes d'engorgement temporaire en profondeur.

Toutefois ces sols rouges sont très localisés et ne s'étalent jamais très loin du massif calcaire qui les domine.

Cultures actuelles: Ces sols sont plantés en vignes, arbres fruitiers et cultures fourragères.

— **Unités sur calcaires tendres:** (indice de cartographie B).

Ces sols sont très calcaires et généralement peu ou moyennement profonds formant une bande très étroite sur les affleurements très localisés de calcaires tendres.

Unité B1 : sols gris, calcaires, peu à moyennement profonds, pente moyenne, sans affleurement du substrat. Cette unité est mise en classe 3 d'irrigabilité à cause de sa faible profondeur et de ses teneurs élevées en CO₃Ca

Unité B2 : Même type de sol mais très peu profond et avec affleurement du substrat.
classe d'irrigabilité: classe 6 à cause des roches et de la très faible profondeur.

Cultures actuelles : Les sols B1 sont cultivés en céréales ou vignes, ceux de B2 sont en jachères.

Unités des Glacis d'accumulation: (Indice de cartographie G)

Ces sols occupent les parties les plus élevées de la zone cartographiée. Ils sont de texture relativement légère et sont généralement caillouteux en surface et moyennement caillouteux dans le profil. Le glacis de Qabb Elias (indice G1) est influencé par les formations gréseuses ou argilo-sableuses qui se trouvent à son amont, celui de Chtaura (indice G2) est influencé par des formations de calcaire moyennement dur.

Glacis de Qabb Elias (indice G1):

Ce glacis porte des sols brun-jaunâtres, sablo-limoneux, moyennement calcaires. Les sols de la partie amont de ce glacis sont moyennement profonds et caillouteux, ils deviennent plus profonds et moins caillouteux vers l'aval; la série de sol représentative est la série Qabb Elias. Le contact avec l'interglacis se fait par l'intermédiaire d'une légère dépression où le sol devient profond, non caillouteux et non calcaire avec une texture plus lourde, conséquence peut être d'un lessivage oblique des argiles à partir des sols Qabb Elias; la série représentative est la série El-Kroum.

Ces sols ont une structure très peu développée et massive; riches en sables fins ils sont compacts et massifs, les grains de sables sont plus ou moins cimentés et les racines des plantes rencontrent des difficultés pour y pénétrer.

Unité G1.3 :

Les sols de cette unité occupent la partie aval du glacis; ils sont brun-jaunâtres, sablo-limoneux, calcaires, profonds et caillouteux ou peu caillouteux en surface; la série Qabb Elias est représentative de cette unité.

classe d'irrigabilité: classe 2 à cause de la profondeur et des horizons compacts inférieurs.

Unité G1.1 :

C'est la phase plus caillouteuse et moyennement profonde, un peu moins calcaire, elle occupe la partie amont du glacis.

classe d'irrigabilité: Classe 3 à cause de la profondeur et des cailloux.

Unité G1.2 :

C'est la phase superficielle et très caillouteuse qui a une très faible extension et se trouve aux bords d'un ancien cours d'eau.

classe d'irrigabilité: classe 6 à cause de la profondeur.

Unité G1.4 :

C'est la phase très profonde, non calcaire et non caillouteuse, sablo-argileuse, représentée par la série El-Kroum, un certain lessivage d'argile vers les horizons profonds y est constaté. En outre les sols de cette unité présentent des signes d'une hydromorphie peu accentuée en profondeur.

classe d'irrigabilité: classe 1

Cultures actuelles:

La majeure partie des sols de ce glacis est plantée en arbres fruitiers (Pommier, pêcher, cerisier...), le reste porte des cultures maraichères et parfois céréalières.

Glacis de Chtaura: (indice de cartographie G2):

Les sols de ce glacis, peu à moyennement profonds à l'amont, moyennement profonds à profonds à l'aval, sont argilo-limoneux, de couleur brun rougeâtre à brun, caillouteux ou légèrement caillouteux en surface. La partie amont de ce glacis est terrassée en larges terrasses et porte des sols plus rougâtres et peu calcaires mais reposant à faible profondeur sur un lit de cailloux roulés non cimenté ou sur calcaire dur fissuré. La partie aval porte des sols plus bruns, plus calcaires, profonds, mais une nappe phréatique élevée a exigé l'installation d'un système de drainage à ciel ouvert dont l'efficacité n'est pas très grande à cause de la faible profondeur des drains.

Unité G2.1 :

Ce sont les sols brun-rouges de l'amont du glacis, sablo-argilo-limoneux, moyennement calcaires, peu à moyennement profonds, sur galets calcaires ou sur calcaire dur fissuré. La série Chtaura est représentative de cette unité,

classe d'irrigabilité: classe 3 à cause de la profondeur.

Unité G2.1s :

C'est la phase érodée et superficielle. Elle a d'ailleurs une très faible extension.

classe d'irrigabilité: classe 6 à cause de la profondeur.

Unité G2.2 :

C'est la phase moyennement profonde, caillouteuse, plus calcaire, et où la nappe phréatique est à 80-100 cm, la série Ennaassat est représentative de cette unité.

classe d'irrigabilité: classe 2 à cause de la profondeur et de la nappe d'eau.

Unité G2.3 :

C'est la phase non caillouteuse et profonde avec des signes d'hydromorphie en profondeur.

classe d'irrigabilité: classe 2 à cause de l'hydromorphie.

Unités d'Interglacis: (Indice de cartographie M)

Les sols de ces unités sont situés dans un microrelief légèrement déprimé, à pente très faible, et se trouvant en contrebas des sols calcaires des unités B1 et B2. En général ces sols sont plus calcaires que les sols des glacis avoisinants, un peu plus lourds et plus influencés par l'eau; des zones franchement hydromorphes y existent, et les drains existants manquent d'efficacité faute d'un bon exutoire.

Unité M1.2 :

Ce sont des sols brun-jaunâtres, argilo-limoneux, calcaires, profonds ou très profonds, hydromorphes en profondeur. Un lit de cailloux non cimentés, d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, apparaît généralement à 60-100 cm de profondeur; il coiffe un niveau argilo-

limoneux hydromorphe. Ce lit de cailloux est relayé à mesure qu'on descend dans la plaine par un niveau de sable grossier qui disparaît lui-même plus loin.

classe d'irrigabilité: classe 2 à cause de l'hydromorphie et des teneurs en CO₃Ca

Unité M1.3 :

C'est la phase hydromorphe, elle occupe les parties déprimées.

classe d'irrigabilité: classe 2 à cause de l'hydromorphie et des teneurs en CO₃Ca

Unité M1.4 :

C'est la phase érodée et superficielle, elle a une très faible extension.

classe d'irrigabilité: classe 6 à cause de la profondeur

— **Unités des terrasses inférieures:** (Indice de cartographie J)

Les unités J occupent deux positions distinctes donnant ainsi naissance à deux catégories de sols différents:

- 1 — Une zone de jonction entre les glacis d'accumulation et les terrasses inférieures proprement dites, cette zone porte des sols moyennement lourds (J4).
- 2 — Les terrasses inférieures proprement dites, celles-ci portent des sols calcaires ou non, très lourds, parfois vertiques (J1 et J2).

Unité J4.1 :

Ce sont des sols bruns ou brun-jaunâtres, limono-argileux, très profonds et moyennement calcaires, se trouvant à l'aval du glacis de Chtaura; ils font la jonction entre ce glacis et les vertisols calcaires bordant le Litani. Les sols de cette unité souffraient d'un engorgement temporaire, mais actuellement un système de drainage efficace a supprimé cette difficulté et les a rendus, compte tenu de leur bonne texture et leur profondeur, parmi les meilleurs sols de la zone.

Classe d'irrigabilité: classe 1

Unité J4.2 :

C'est la phase moyennement profonde et hydromorphe en profondeur. Ces sols forment la ceinture aval du glacis Qabb Elias et font la jonction avec les sols très lourds, vertisoliques ou hydromorphes du côté du Litani: D'une texture très variable (22 à 49 % d'argile) ces sols ont toujours une nappe d'eau à 70-100 cm de profondeur (en juillet — Août). Des tentatives de drainage sont effectuées par les agriculteurs sans bons résultats faute d'un exutoire principale suffisant. Cette nappe d'eau serait une nappe perchée; alimentée par les eaux d'infiltration venant du glacis Qabb Elias (sols légers) et emprisonnée par les sols très lourds de l'aval qui forment ainsi une sorte de barrage. La présence de cette nappe a créé des conditions d'asphyxie plus ou moins permanente dans les horizons profonds du sol. La série décrite dans cette unité est la série Haouch Essiyadi.

Classe d'irrigabilité: classe 2 à cause de la profondeur (nappe d'eau et de l'hydromorphie.)

Unités J1 :

Ce sont des sols très lourds (50-70% d'argile), profonds ou très profonds, à caractères vertiques parfois très nets, plus ou moins hydromorphes. Ces sols occupent les terrasses inférieures du Litani; deux catégories sont à distinguer:

— Les sols se trouvant sur des surfaces légèrement convexes situées à l'aval des glaciers d'accumulation de Qabb Elias-Chtaura et passant directement au Litani. Ces sols sont calcaires, très profonds, vertisoliques ou vertisols vrais, avec une hydromorphie en profondeur ou même en surface.

— Les sols se trouvant aux pieds du massif Jurassique et passant à l'aval aux sols hydromorphes de l'unité H2; leur surface est très plane et même légèrement concave. Ce sont alors des sols non calcaires, vertisoliques, profonds et ayant une nappe d'eau vers 100 cm de profondeur.

Unité J1.1 :

Groupe les sols non calcaires et vertisoliques, très argileux et profonds, ayant une nappe vers 100 cm de profondeur. (Série Haouch Dibs).
classe d'irrigabilité: classe 2 à cause de la texture lourde et de l'hydromorphie.

Unité J1.Ca :

C'est la phase calcaire et très profonde
classe d'irrigabilité: classe 2 à cause du calcaire, de la texture très argileuse et de l'hydromorphie.

Unité J1.v :

Ce sont les vertisols calcaires hydromorphes, très argileux et très profonds, reposant souvent sur une argile verdâtre. (Série En Nassriyé).
classe d'irrigabilité: classe 2 à cause des teneurs en argile, hydromorphie et calcaires.

Unité J2.a :

Cette unité a été décrite et cartographiée au sud de la zone Chtaura-Ammiq où elle est représentée par le série Ammiq (1). C'est un sol brun, non calcaire, argilo-limoneux, avec des signes d'une hydromorphie ancienne en profondeur. Le caractère vertique est peu marqué. Cette unité occupe une bande étroite à l'extrémité sud-ouest de la zone étudiée.
classe d'irrigabilité: classe 1.

Unités des alluvions du Litani et de ses affluents: (Indice de cartographie H)

Ce sont des sols brun-gris ou brun-gris foncés, de texture variable, calcaires ou très calcaires, souvent riches en microcoquillages, hydromorphes et ayant une nappe d'eau à fai-

1) Enquête pédologique et Programmes d'irrigation Annexes. Rapport final, volume II, Pédologie.

ble profondeur, une mince croûte grise ou ôcre-rouille est aussi visible sur les surfaces dés-séchées.

Unité H2 :

Ce sont des sols argileux, brun-gris ou brun-gris foncés, calcaires, profonds et hydromorphes, reposant généralement sur une argile verte et ayant une nappe d'eau à 1m-1.5m en fin d'été. La plupart de ces sols restent très humides en surface jusqu'au mois de mai. La série Tel-Akhdar est représentative de cette unité.

classe d'irrigabilité: classe 2 à cause de l'hydromorphie, du calcaire, de la profondeur de la nappe et de la texture très argileuse.

Unité H2L :

C'est une phase complexe à niveau limoneux sur les 50-60 premiers centimètres reposant sur un niveau argileux à structure prismatique. Le limon de surface est très calcaire et contient beaucoup de microcoquillages. Cette unité se situe aux bords du Litani.

classe d'irrigabilité: classe 2 à cause du calcaire et de l'hydromorphie.

Unité H2/L :

C'est la phase limoneuse en profondeur, le limon très Calcaire du Ghab (marécage) passe en dessous des sols argileux de l'unité H2 et repose lui aussi sur des argiles vertes.

Unité H1.a :

Cette unité a été décrite et cartographiée lors de l'inventaire des sols de la Békaa Sud (1) avec la série Bar Elias comme représentative de cette unité. Ce sont des sols alluviaux jeunes, bruns, calcaires et argileux. Cette unité occupe une petite tâche à l'extrémité Nord-Est de la zone étudiée.

Le Ghab:

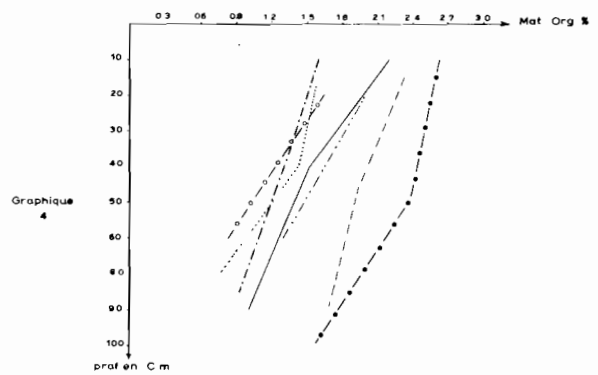
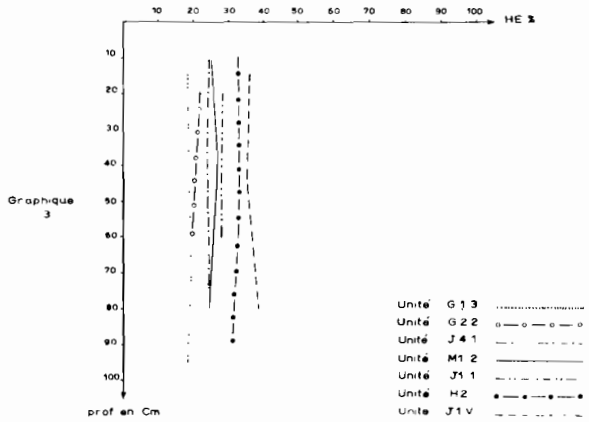
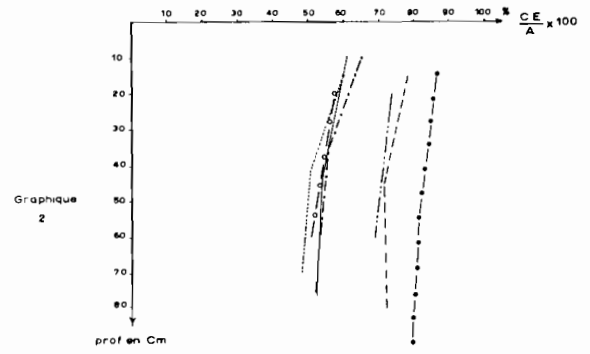
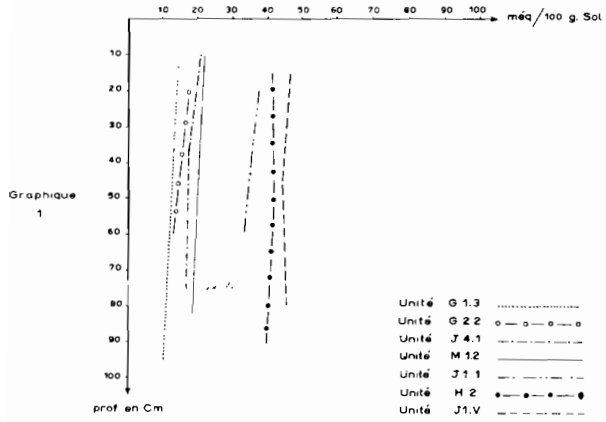
sols de Marécage, actuellement incultivables.

Etude comparative des unités cartographiées:

Les graphiques des pages suivantes représentent, à titre de comparaison, les moyennes d'analyse des unités majeures cartographiées dans cette zone: leur Capacité d'échange pour 100g de sol, la capacité d'échange de leur argile, leur Humidité équivalente, leur teneur en calcaire et en matière organique.

L'examen des graphiques 1 et 2 met clairement en évidence deux regroupements de sols bien distincts: les sols des terrasses inférieures (J) et des alluvions du Litani (H) d'une part, et les autres types de sols d'autre part; les sols J et H ont une capacité d'échange supérieure à 35 méq/100g de sol: les vertisols ont la capacité d'échange la plus élevée (45 méq environ), ils sont suivis par les sols hydromorphes (40 méq environ), puis par les sols à

1) Enquête pédologique et Programmes d'irrigation annexes. Rapport final, volume II, Pédologie.



caractères vertiques (35 méq environ). Les sols des glaciers d'accumulation (G1 et G2), d'interglacis (M) et de la zone de jonction (J4) font un regroupement à part et ont successivement une capacité d'échange de 10-15, 15-18, 18-22 et 20 méq environ.

Le graphique 2, montrant la capacité d'échange ramenée à 100 g d'argile, conserve les mêmes regroupements. Toutefois l'argile des sols hydromorphes (H) paraît avoir la plus grande capacité d'échange: 80 à 87 méq/100g d'argile, celle des terrasses inférieures J en a 70 à 78 méq. Les sols des glaciers et interglacis ont une argile ayant 50 à 55 méq (60 méq pour l'horizon de surface).

Dans le graphique 3, représentant l'humidité équivalente de ces sols, l'écart entre les deux regroupements disparaît mais la tendance reste la même: les sols J et H ont toujours des valeurs plus élevées que G et M; les vertisols ont l'humidité équivalente la plus élevée (35%), les sols du Glacier Qabb Elias ont la valeur la plus faible (18%).

Les teneurs en matière organique de ces différents types de sols (graphique 4) sont parmi les plus élevées dans la plaine de la Békaa (graphique 4); 1.5 à 2.7% en surface, 0.9 à 1.9% à 70 cm de profondeur. En outre, la diminution de la matière organique avec la profondeur est du type isohumique, c'est-à-dire une diminution progressive et non abrupte; ceci est surtout vrai pour les sols J et H.

Le graphique 5 montre les différentes teneurs en CO₃Ca. La majeure partie des sols contient 20 à 30 % de calcaire, les phases limoneuses de l'unité H2 sont très calcaires: 47 à 80 % de CO₃Ca dans les horizons limoneux (extrémité supérieure de la courbe H2L et extrémité inférieure de la courbe H2/L).

3 — Description des différentes séries

1 — Série Qabb Elias

Sols brun-jaunâtres (10YR 5/4-5/6), sablo-limoneux, calcaires, profonds, caillouteux ou peu caillouteux en surface. Cette série est représentative de l'unité G1.3.

Profil type : K 237

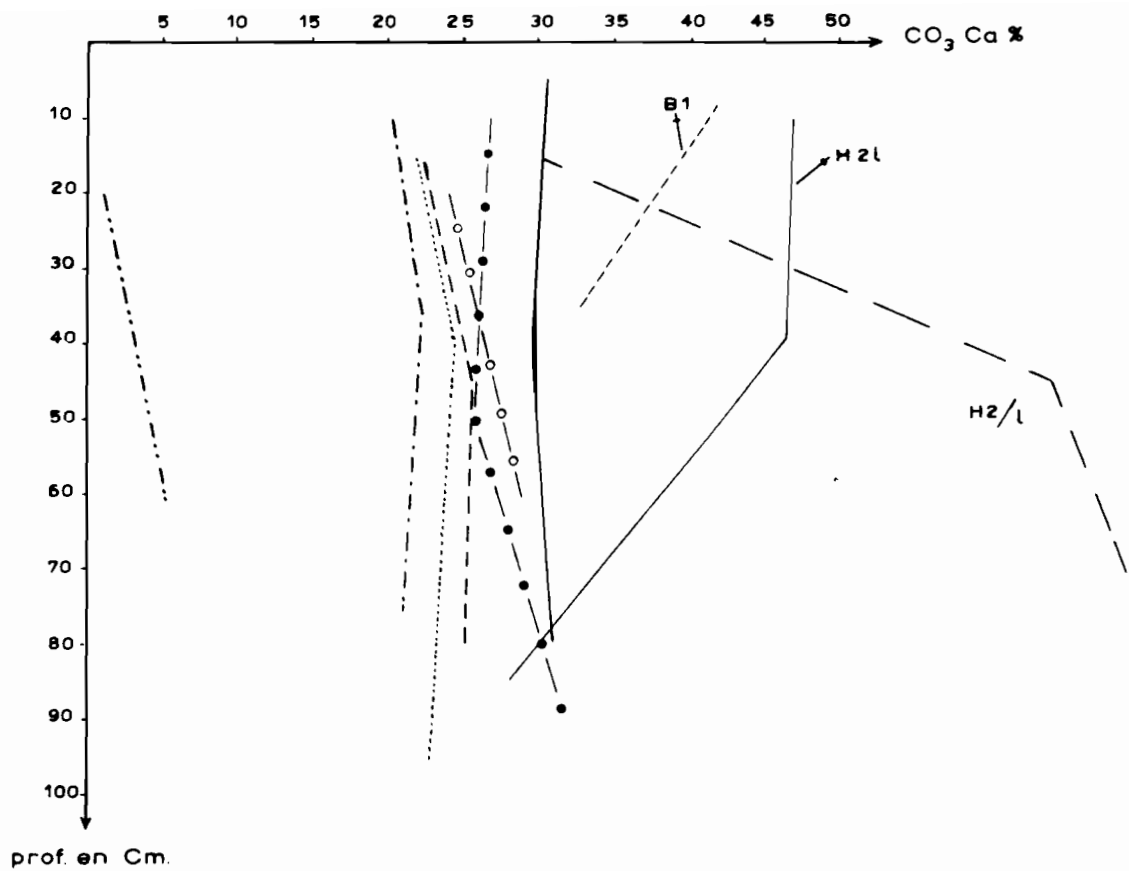
Situation :

Coordonnées : 35°, 49,38' E — 33°, 47,7' N
Altitude : 888 m.

Description :

- 0-20 cm : Brun en sec et en humide (10YR 5/4), calcaire, sablo-limoneux; structure polyédrique angulaire grossière très peu développée, très dur à l'état sec, friable à l'état humide, non collant et non plastique à l'état trempé, limite graduelle et régulière. Horizon très massif; présence de quelques graviers gréseux.
- 20-70 cm : brun en sec et humide (10YR 4/4), calcaire, sablo-limoneux, structure polyédrique angulaire moyenne très peu développée, très dur à l'état sec, friable à l'état humide, non collant et non plastique à l'état trempé. Limite graduelle

Graphique
5



Unité	G1.3
Unité	G2.2	- o - o - o -
Unité	J4.1	- - - - -
Unité	M1.2	—————
Unité	J1.1	- - - - -
Unité	H2	- ● - ● - ● -
Unité	J1.V	- - - - -

et régulière, présence de quelques graviers gréseux.

+70 cm : idem mais beaucoup plus compact et massif.

Analyse granulométrique

Prof. cm	Fractions en % de terre fine, en micron				
	0-2	2-20	20-50	50-200	200-2000
0-20 cm	21.0	13.0	12.1	37.4	16.5
30-50 cm	23.5	12.0	13.0	35.4	15.5
80-100 cm	24.0	10.5	12.5	35.6	15.7

Analyse chimique

Prof. cm	pH H ₂ O	CO ₃ Ca		Bases échangeables méq./100g							
		Tot	Act.	Ca	Mg	K	Na	Somme	CEC	M.O	C/N
0-20	8.0	25.0	4.5	9.6	0.40	0.15	0.17	10.32	11.0	1.95	20.7
30-50	8.1	20.0	3.0	10.0	0.40	0.20	0.17	10.77	11.60	1.14	19.1
80-100	8.0	18.5	3.5	10.0	1.20	0.20	0.17	11.57	12.20	1.08	21.0

Caractéristiques hydrodynamiques: (Profil CH.6)

— Densité apparente:

Profondeur	d.a
surface	1.10
40 cm	1.70

— Capacité pour l'eau:

Profondeur	H.E %	% eau à		
		pF2.5	pF3	pF4.2
0-15 cm	18.9	18.6	13.8	8.3
45-60 cm	20.2	21.2	17.0	10.2
100-110cm	22.3	24.0	18.6	11.9

Profil hydrique *

<u>Profondeur en cm</u>	<u>eau en % de terre sèche</u>
0-15	15.1
15-30	17.0
30-45	18.3
45-70	19.6
70-100	20.3

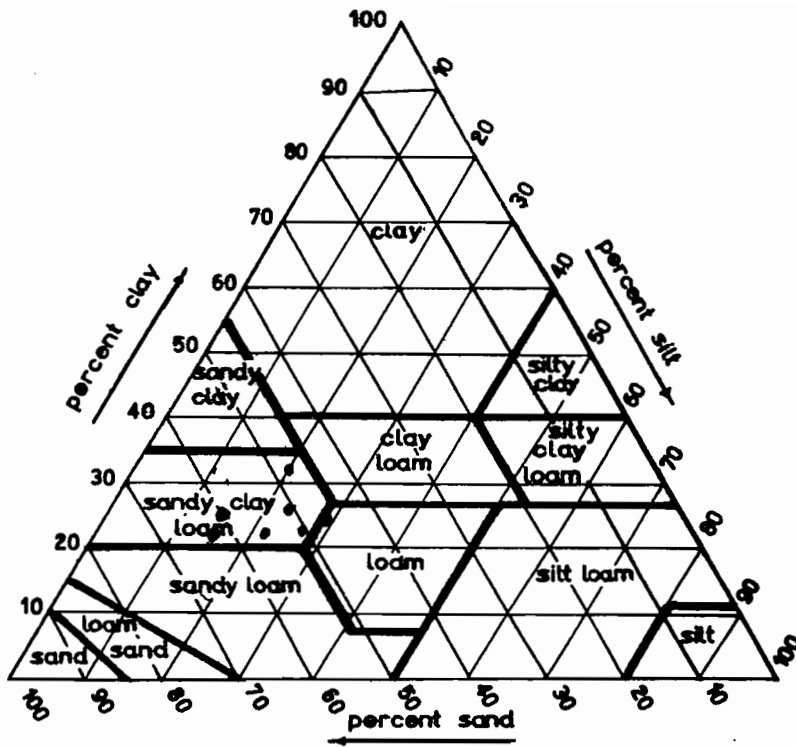
— Vitesse d'infiltration: moyennement rapide à modérée.

Ces sols ont une teneur relativement faible en argile mais sont très riches en sable fin, leur structure est toujours très peu développée et massive, leur profil pédologique est peu évolué et la différenciation des horizons est très peu marquée. Apartir de 70 cm environ de profondeur le sol devient très compact et très massif avec une structure particulière empêchant ainsi la pénétration des racines et limitant par suite la profondeur utile du sol.

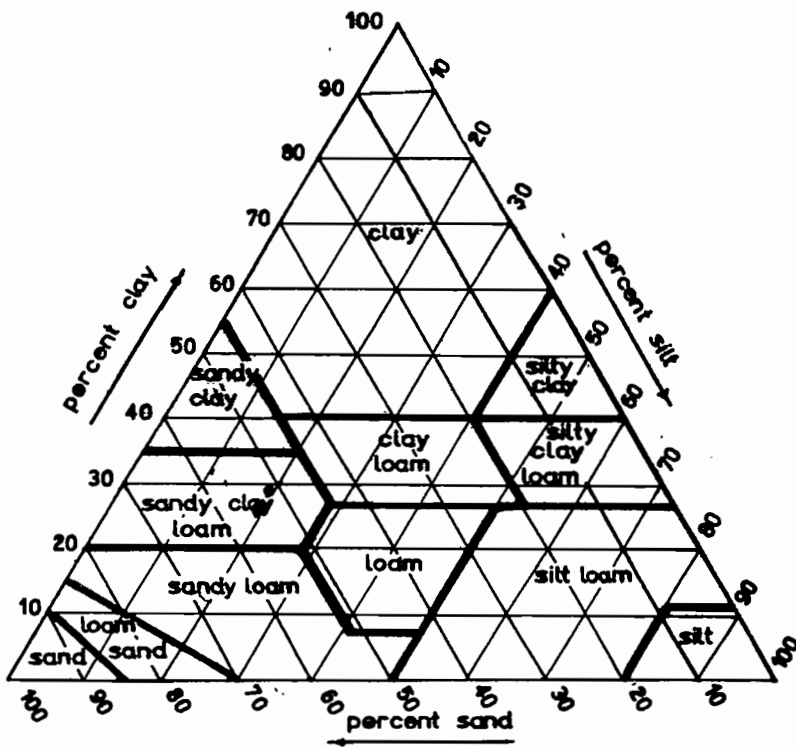
Variation des caractéristiques

- Couleur** : Généralement brun 10YR5/4, elle passe parfois à 10YR5/6 ou à 10YR4/4. En humide la couleur est toujours la même: 10YR4/4.
- Texture** : Elle est assez constante, 21 à 25% d'argile en surface et variant très peu avec la profondeur.
- Cailloux** : Généralement peu caillouteux en surface avec souvent quelques graviers gréseux dans le profil; parfois la surface devient caillouteuse et, par endroits un horizon caillouteux apparait vers 40 cm.
- Profondeur** : Le sol est toujours profond, parfois très profond.
- Calcaire** : Le sol est toujours calcaire: 18-25% de calcaire total , 3 à 5% de calcaire actif. Cette teneur en calcaire est constante sur toute la profondeur du sol.
- Structure** : Ces sols ont toujours une structure massive et très peu développée, parfois une structure à tendance prismatique apparait en profondeur.
- Complexe absorbant** : La capacité d'échange de ces sols est relativement faible et varie entre 11 et 15 méq/100g de sol, elle atteint rereement 20 méq.

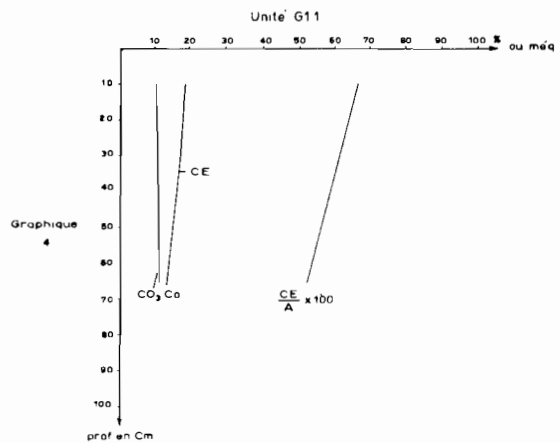
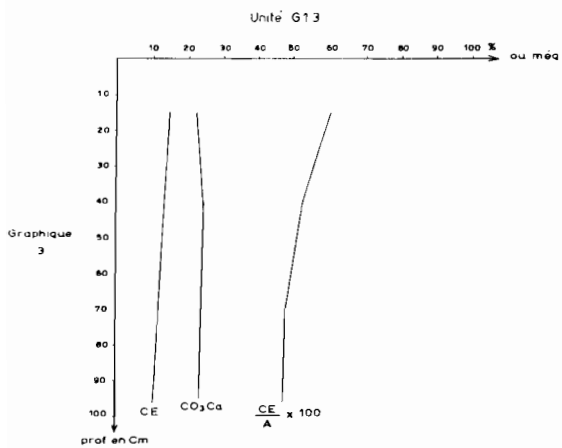
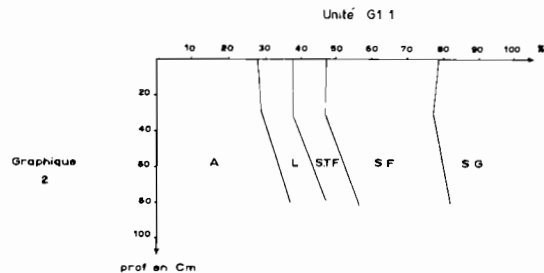
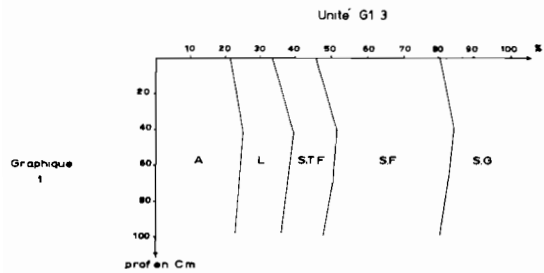
* Les prélèvements pour le Profil hydriques ont toujours été pris en même temps que ceux de la densité apparente et des pF.



G 1.3



G 1.1



Matière organique : Varie entre 1.3 et 1.9%
 C/N : Ce rapport varie largement et se situe entre 10 et 20

Les tableaux et graphiques des pages suivantes, établis pour l'unité G1.3 et sa phase moins profonde G1.1, se dégagent les observations suivantes:

- La texture de surface évolue toujours dans la classe texturale «Sandy clay loam» (voir triangles de texture).
- La teneur en sable fin est élevée en G1.3 comme en G1.1 (graphiques 1 et 2).
- Les teneurs en calcaire total sont de l'ordre de 23% sur toute la profondeur du sol de l'unité G1.3; la phase peu profonde G1.1 est moins calcaire (10% environ).
- La capacité d'échange est sensiblement égale à 10 — 15 méq/100g de sol. Ces sols ont ainsi la capacité d'échange la plus faible de la zone cartographiée.

2 — Série El Kroum.

Sols bruns 10YR 4/6, sablo-argileux, très profonds, non calcaires et non caillouteux. Cette série représente l'unité G1.4

Profil type : K 258

Situation :

Coordonnées : 35°, 49', 55" E — 33°, 47', 36" N
 Altitude : 895 m.

Description :

- 0-30 cm : Brun 10YR4/6 en sec, 10YR4/4 en humide, sablo-argileux, structure polyédrique angulaire grossière peu développée et massive, non calcaire, dur à l'état sec, friable à l'état humide, non collant et non plastique à l'état trempé, limite claire et régulière.
- 30-60 cm : brun 10YR 5/6 en sec et humide, argileux, structure polyédrique fine peu développée, non calcaire, friable à l'état humide, peu collant et peu plastique à l'état trempé, limite graduelle et régulière.
- +60 cm : même couleur, sablo-argileux à argileux, structure polyédrique fine peu développée, non calcaire, friable à l'état humide, peu collant et peu plastique à l'état trempé. Horizon compact avec quelques cailloux gréseux et quelques tâches ocres.

Analyse granulométrique

Profondeur	Fractions en % de terre fine, en micron				
	0-2	2-20	20-50	50-200	200-2000
0-30 cm	35.5	9.5	8.4	29.0	16.3
30-60 cm	45.0	8.0	8.4	23.6	13.1
70-90 cm	46.0	10.0	7.4	22.1	13.5

Analyse chimique

profondeur	pH H2O	CO3Ca		Bases échangeables méq/100g							
		Tot	Act	Ca.	Mg	K	Na	Somme	CEC	M.O	C/N
0-30 cm	8.1	6.5	0	14.8	1.2	0.30	0.43	16.7	18.0	1.47	10.7
30-60 cm	8.1	4.5	0	14.4	1.2	0.56	0.34	16.5	17.0	0.46	9.0
70-90 cm	7.8	3.5	0	15.2	1.2	0.51	0.34	17.2	19.4	0.33	9.5

Humidité équivalente:

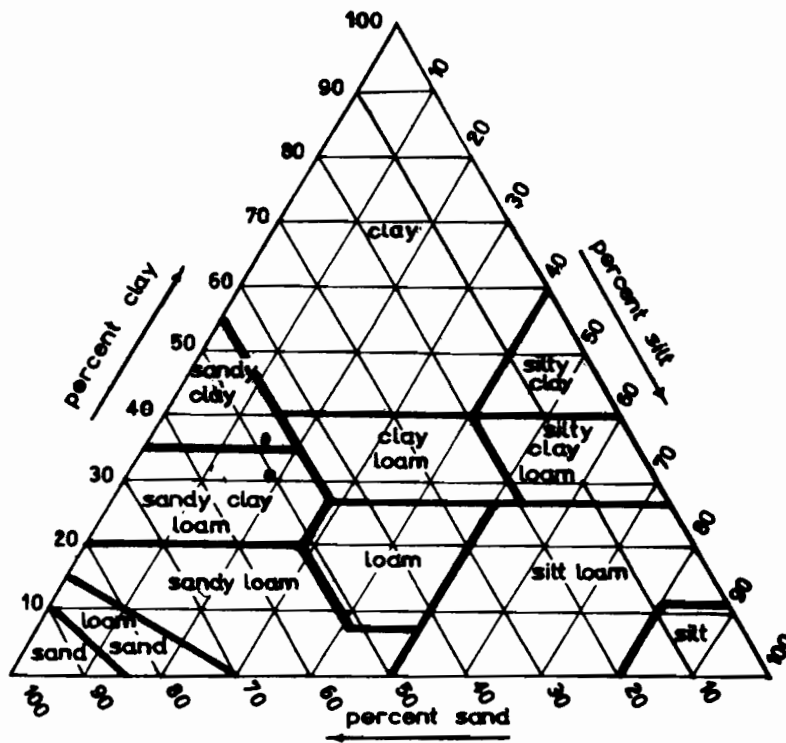
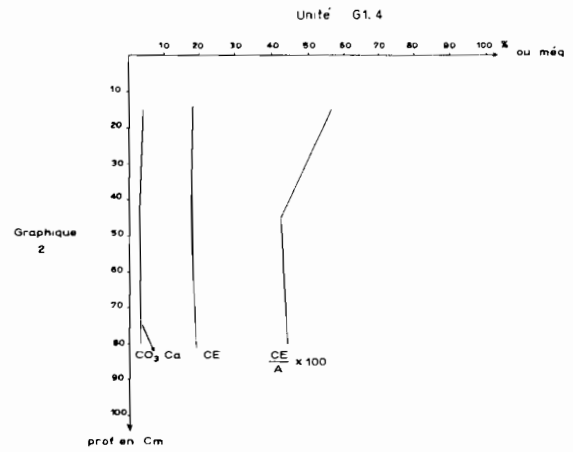
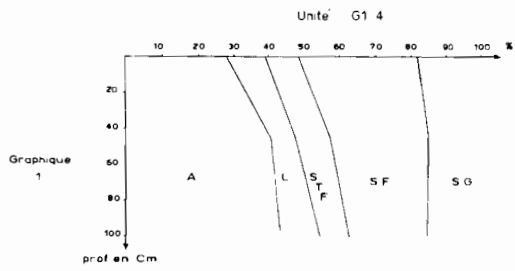
Profondeur en cm	H E
0-30	23.0
30-60	26.3
70-90	28.6

Vitesse d'infiltration:

Surface : moins que 6 mm/h
40 cm : 20 — 60 mm/h

Variation des caractéristiques:

- Couleur : La couleur de ces sols est toujours comprise entre 10YR 4/6 et 4/4.
- Texture : La teneur en argile est de l'ordre de 40% dans tout le profil; parfois cette teneur baisse en surface jusqu'à 29% mais reste de 40% en profondeur.
- Structure : Les premiers trente centimètres ont toujours une structure très peu développée et massive, les horizons de profondeur sont relativement mieux structurés mais gardent une certaine compacité.
- Profondeur : Sols toujours très profonds.



G 1.4

- Cailloux : Pas de cailloux en surface ni en profondeur.
- Hydromorphie : Un début d'hydromorphie, peu nette d'ailleurs, peut s'observer en profondeur dans les situations en légères dépression.
- C/N : Assez constant: 10 — 12.

Les graphiques 1 et 2 de la page suivante indiquent une texture plus lourde en profondeur (graphique 1), des teneurs élevées en sable fin (30% environ) et en sable grossier (20% environ). Le graphique 2 indique une très faible teneur en calcaire sur toute l'épaisseur du sol (3% environ), et une capacité d'échange relativement faible (18 méq/100g de sol). Les argiles des horizons profonds ont une capacité d'échange plus faible que celles de surface: respectivement 43 et 50 à 56 méq.

3 — Série Ennaassat

Sols brun-jaunes à brun-jaunes foncés, clay-loam, moyennement profonds, calcaires, caillouteux. Cette série fait partie de l'unité G2.2.

Profil type : K 230

Situation :

Coordonnées : 35°, 50' 42" E — 33°, 48', 20" N
 Altitude : 896 m.

Description :

- 0-30 cm : brun-jaune (10YR 5/6 en sec, brun-jaune foncé en humide (10YR 4/4); clay-loam, structure polyédrique angulaire grossière peu développée, microstructure polyédrique subangulaire moyenne peu développée, très dur à l'état sec, ferme à l'état humide, peu collant et peu plastique à l'état trempé, calcaire, présence de quelques cailloux, limite claire et régulière.
- 30-70 cm : Même couleur, sandy clay-loam, structure polyédrique angulaire moyenne, moyennement développée, dur à l'état sec, friable à l'état humide, peu collant et peu plastique à l'état trempé. Présence de quelques cailloux et graviers. calcaire, limite claire et régulière.
- 70 cm : Lit de cailloux et graviers calcaires non cimentés avec un peu de terre du 2e horizon.

Analyse granulométrique

Profondeur	Fractions en % de terre sèche, en microns				
	0.2	2.20	20.50	50.200	200.2000
0-30 cm	28.0	16.5	11.1	26.1	17.2
40-60 cm	23.5	16.0	9.3	23.3	26.6

Analyse chimique

Prof. cm	pH H ₂ O	CO ₃ Ca		Bases échangeables, Méq/100g							
		Tot	Act	Ca	Mg	K	Na	Somme	CEC	M.O	C/N
0-30	8.1	25.5	4.5	13.6	0.4	0.25	0.26	14.51	15.2	1.60	14.9
40-60	8.2	26.0	6.5	9.6	0.4	0.15	0.26	10.14	11.4	0.73	13.4

Caractéristiques hydrodynamiques: (Profil CH40)

— Densité apparente:

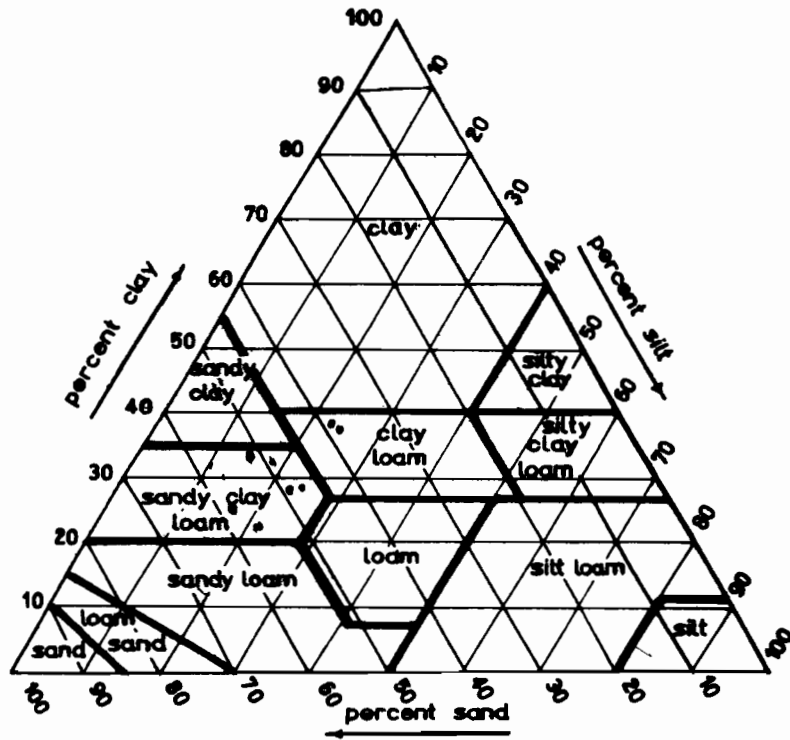
Profondeur en cm	d.a
Surface	1.36
45 cm	1.43

— Profil hydrique:

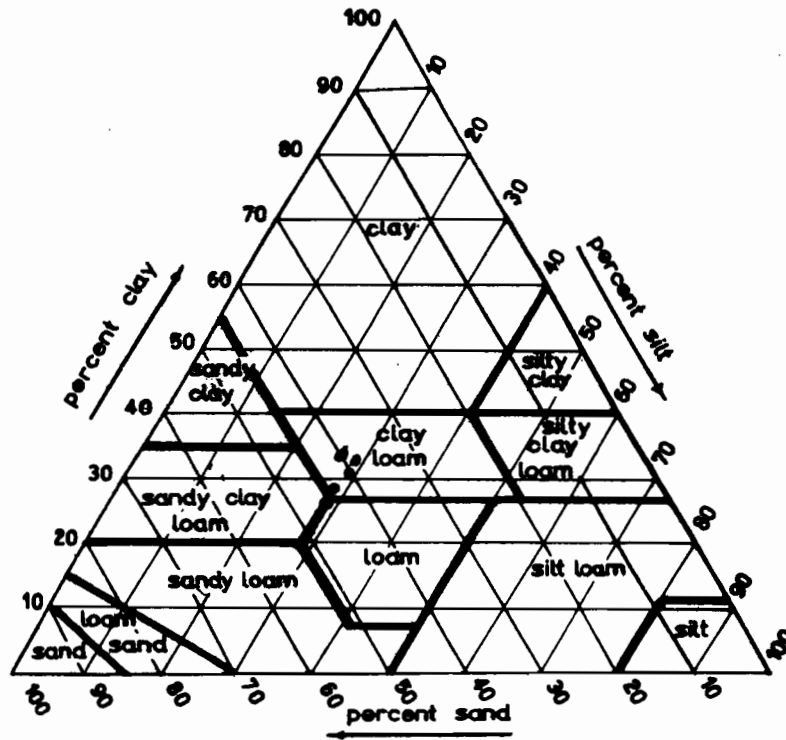
Profondeur en cm	eau en% de terre sèche
0-15	20.7
15-30	22.5
30-45	18.0

— Capacité pour l'eau:

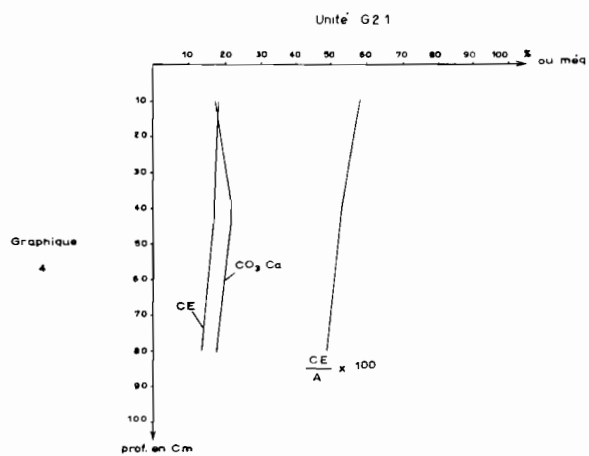
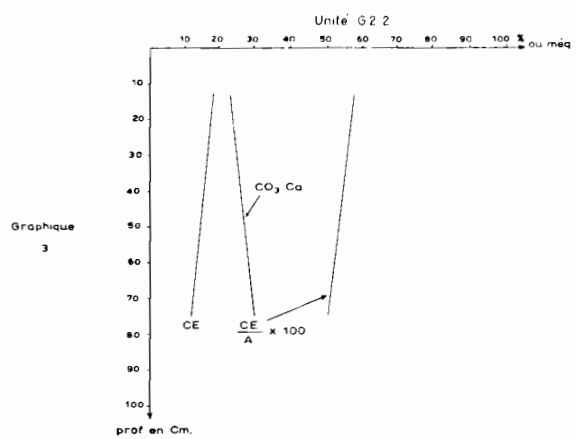
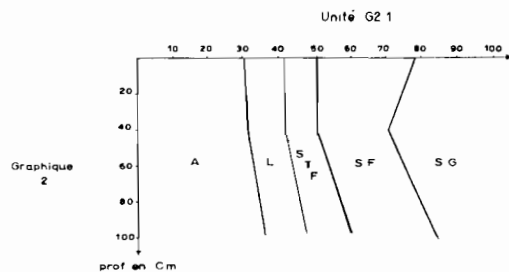
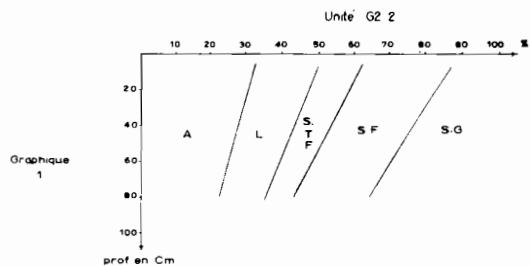
Profondeur en cm	HE %	% eau à		
		pF2.5	pF3	pF4.2
0-20	23.6	23.2	19.1	12.3
20-45	21.4	21.3	17.8	11.9
65-85	23.5	24.9	19.5	12.8



G 2.1



G 2.2



Variation des caractéristiques:

- Couleur : Elle est toujours constante, brun jaunâtre 10YR5/4, son chroma peut parfois arriver à 6.
- Texture : Toujours clay-loam, la teneur en argile varie dans des limites étroites entre 28 et 34%.
- Calcaire : La teneur en calcaire varie entre 25 et 35%, elle arrive rarement à 12%.
- Profondeur : Varie entre 45 et 100 cm. Une nappe d'eau est souvent visible vers 80 cm.
- Cailloux et graviers : Ces sols sont caillouteux en surface peu caillouteux dans le profil.
- Complexe absorbant : La capacité d'échange est comprise entre 14 et 22 méq/100g de sol.
- Matières organiques : Varie entre 1.4 et 1.88%.

Les graphiques des pages 38 et 39 représentent les moyennes d'analyse pour l'unité G2.2 et sa phase peu profonde G2.1.

La surface des sols G2.2 occupe sur le triangle de texture le casier «clay-loam», G2.1 est plus sablonneuse et se trouve dans le casier «Sandy clay-loam». Le graphique de granulométrie 1 indique, pour les sols G2.2, une augmentation des teneurs en sables avec la profondeur, par contre la fraction fine des horizons inférieurs des sols G2.1 atteste un léger enrichissement en éléments fins et le graphique 2 de ces sols montre l'existence d'un horizon enrichi en sable grossier vers 40 cm de profondeur.

La capacité d'échange pour 100g de sol est de l'ordre de 12-18 méq, celle des argiles est de 50 à 58 méq (graphiques 3 et 4), les teneurs en calcaire total augmentent légèrement avec la profondeur dans l'unité G2.2: 23% en surface et 30% en profondeur, la phase G2.1 est moins calcaire: 17 à 20% sur toute l'épaisseur du sol (graphique 4).

4 — Série Maksé

Sols brun-jaunâtres (10YR5/4), Clay-loam, calcaires, Profonds ou très profonds, hydromorphes en profondeur, cette série fait partie de l'unité M1.2

Profil type : K 226

Situation :

Coordonnées : 35°, 51', 19" E — 33°, 47', 49" N
 Altitude : 883 m.

Description :

- 0-30 cm : brun jaunâtre 10YR5/4 en sec, 10YR4/4 en humide, clay-loam, structure polyédrique angulaire grosse, moyennement développée, microstructure polyédrique subangulaire moyenne moyennement développée, très dur à l'état sec, friable à l'état humide, peu collant et peu plastique à l'état trempé, calcaire, limite claire et ondulée.
- 30-65 cm : même couleur, sandy-clay-loam, structure polyédrique angulaire moyenne bien développée, très dur à l'état sec, friable à l'état humide, peu collant et peu plastique à l'état trempé, calcaire, présence de granules calcaires, limite claire et régulière.
- 65-130 cm : brun-gris très foncé en sec (10YR3/2), brun-gris foncé en humide (2.5Y4/2); clay-loam, structure polyédrique angulaire moyenne, bien développée; à tendance prismatique, beaucoup d'amas et granules calcaires, très dur à l'état sec, très ferme à l'état humide, collant et peu plastique à l'état trempé.
- 130 cm : eau.

Analyse granulométrique

Prof cm	Fractions en % de terre fine, en micron				
	0-20	2-20	20.50	50-200	200-2000
0-20	33.0	22.5	10.9	21.1	11.0
40-60	26.0	17.5	10.7	28.8	15.8
70-90	36.0	24.0	10.2	18.4	11.0

Analyse chimique

Prof. Cm	pH H2O	CO3Ca		Bases Echangeables méq/100 gr.							
		Tot	Act	Ca	Mg	K	Na	Somme	CEC	M.O	C/N
0-20	8.3	23.0	6.0	16.4	2.4	0.30	0.34	18.49	20.4	1.74	12.7
40-60	8.4	25.5	5.0	10.4	2.0	0.20	0.34	12.94	14.4	0.74	8.6
70-90	8.4	21.5	7.0	18.0	2.8	0.25	0.43	21.48	24.2	1.0	11.8

Caractéristiques hydrodynamiques: (Profil CH43)

— Densité apparente:

Profondeur en cm	d.a
Surface	0.90
40 cm	1.25

— Profil hydrique:

Profondeur	eau en % de la terre sèche
0-15	17.4
15-30	18.9
30-45	19.7
45-70	23.0
70-100	23.6

— Capacité pour l'eau:

Profondeur en cm	HE %	% eau à		
		pF2.5	pF3	pF4.2
0-15	24.9	29.1	22.4	14.9
35-50	27.4	29.4	22.9	16.8
70-80	29.3	31.4	23.7	17.9

— Vitesse d'infiltration:

50 à 120mm/h en surface et en profondeur

Variation des caractéristiques:

Couleur : La couleur de surface est toujours brun jaunâtre 10YR5/4 à 10YR5/6.

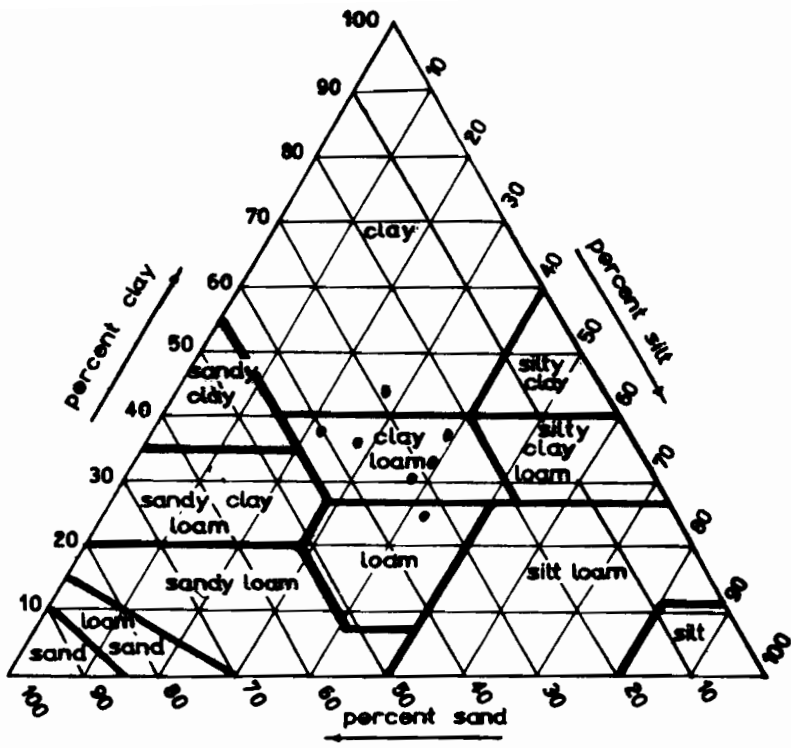
Profondeur : Les sols de cette série sont très profonds, parfois la nappe phréatique apparaît entre 100 et 150 cm et limite ainsi leur profondeur. Des phases moins profondes sur cailloutis (M1.1) ou sur nappe superficielle (M1.3) ont été cartographiées, une petite tâche de sols superficiels (M1.4) a été aussi délimitée.

Cailloux : Généralement non caillouteuse, la surface de ces sols peut parfois être légèrement caillouteuse. Le profil du sol n'est pas caillouteux. La phase M1.1 est caillouteuse en surface et dans le profil.

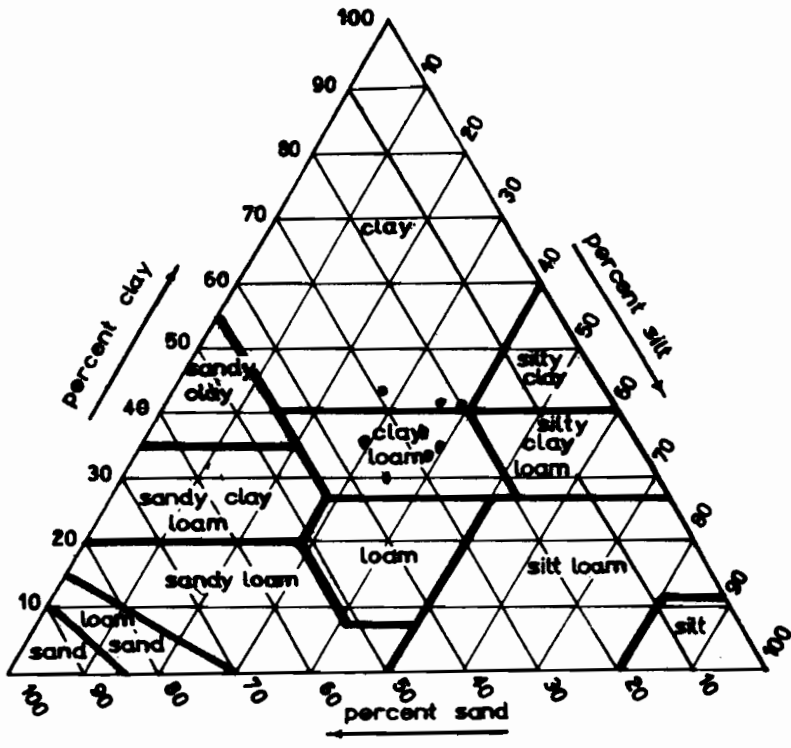
Texture : Généralement la texture est clay-loam, elle peut passer à légèrement clay, la teneur en argile varie entre 33 et 41%.

Calcaire : La teneur en calcaire varie entre 23 et 35%. La phase M1.1 est plus calcaire: 38 à 57% de calcaire total.

Matière organique : Varie entre 1.7 et 2.8%

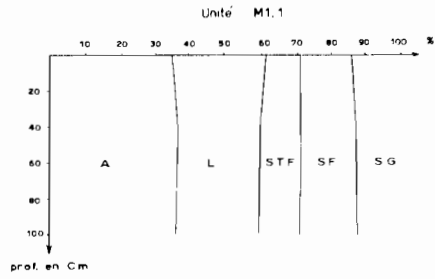


M 1.1

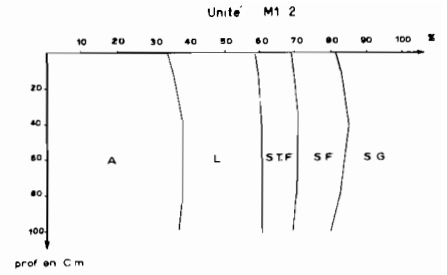


M 1.2

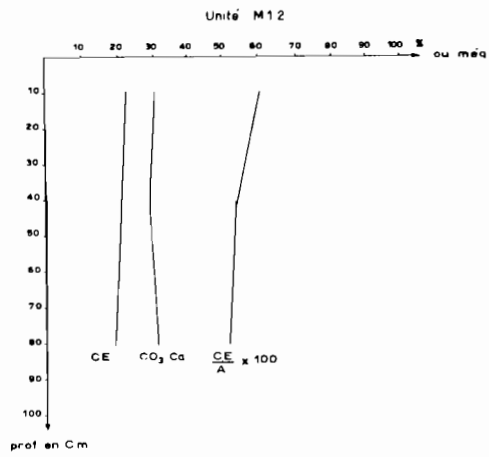
Graphique 1



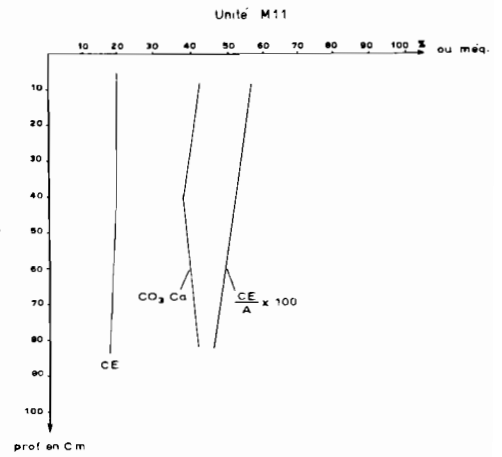
Graphique 2



Graphique 3



Graphique 4



Hydromorphie : Les tâches d'hydromorphie apparaissent à partir de 60 à 100 cm de profondeur; elles sont absentes dans la phase M1.1 et commencent très près de la surface dans la phase hydromorphe M1.3.

Remarque : Ces sols d'interglacis sont formés de deux dépôts d'âge différent mais ayant même granulométrie, un lit de cailloux roulés vient parfois s'insérer entre ces deux dépôts, ce lit de cailloux passe latéralement à du sable grossier et disparaît plus loin laissant les deux dépôts en contact direct, le dépôt du bas ayant une couleur plus sombre et une structure mieux développée.

Sur les pages suivantes on peut trouver les triangles de texture et les graphiques (moyenne des analyses) de l'unité M1.2 et de sa phase peu profonde (M1.1)

Les triangles de texture situent ces sols (texture de surface) dans la catégorie clay-loam avec légère tendance vers «Clay».

Les graphiques 1 et 2 montrent une texture constante avec la profondeur, les teneurs en argile se situent entre 35 et 40%, la somme des éléments fins est de l'ordre de 70%. Les graphiques 3 et 4 indiquent une capacité d'échange de l'ordre de 20 méq/100g de sol, une teneur en calcaire de 30% pour M1.2 et de 40% pour M1.1.

5 — Série Tanayel

Sols brun-rouges foncés, clay-loam, moyennement calcaires, très profonds. Cette série fait partie de l'unité J4.1

Profil type : K 317

Situation :

Coordonnées : 35°, 51', 52" E — 33°, 47', 31" N
 Altitude : 875 m.

Description :

- 0-10 cm : brun rouge foncé en sec et humide 10YR4/4, clay-loam, structure polyédrique subangulaire moyenne, moyennement développée, dur à l'état sec, ferme à l'état humide, moyennement collant et plastique à l'état trempé, calcaire, limite claire et régulière.
- 10-40 cm : même couleur, clay-loam, structure polyédrique angulaire moyenne, moyennement développée, dur à l'état sec, ferme à l'état humide, moyennement collant et plastique à l'état trempé, calcaire, limite claire et régulière.

+ 40 cm : même couleur, clay-loam, structure polyédrique angulaire moyenne moyennement développée, microstructure polyédrique angulaire fine bien développée, calcaire, présence de quelques tâches ocre-rouilles.

Analyse granulométrique

Prof cm	Fraction en % de terre fine, en micron				
	0-2	2-20	20-50	50-200	200-2000
0-20	32.2	25.5	20.7	14.9	2.5
20-40	38.5	25.0	14.7	15.2	5.2
40-100	37.0	27.5	11.5	16.3	6.3

Analyse chimique

Prof. Cm	pH H ₂ O	CO ₃ Ca		Bases échangeables, méq/100g							
		Tot	Act	Ca	Mg	K	Na	Somme	CEC	M.O	C/N
0-20	8.1	20.5	2.0	17.6	0.8	0.97	0.34	19.7	19.8	1.41	16.4
20-40	8.2	21.0	2.0	14.4	2.0	0.76	0.34	17.50	19.4	1.41	13.7
40-100	8.1	16.0	1.5	14.8	1.6	0.56	0.34	17.30	20.0	1.41	13.7

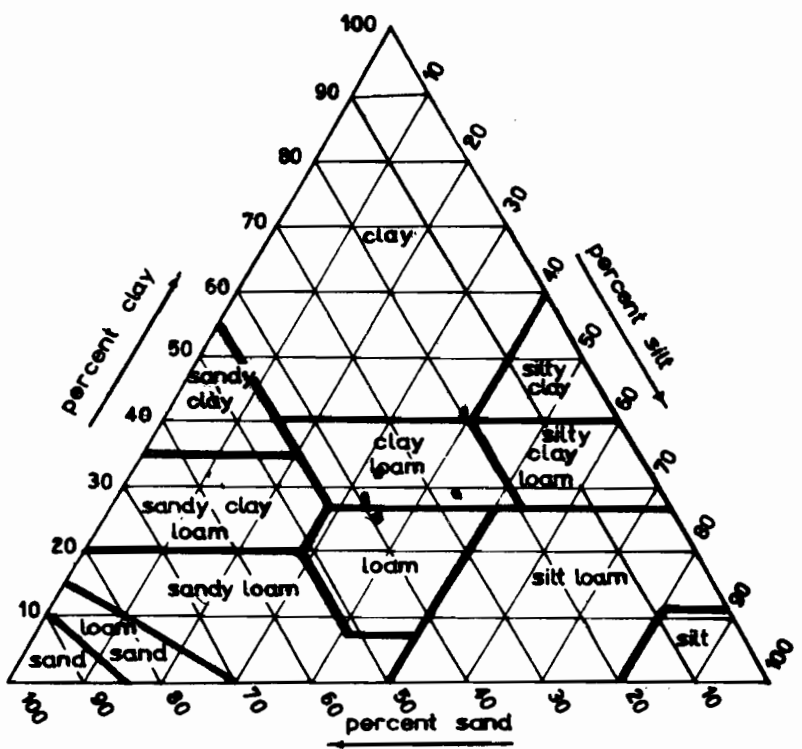
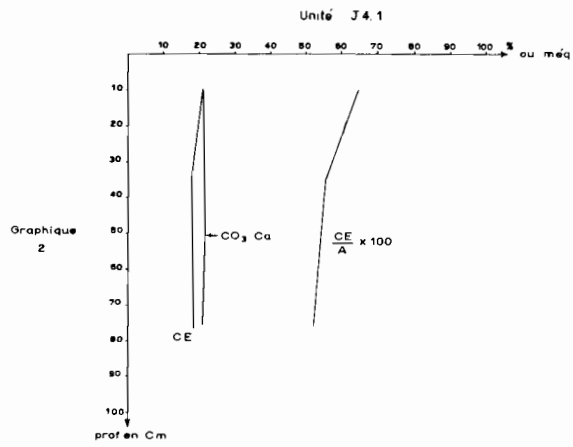
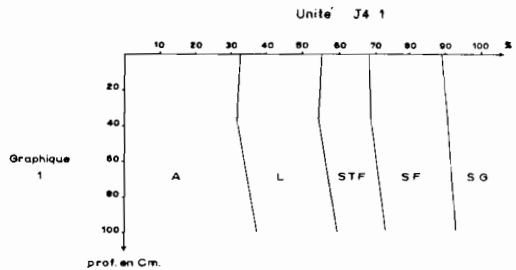
Caractéristiques hydrodynamiques: (Profil CH.8)

— Densité apparente:

Profondeur en cm	d.a
Surface	0.83
40 cm	1.17

— Profil hydrique:

Profondeur	eau en % de la terre sèche
0-15 cm	23.9
15-30 cm	24.9



J 4.1

— Capacité pour l'eau:

Profondeur	HE %	% eau à		
		pF2.5	pF3	pF4.2
0-10 cm	22.0	22.8	17.9	12.0
30-40 cm	21.0	23.2	18.1	12.3
50-60 cm	24.5	25.4	20.1	15.1
80-90 cm	24.2	26.2	20.4	14.4

Variation des caractéristiques:

Couleur : Peut varier du brun, brun jaunâtre à brun jaunâtre foncé.

Texture : La teneur en argile peut varier de 29 à 40%

Cailloux et graviers : Généralement non caillouteux, parfois très peu graveleux en surface.

Profondeur : Sols toujours très profonds: + 150 cm.

Calcaire : La teneur en calcaire est très constante et est comprise entre 19 et 22%, cette teneur reste aussi constante en profondeur.

Matière organique : Varie entre 1.4 et 2%.

C/N : Ce rapport varie entre 14 et 16.4

Complexe absorbant : La capacité d'échange est comprise entre 17 et 27 méq.

Le triangle de texture de la page 47 montre que la texture de surface de ces sols est clay-loam et parfois loam. Le graphique 1 indique un bon équilibre entre les différentes fractions granulométriques sur toute l'épaisseur du sol. Le graphique 2 montre une capacité d'échange moyenne de l'ordre de 20 méq/100g de sol, la teneur en calcaire total est constante sur toute la profondeur du sol et est de 20 à 22%.

6 — Série Haouch Siyadi:

Sols bruns, argilo-limoneux, calcaires, moyennement profonds, hydromorphes en profondeur. Cette série fait partie de l'unité J4.2

Profil type : K 220

Situation :

Coordonnées : 35°, 50', 35" E — 33°, 46', 14" N
 Altitude : 870 m.

Description :

- 0-30 cm : brun à brun foncé (10YR4/3) en sec, brun-jaunâtre foncé en humide (10YR4/4), argilo-limoneux, structure polyédrique angulaire grosse à moyenne, moyennement développée, très dur à l'état sec, ferme à l'état humide, non collant et non plastique à l'état trempé, calcaire, limite claire et régulière.
- 30-60 cm : humide, brun-jaunâtre foncé (10YR4/4), argileux, structure polyédrique angulaire moyenne bien développée, microstructure polyédrique angulaire fine bien développée avec petites facettes luisantes, friable à l'état humide, peu collant et peu plastique à l'état trempé, calcaire, limite graduelle et régulière.
- 60-80 cm : humide, brun-olive, argileux, structure polyédrique angulaire à tendance prismatique, microstructure polyédrique angulaire fine bien développée, faces luisantes, tâches ocres-rouilles et tâches verdâtres dues à l'hydromorphie, friable à l'état humide, collant et peu plastique à l'état trempé. Présence de microcoquillages.

Analyse granulométrique

Prof	Fractions en % de terre fine, en micron				
	0-2	2-20	20-50	50-200	200-2000
0-30 cm	40.5	26.5	10.6	15.9	5.3
30-60 cm	51.0	28.5	8.4	7.7	3.9
60-80 cm	53.5	26.0	7.6	6.6	3.7

Analyse chimique

Prof.	pH	CO ₃ Ca		Bases échangeables méq/100g							
		Tot	Act	Ca	Mg	K	Na	Somme	CEC	M.O	C/N
0-30	8.2	27.5	8.0	22.0	2.8	0.30	0.43	25.5	24.6	1.94	12.5
30-60	8.2	29.0	12.0	19.2	4.0	0.25	0.60	24.0	26.8	1.47	14.3
60-80	8.2	25.0	10.0	20.8	4.0	0.25	0.52	25.6	27.6	1.20	14.0

Caractéristiques hydrodynamiques: (Profil CH35)

— Densité apparente:

Profondeur	d.a
Surface	1.11
40 cm	1.43

— Profil hydrique:

Profondeur en cm	eau en% de la terre sèche
0-15	17.4
15-30	19.4
30-45	23.5

— Capacité pour l'eau:

Profondeur en cm	HE %	% eau à		
		pF2.5	pF3	pF4.2
0-15	23.7	22.1	18.4	11.0
40-50	24.3	23.4	19.3	12.2
80-90	30.3	31.7	27.3	19.5

— Vitesse d'infiltration:

Surface : 60 — 120 mm/h
40 cm : 20 — 60 mm/h

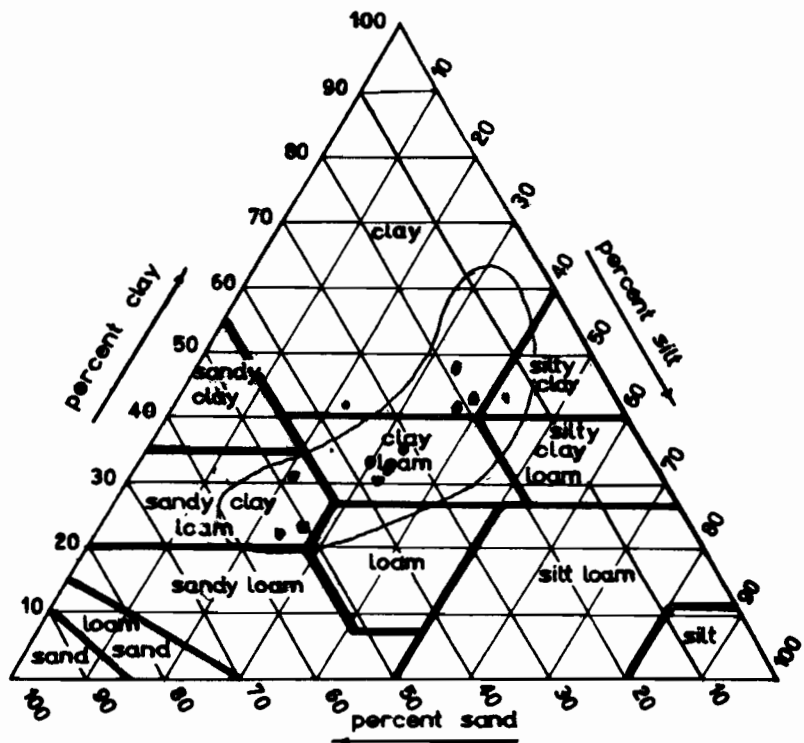
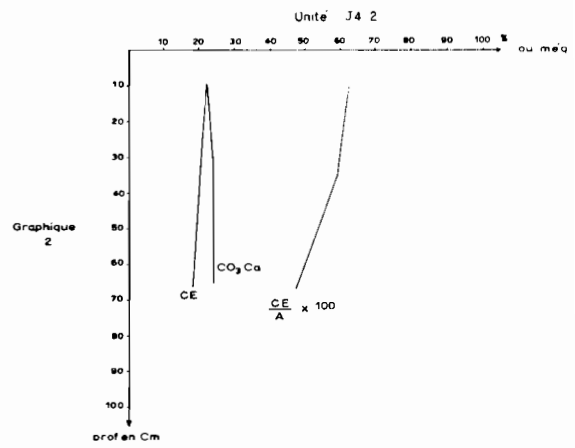
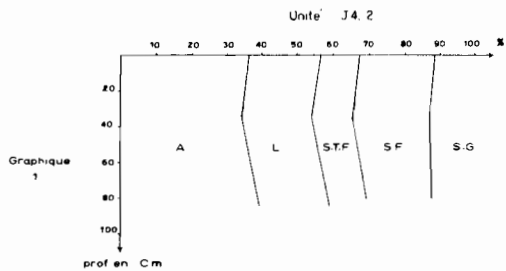
Observations générales:

La profondeur de ces sols est limitée par la présence d'une nappe phréatique assez haute se situant à 70-100 cm de profondeur. Cette nappe serait alimentée par les eaux d'infiltration des sols légers situés en amont de cette série, les sols situés à l'aval étant très argileux et jouant le rôle de barrage.

Variation des caractéristiques

Couleur : La couleur de ces sols peut passer du brun au brun-jaunâtre ou brun-jaunâtre foncée.

Structure : Les premiers 30 cm sont toujours mal structurés et massifs, les horizons de profondeur ont par contre une bonne structure polyédrique angulaire fine, parfois cette structure devient prismatique peu développée.



Texture : Dans cette série de sols la texture varie largement surtout au contact des autres unités, la teneur en argile peut ainsi passer de 22 à 49%, toutefois la majorité de ces sols a une teneur en argile comprise entre 30 et 40%.

Calcaire : la teneur en calcaire varie entre 16 et 27%, un seul profil en a 8.3%.

Profondeur : La profondeur est limitée par la nappe phréatique située entre 65 et 100 cm. (observations faites en juillet-août). Cette profondeur risque d'être plus faible en hiver et au printemps.

Complexe absorbant : La capacité d'échange varie entre 15 et 30 méq/100g de sol.

Matière organique : Varie entre 1.5 et 2,75%.

C/N : ce rapport varie entre 9 et 13.

Le triangle de texture de la page 51 indique la grande variation de la texture de surface de cette unité, cette texture pouvant être Sandy-clay-loam, clay-loam, silty-clay ou clay.

Les graphiques 1 et 2 représentent la moyenne d'analyse de 12 profils, le graphique 1, représentant la granulométrie moyenne de ces sols, indique une teneur assez élevée en éléments fins (0-50 microns), de l'ordre de 67% environ, mais le fait que l'argile ne représente que la moitié de cette teneur (35% environ) améliore un peu l'état physique de ces sols.

La capacité d'échange de ces sols est moyenne (18-22 méq/100g de sol) et est sensiblement constante avec la profondeur (graphique 2), les teneurs en calcaire total sont aussi constantes sur toute l'épaisseur du sol (22 à 25%). Quant aux argiles des horizons inférieurs elles ont une capacité d'échange plus faible que celles de surface: 47 et 63 méq respectivement.

7 — Série Haouch Dibs.

Sols bruns foncés à bruns-gris foncés, très argileux, profonds, non calcaires, vertisoliques, hydromorphes en profondeur. Cette Série fait partie de l'unité J1.1.

Profil type : K 209

Situation :

Coordonnées : 35°, 48', 30" E — 33°, 45', 10" N
 Altitude : 867 m.

Description :

- 0-40 cm : brun foncé en sec (10YR3/3), brun-gris foncé en humide (10YR4/2); très argileux, structure polyédrique angulaire très large, (blocs de 40 × 20 cm), microstructure massive, très dur à l'état sec, très ferme à l'état humide, peu collant et plastique à l'état trempé, non calcaire, présence de granules calcaires, horizon à large fentes verticales, limite claire et ondulée.
- 40-80 cm : mêmes couleurs; très argileux; structures polyédrique angulaire grossière peu développée, à tendance prismatique; très dur à l'état sec; très ferme à l'état humide; peu collant et plastique à l'état trempé; non calcaire; limite graduelle et régulière.
- 80-115 cm : horizon humide; brun-gris foncé; structure polyédrique angulaire fine peu développée avec trainées jaunâtres sur les facettes luisantes; non calcaire.
- 110 cm : eau

Analyse granulométrique

Prof en cm	Fractions en% de terre fine, en micron				
	0-2	2-20	20-50	50-200	200-2000
0-40	53.5	16.5	10.6	8.4	7.7
40-80	54.0	15.5	10.4	7.8	8.4
80-110	51.0	19.0	11.6	6.4	10.9

Analyse chimique

Prof. Cm	pH H2O	CO3Ca		Bases échangeables méq/100g							
		Tot	Act	Ca	Mg	K	Na	Somme	CEC	M.O	C/N
0-40	7.9	0	0	36.0	3.2	0.20	0.60	40.0	40.4	1.88	11.0
40-80	7.9	1.0	0	35.6	2.8	0.20	0.60	39.2	38.8	1.41	11.7
80-110	8.0	4.0	0	30.8	4.0	0.20	0.69	35.7	33.4	0.94	6.1

Caractéristiques hydrodynamiques: (Profil CH23)

— Densité Apparente:

Profondeur	d.a
Surface	1.23
40 cm	1.25

— Profil hydrique:

Profondeur en cm	eau en% de la terre sèche
0-15	28.0
15-30	28.2
30-45	27.5
45-70	24.7
70-100	27.6

— Capacité pour l'eau:

Profondeur en cm	HE %	% eau à		
		pF2.5	pF3	pF4.2
0-15	31.3	32.6	27.2	21.2
40-60	31.2	31.5	27.8	21.9
90-100	29.2	31.5	26.6	20.3

— Vitesse d'infiltration:

Surface : 20 — 60 mm/h
40 cm : 6 — 60 mm/h

Variation des caractéristiques

Couleur : La couleur de ces sols varie du brun foncé au brun-gris foncé.

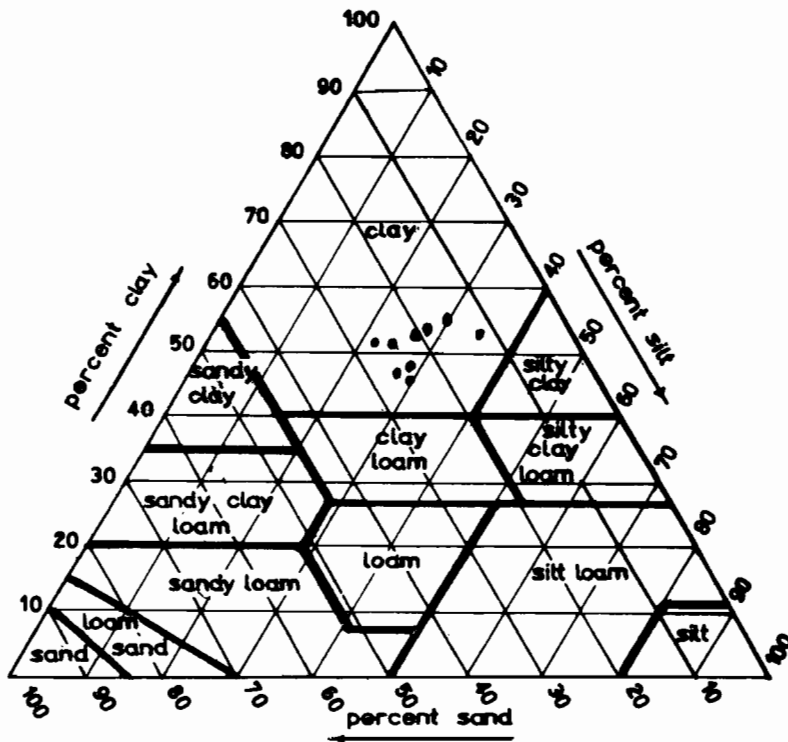
Texture : La texture est toujours très argileuse, la teneur en argile est généralement entre 50 et 55%, rarement 47%.

Profondeur : Ces sols sont toujours profonds, leur profondeur est limitée par la nappe phréatique qui est généralement à 100 cm de profondeur.

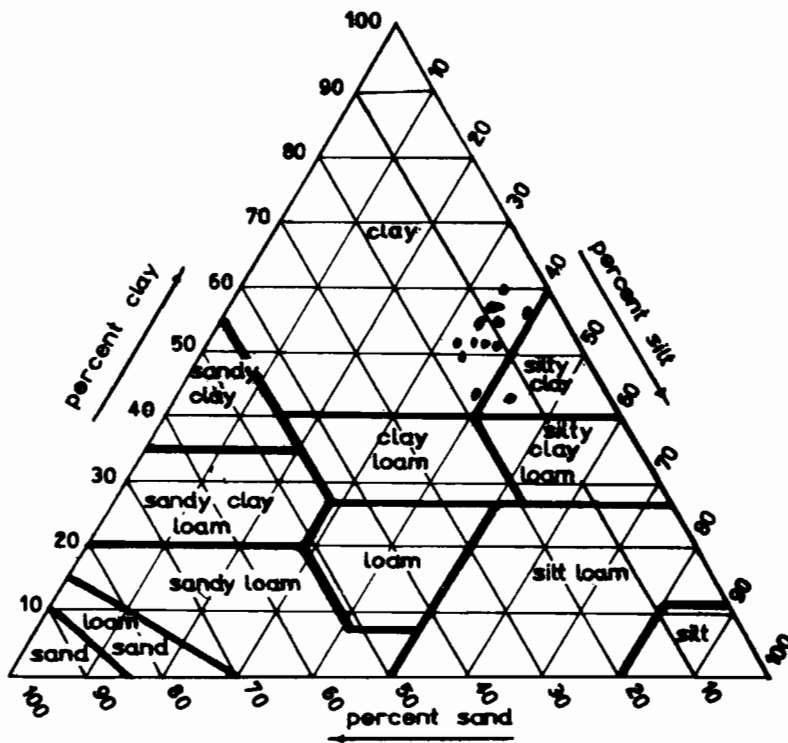
Calcaire : Ces sols sont non calcaires sur 60 cm de profondeur, et deviennent peu calcaires (5-12%) à + 60 cm.

Etat de surface : La surface est très fendillée, ces fentes n'apparaissent plus quand le sol est humide.

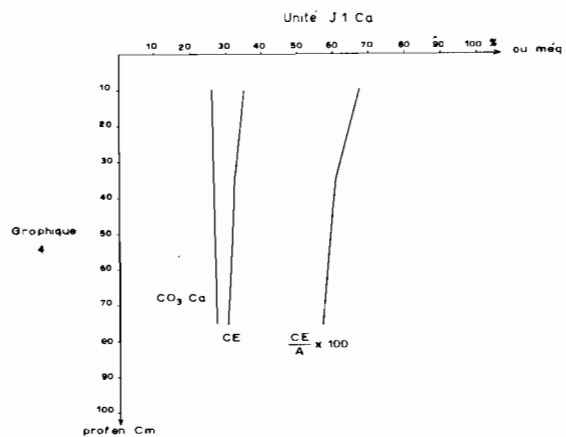
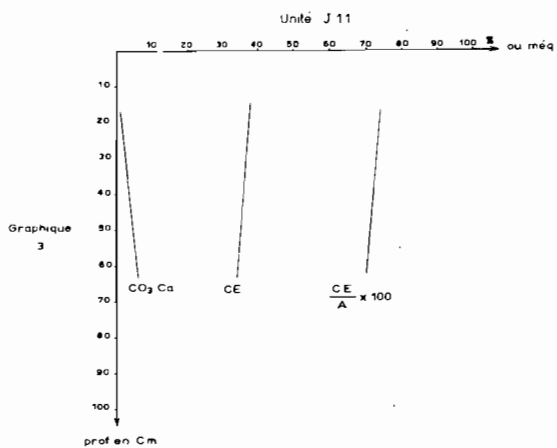
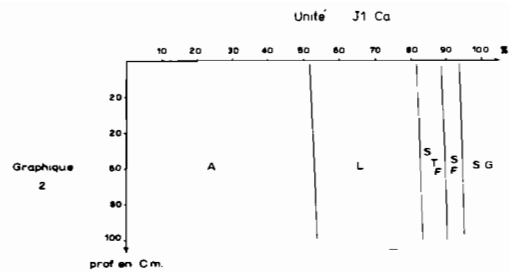
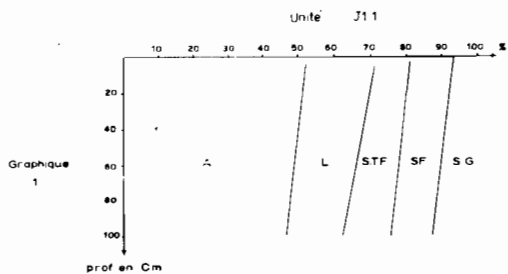
Hydromorphie : L'hydromorphie des horizons profonds se manifestent par une réduction poussée rendant la couleur du sol olivâtre, ou bien par des tâches ôcre-rouilles avec formation de granules calcaires jaunâtres.



J 1.1



J 1.Ca



Complexe absorbant : La capacité d'échange est élevée et varie entre 30 et 40 méq/100g de sol.

Matière organique : La teneur en matière organique varie entre 1.5 et 2.5% en surface. Cette teneur baisse lentement avec la profondeur et reste de l'ordre de 1% vers 80 cm.

C/N : Varie entre 10 et 14.

Sur les pages suivantes sont représentées les textures des horizons de surface, la granulométrie, la capacité d'échange pour 100g d'argile pour l'unité J1.1 (moyenne de 2 profils) et la phase calcaire J1. Ca (moyenne de 12 profils).

Les triangles de texture montrent que la surface de l'unité J1.1 et de sa phase J1.Ca est toujours argileuse, avec la différence que pour des teneurs en argile sensiblement égales, J1.Ca a davantage de silt que J1.1. Les graphiques 1 et 2 montrent que cette texture argileuse ne change que très légèrement avec la profondeur, la somme des éléments fins (Argile + limon + Sables très fins) est de 75-80% (J1.) et de 90% dans les sols J1.Ca.

Les graphiques 3 et 4 indiquent de très faibles teneurs en calcaires total pour l'unité J1.1 (1% en surface, 5% en profondeur), et des teneurs de 26 à 28% pour la phase J1.Ca, ils indiquent aussi une capacité d'échange élevée pour ces deux sols: 30 à 40 méq/100g de sol. La capacité d'échange pour 100g d'argile étant de 60 à 75 méq.

8 — Série En Nasriyé.

Vertisols noirs, calcaires, très argileux, hydromorphes en profondeur. Cette série fait partie de l'unité J1v.

Profil type : K 205

Situation : Coordonnées : 35°, 52', 11" E — 33°, 45', 55" N
Altitude : 869 m

Description :

- 0-30 cm : brun-gris très foncé en sec et humide (10YR3/2); très argileux; structure polyédrique angulaire, très dur à l'état sec, très ferme à l'état humide, peu collant et plastique à l'état trempé, calcaire, amas et granules calcaires, larges fentes verticales, limite claire et ondulée.
- 30-50 cm : brun et brun-gris très foncé en mélange (10YR5/3) et (10YR3/2); très argileux; structure polyédrique angulaire grosse bien développée; très dur à l'état

sec; ferme à l'état humide; peu collant et plastique à l'état trempé; calcaire; tâches jaunâtres d'hydromorphie, présence d'amas et granules calcaires, larges fentes verticales, limite claire et ondulée.

50-90 cm : brun gris foncé en sec et humide (10YR4/2); très argileux; structure prismatique grosse bien développée à tendance cubique, les prismes ont des facettes gauchies et luisantes, présence de tâches d'hydromorphie de couleur gris très foncé (2.5Y3/5), calcaire, très dur à l'état sec, très ferme à l'état humide, peu collant et plastique à l'état trempé, limite graduelle et ondulée.

90-100 cm : brun très foncé et brun-olive en mélange (10YR2/2 + 2.5Y4/4); en humide la couleur devient brun-olive (2.5Y4/4); très argileux; humide; structure polyédrique angulaire fine bien développée, les polyédres ont des facettes très luisantes, friable à l'état humide, collant et plastique à l'état trempé, limite très graduelle et ondulée.

115-180 cm : horizon identique au précédent sauf que la couleur y est brun très foncé à franchement noir (10YR2/1 à 10YR2/2).

180 cm : eau

Analyse granulométrique

Profondeur	Fractions en% de terre fine, en micron				
	0-2	2-20	20-50	50-200	200-2000
0-30	52.5	18.5	8.0	10.1	7.0
30-50	50.0	26.0	8.1	8.7	5.4
50-90	53.0	32.0	10.0	3.2	1.3
90-115	73.5	18.0	2.1	2.7	1.1

Analyse chimique

Prof. Cm	pH H2O	CO3Ca		Bases échangeables, méq/100g							
		Tot	Act	Ca	Mg	K	Na	Somme	CEC	M.O	C/N
0-30	8.4	20.5	6.0	35.6	3.6	0.30	0.78	40.28	41.2	2.09	10.1
30-50	8.5	32.0	11.0	26.4	2.4	0.25	0.69	29.74	30.6	1.42	10.2
50-90	8.4	31.5	12.5	20.8	5.2	0.25	0.78	27.03	27.6	1.35	13.2
90-115	8.2	2.0	0	52.8	9.2	0.30	1.65	63.95	66.4	1.82	7.6

Caractéristiques hydrodynamiques: (Profil CH. 13)

— Densité apparente:

Profondeur	d.a
Surface	0.92
40 cm	1.10

— Profil hydrique:

Profondeur	eau en% de la terre sèche
0-15	38.4
15-30	38.1
30-45	45.0
45-70	38.1
70-100	33.8

— Capacité pour l'eau:

Profondeur	HE %	% eau à		
		pF2.5	pF3	pF4.2
0-15	39.2	40.1	35.4	27.4
15-50	42.0	41.9	37.1	28.7
50-80	41.0	41.9	36.7	28.8

— Vitesse d'infiltration:

Surface : mesure très difficile à cause des fentes de retrait.
40 cm : inférieure à 6 mm/h.

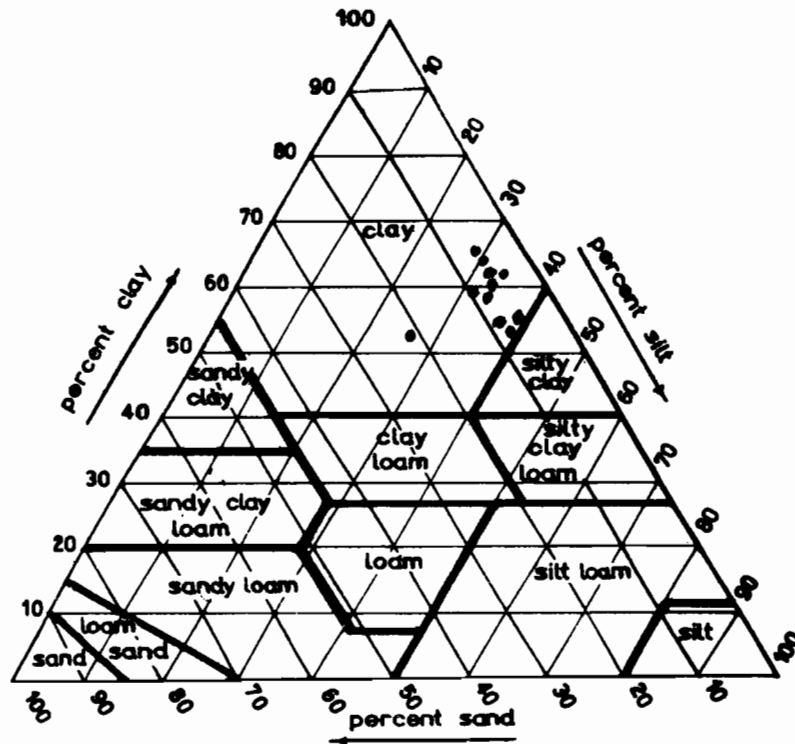
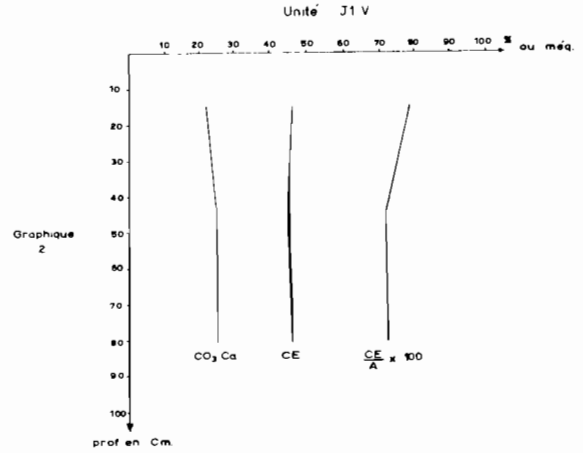
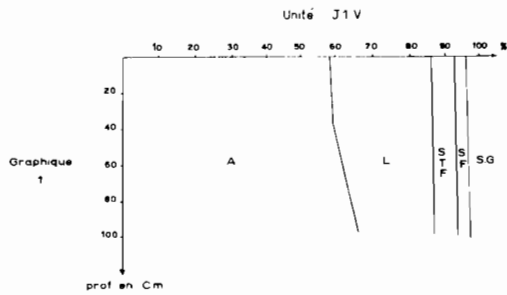
Variation des caractéristiques

Couleur : Varie entre le brun foncé et le brun-gris foncé, parfois brun-gris très foncé.

Texture : La texture de ces sols est toujours très argileuse, la teneur en argile est toujours supérieure à 50% et est comprise entre 50 et 65%.

Etat de la surface : Ces sols ont toujours une surface très fendillée quand ils sont secs, ces fentes ont souvent 5 — 6 cm de largeur.

Profondeur : Toujours supérieure à 150 cm.



J 1.V

Complexe absorbant : La capacité d'échange est toujours élevée et varie entre 40 et 56 méq/100g.

Calcaire : La teneur en calcaire en surface varie entre 10 et 27%.

pH : Le pH de ces sols varie beaucoup: entre 7.8 et 8.4.

Matière organique : La teneur en matière organique est supérieure à 2 et est comprise entre 2 et 2.8%, en outre cette teneur reste assez élevée en profondeur et est de l'ordre de 1 à 2% à 1m.

C/N : Ce rapport varie entre 10 et 17%.

Le triangle de texture de la page suivante représente la répartition de la texture de surface de cette unité, le graphe 1 indique une texture lourde (94% d'éléments fins) sur toute l'épaisseur du sol et sans grande variation avec la profondeur, le graphique 2 montre des teneurs en calcaire de 22-24% sur toute la profondeur du sol, et une capacité d'échange élevée de l'ordre de 45 méq/100g de sol. Ce graphique montre aussi que l'argile des 50 premiers centimètres a une capacité d'échange légèrement plus élevée (72-80 méq) que celle des horizons sous-jacents (72 méq).

9 — Série Tel AKhdar.

Sols brun-gris foncés à brun-gris très foncés, argileux, calcaires, profonds, hydromorphes, Cette série fait partie de l'unité H2.

Profil type : K 221

Situation : Coordonnées : 33°, 45' 20" N — 35°, 49' 43" E
 Altitude : 864 m.

Description :

- 0-40 cm : brun-gris foncé en sec et humide (10YR3/2); argileux; humide; structure polyédrique subangulaire fine, moyennement développée, calcaire, ferme à l'état humide, collant et plastique à l'état trempé, limite claire et régulière.
- 40-60 cm : même couleur, argileux, structure polyédrique angulaire moyenne, moyennement développée, calcaire, ferme à l'état humide, collant et plastique à l'état trempé, présence de petites concrétions calcaires de 1 à 2 mm de diamètre; présence de microcoquillages, limite claire et ondulée.

60-95 cm : brun-olive (2.5Y4/4) en humide, argileux, calcaire, structure polyédrique angulaire moyenne, moyennement développée, microstructure polyédrique angulaire fine bien développée, les facettes des polyèdres sont luisantes, ferme à l'état humide, collant et plastique à l'état trempé, présence de tâches de couleur 2.5Y3/2, limite claire et régulière.

95-115 cm : brun-gris très foncé (2.5Y3/2); argileux, calcaire; très humide; structure polyédrique angulaire moyenne se délitant en polyédrique fine bien développée avec facettes luisantes tâchetées de 2.5Y4/4; ferme à l'état humide; très collant et très plastique à l'état trempé.

115 cm : eau

Analyse granulométrique

Prof Cm	Fractions en% de terre fine, en micron				
	0-2	2-20	20-50	50-200	200-2000
0-20	59.0	27.5	5.9	2.8	1.8
40-60	59.5	28.5	5.7	2.8	2.1
65-85	56.5	30.5	6.7	2.1	1.7
100-100	52.5	25.0	12.0	4.9	1.7

Analyse chimique

Prof. Cm	pH Cm	CO ₃ Ca		Bases échangeables méq./100g							
		H ₂ O	Tot	Act	Mg	K	Na	Somme	CEC	M.O	C/N
0-20	8.1	20.0	8.0	35.2	4.8	0.46	0.78	41.2	41.2	2.75	22.8
40-60	8.2	20.5	8.0	34.0	4.8	0.46	0.86	40.12	40.6	2.75	16.0
65-85	8.2	27.5	11.5	23.6	5.2	0.25	0.69	29.74	32.40	1.8	7.5
100-110	8.3	38.5	10.0	24.8	6.0	0.25	0.78	31.83	34.0	2.08	12.0

Caractéristiques hydrodynamiques:

— Densité apparente:

Profondeur	d.a
Surface	1.09
40 cm	1.50

— Profil hydrique:

Profondeur en cm	eau en% de terre sèche
0-15	25.3
15-30	21.0
30-45	22.5
45-70	23.2

— Capacité pour l'eau:

Profondeur en cm	H.L.ε %	% eau à		
		pF2.5	pF3	pF4.2
Surface	30.9	40.5	30.6	27.3
35-50	32.9	37.2	24.9	24.7
70-85	29.3	33.8	26.1	23.8

— Vitesse d'infiltration:

Surface : 20 à 60 mm/h
40 cm : variable: de 6 à 60 mm/h

Observation générales:

Une mince pellicule grisâtre ou ôcre est souvent visible sur la surface desséchée de ces sols, elle serait due à une remontée de la solution du sol et son évaporation en surface. Aussi des microcoquillages sont très souvent visibles en surface et dans le profil.

Variation des caractéristiques

Couleur : Toujours foncée, la couleur de ces sols a un «Chroma» compris entre 1 et 2 et qui ne change pas avec l'humidité, son «Value» est de 3 à 4 et descend généralement d'une unité avec l'humidité.

Texture : L'unité H2 est toujours argileuse à très argileuse, la teneur en argile varie entre 42 et 59%. Ces sols reposent souvent sur une argile jaunâtre. Des phases limoneuses (H2L) ou reposant sur du limon (H2/L) ont été trouvées et délimitées.

Profondeur : La profondeur de ces sols est généralement supérieure à 1 m; parfois la nappe d'eau est à 80 cm ou même à 60 cm.

Hydromorphie : Les tâches d'hydromorphie apparaissent toujours à 30 — 50 cm de profondeur, l'horizon de surface est un peu mieux aéré mais sa couleur indique quand même un certain degré d'hydromorphie.

Calcaire : La teneur en calcaire total des horizons superficiels varie entre 15 et 37%, elle augmente légèrement avec la profondeur, la teneur en calcaire actif varie entre 8 et 17%.

le limon qui couvre ces sols (phase H2L) ou qui passe en dessous (H2/L) est plus calcaire: 50 à 80% de calcaire total dont seulement 13 à 16% de calcaire actif.

Complexe absorbant : La capacité d'échange de ces sols est élevée et varie entre 40 et 64 méq/100g. Les sols de la phase limoneuse ont une capacité d'échange comprise entre 35 et 40, les horizons limoneux de la phase H2/L n'ont que 10 à 25 méq/100g.

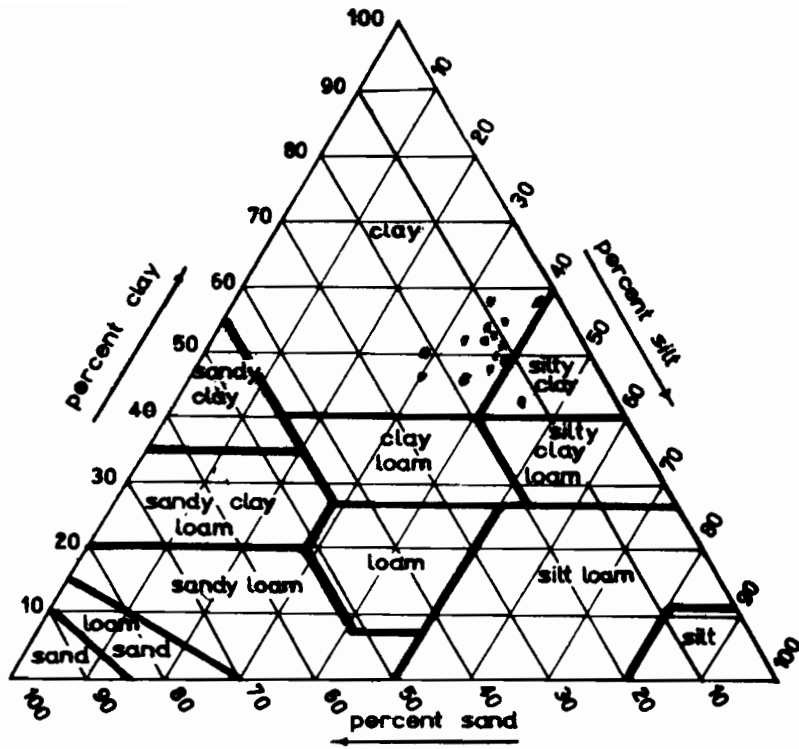
Matière organique : Ces sols sont relativement riches en matière organique dont le taux en surface varie entre 2 et 3 % et est à 100 cm de profondeur de 1 — 2% environ.

C/N : Ce rapport est très variable suivant l'état d'hydromorphie de la surface de ces sols et varie ainsi entre 11 et 30.

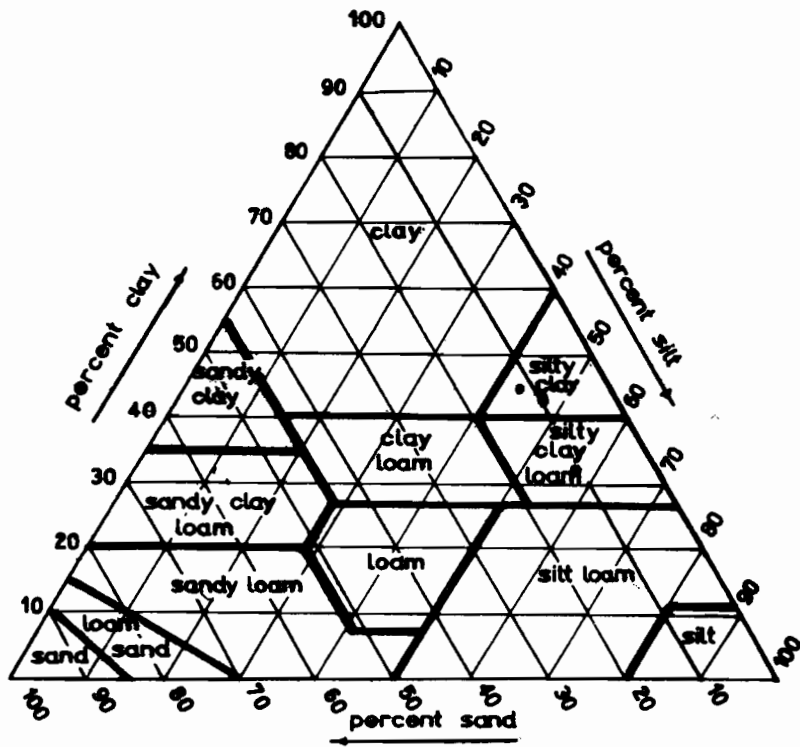
Sur les pages suivantes sont représentées la répartition de la texture de surface sur le triangle de texture, la granulométrie, la teneur en calcaire, la capacité d'échange pour 100g de sol et la capacité d'échange pour 100g d'argile (Moyenne de 15 profils).

Les graphiques des textures (unité H2 et phases H2L et H2/L) montrent nettement la nature argileuse de l'unité H2 sur toute l'épaisseur du sol (environ 50% d'argile, et 58-87% d'éléments fins (Argile + limon + sables très fins). Le graphique de la phase H2L montre une augmentation sensible des teneurs en éléments fins à partir de 40 cm de profondeur, par contre la phase H2/L montre une diminution nette mais progressive de ces éléments depuis la surface jusqu'à 40-50 cm de profondeur (l'argile, par exemple, baisse de 52% à 21% environ).

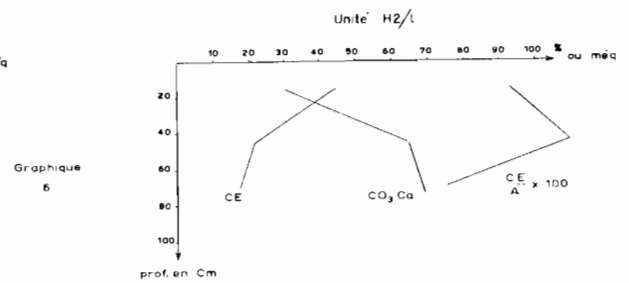
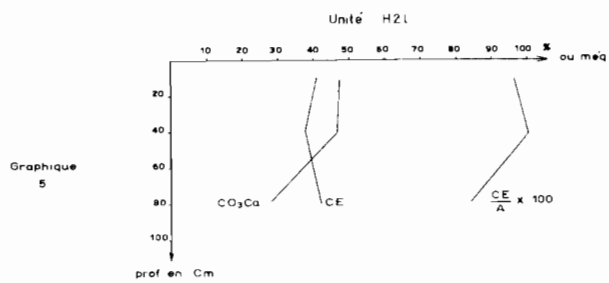
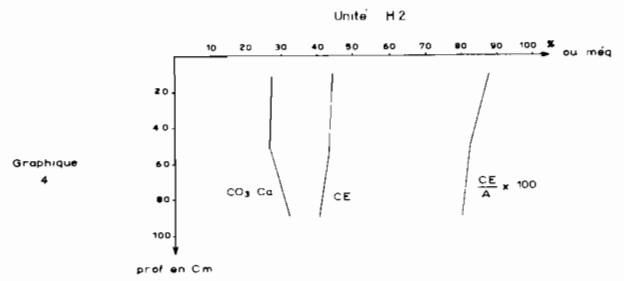
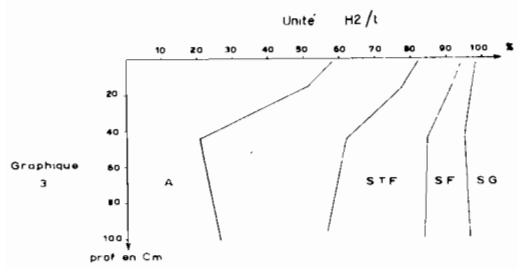
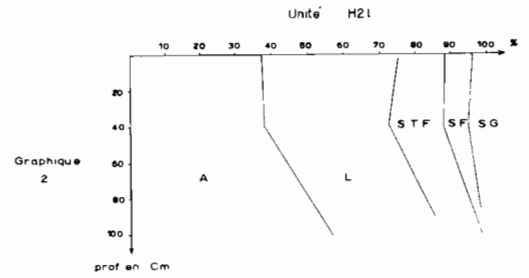
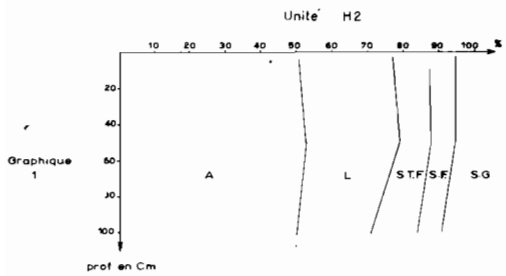
La teneur moyenne en calcaire total est aussi relativement constante sur toute l'épaisseur des sols H2 et est de l'ordre de 27 à 32% (graphique 4), par contre la phase limoneuse (graphique 5) a une teneur en calcaire de 48% en surface et qui diminue à partir de 40 cm de profondeur pour arriver à 28% environ. La phase H2/L (graphique 6), présente le phénomène inverse: 30% de calcaire en surface et 69 en profondeur. Ceci montre clairement que le limon, couvrant ou passant en dessous des sols argileux H2, est beaucoup plus calcaire que le dépôt argileux formant l'unité principale H2. En outre les graphiques 4,5 et 6 montrent que ces sols ont une capacité d'échange très élevée (40-45 méq/100g de sol environ) les horizon inférieurs de la phase H2/L n'ont, par contre, qu'une capacité d'échange



H 2



H 2L



moyenne: 20-30 méq. Il est aussi à noter que l'argile de ces sols a une capacité d'échange très élevée: 80 à 100 méq/100g d'argile.

IV — PROPRIETES HYDRIQUES ET HYDRODYNAMIQUES.

Dans le chapitre précédent, nous avons simplement donné un aperçu des principales caractéristiques hydriques et hydrodynamiques de chacune des séries de sols inventoriés. Ici, nous chercherons à mieux faire ressortir les affinités ou les disparités qui transparaissent d'une série à l'autre sur le plan physique, en établissant en particulier un certain nombre de corrélations entre constantes hydriques et paramètres texturaux.

Nous aborderons le problème des relations sol/eau, tout d'abord sur un plan statique, en présentant pour chacune des séries principales les valeurs moyennes du domaine d'eau utile, puis nous l'envisagerons sous un angle dynamique en faisant état des fluctuations enregistrées dans les mesures de vitesses d'infiltration.

1 — Le Domaine d'Eau Utile

1-1 — L'Eau Utile ponderale.

Dans l'état actuel de nos connaissances sur les sols libanais, il semble que la meilleure estimation de cette grandeur soit fournie par la différence $HE - H_f$, HE désignant l'Humidité équivalente déterminée à l'aide d'une centrifugeuse spéciale, H_f l'Humidité au point de flétrissement obtenue avec une presse à membrane.

a) L'Humidité au point de flétrissement

On sait que cette humidité est principalement fonction de l'importance des surfaces adsorbantes qu'elles soient d'origine minérale ou organique. Comme dans la grande majorité des sols étudiés la prédominance de la fraction minérale est assez nette, nous avons cherché à voir de quelles façons se répartissaient les points représentatifs de nos divers échantillons sur un graphique comportant en ordonnée le taux d'Humidité H_f et en abscisse le taux d'argile a ou d'éléments fins ($a+1$).

Un premier examen rapide de cette répartition nous ayant révélé l'existence de regroupements préférentiels par grande unité géomorphologique, nous avons alors reporté sur deux graphiques distincts «les points représentatifs des échantillons de sols» (dans la suite de l'exposé nous dirons plus simplement «les sols») évoluant dans les matériaux des glacis et bas glacis d'accumulation d'une part et dans les alluvions récentes d'autre part. Une étude plus attentive du premier regroupement nous ayant permis d'expliquer certaines ano-

malies apparentes, nous avons finalement établi trois graphiques correspondant aux unités cartographiques, aux types de sols et aux ensembles géomorphologiques suivants:

— graphique 1: unités cartographiques C 1 — G 1 — G 2 — M/J 1.1 — J 1.Ca — J 2 — J 4. Types de sols: sols sablo-argileux à argileux ne présentant pas de caractères vertiques ou hydromorphes accusés sur une épaisseur d'au moins un mètre (par la suite nous les appellerons sols G). Géomorphologie: glacis, interglacis et partie «amont» du bas glacis.

— graphique 2 : unité cartographique : J 1 et une bande de sols H2. Type de sols: sols argileux à très argileux où la morphologie «vertique» est parfois associée à certains symptômes d'hydromorphie (sols V). Géomorphologie: partie «aval» des bas glacis.

— graphique 3 : unités cartographiques: H2. Types de sols: sols hydromorphes généralement complexes évoluant sur des matériaux pouvant être limono-calcaires ou argilo-limoneux ou argileux (sols H). Géomorphologie: poche alluviale.

Les équations des droites de régression établies pour chaque catégorie de sols et les coefficients de corrélation correspondants sont les suivants:

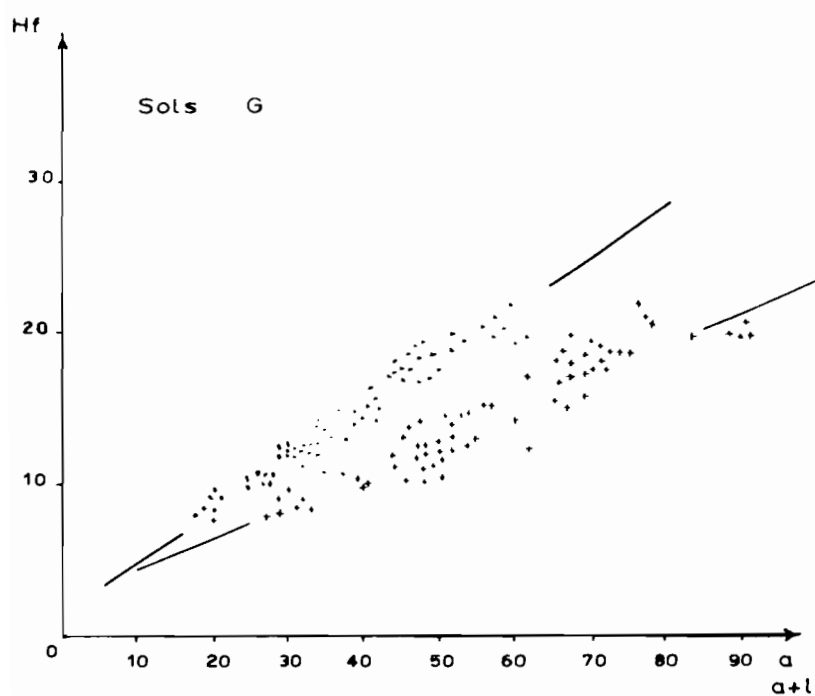
sols G	$H_f = 0,33 a + 1,8$	$r = 0,85$	$H_f = 0,22 (a+1) + 2,0$	$r' = 0,81$
sols V	$H_f = 0,45 a - 2,1$	$r = 0,96$	$H_f = 0,33 (a+1) - 2,7$	$r' = 0,75$
sols H	$H_f = 0,44 a + 2,9$	$r = 0,96$	$H_f = 0,47 (a+1) - 12,7$	$r' = 0,82$

De la position relative de toutes ces droites (of. graphique 4) nous pouvons tirer un certain nombre de remarques:

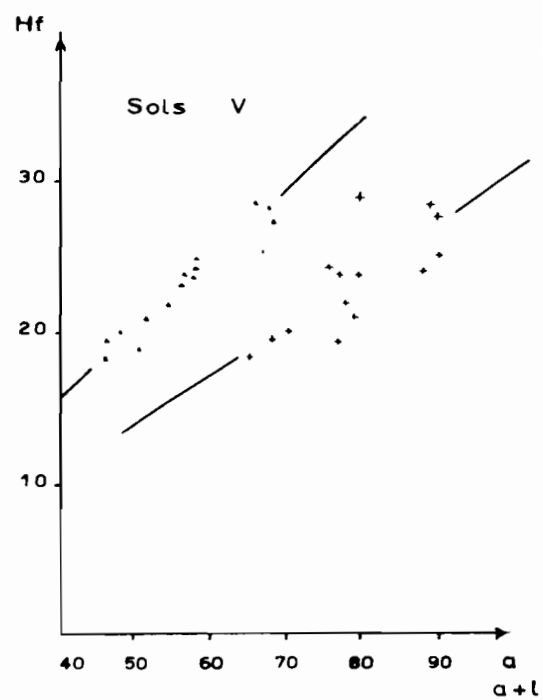
— alors que les teneurs en limons fins sont approximativement constantes dans les sols H (30% en moyenne) elles auraient tendance (à mesure que la texture s'alourdit) à devenir plus élevées dans les sols G et plus faibles dans les sols V. Notons toutefois qu'en moyenne les plus fortes teneurs en limons fins des sols G restent légèrement inférieures aux plus faibles teneurs des sols H, mais sont très voisines de celles des sols V. Autrement dit il existe une sorte de gradient dans les teneurs en limons fins quand on passe des sols de glacis aux sols alluviaux.

— le parallélisme des droites H_f/a des sols H et V semblerait prouver, compte tenu de la position relative des droites $H_f/a + 1$, que les contenus minéralogiques de ces deux catégories de sols sont assez voisins. Le décalage vers les ordonnées croissantes des sols H s'expliquerait par de plus fortes teneurs en limons fins et en matières organiques; les coefficients angulaires plus faibles des droites H_f/a et $H_f/a + 1$ des sols G pourraient être le reflet d'une quantité moindre d'argiles gonflantes à fort pouvoir d'adsorption. Ces dernières présomptions sont d'ailleurs partiellement confirmées par les variations en fonction du type de sol des rapports T/a (capacité d'échange en méq %/teneur en argile): Généralement compris entre 50 et 70% dans les sols G, ils oscillent entre 70 et 90% dans les sols V et entre 80 et 100% dans les sols H.

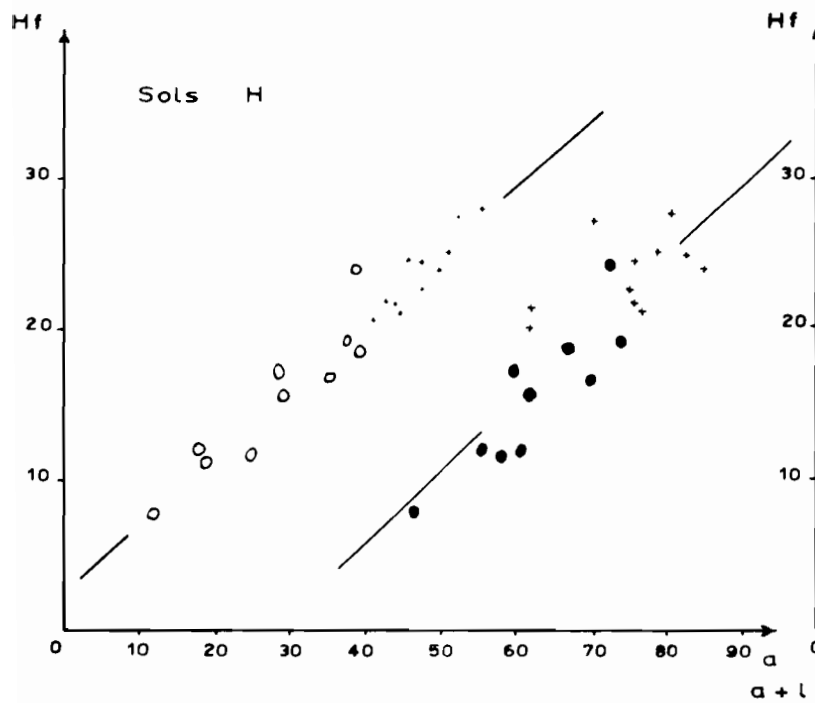
Relations Hf/a et $Hf/a+l$ dans divers types de sols



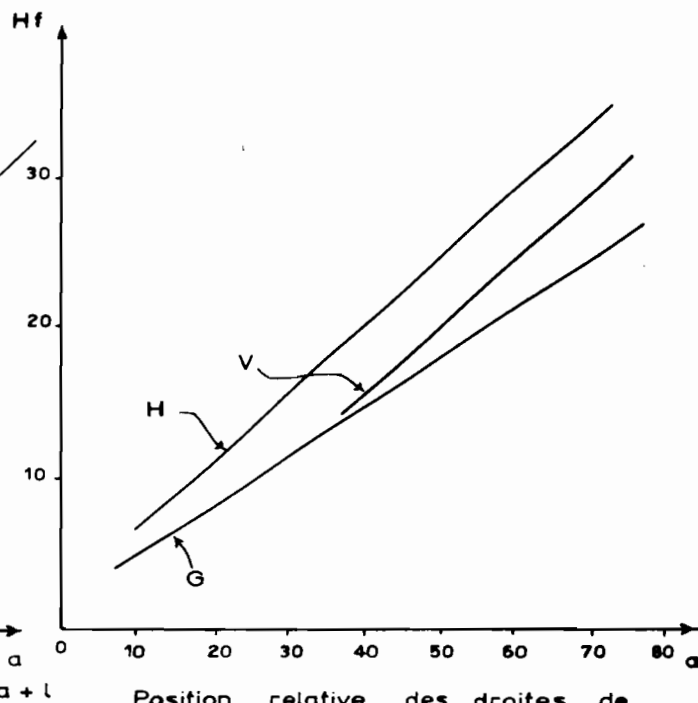
— Graphique 1



— Graphique 2

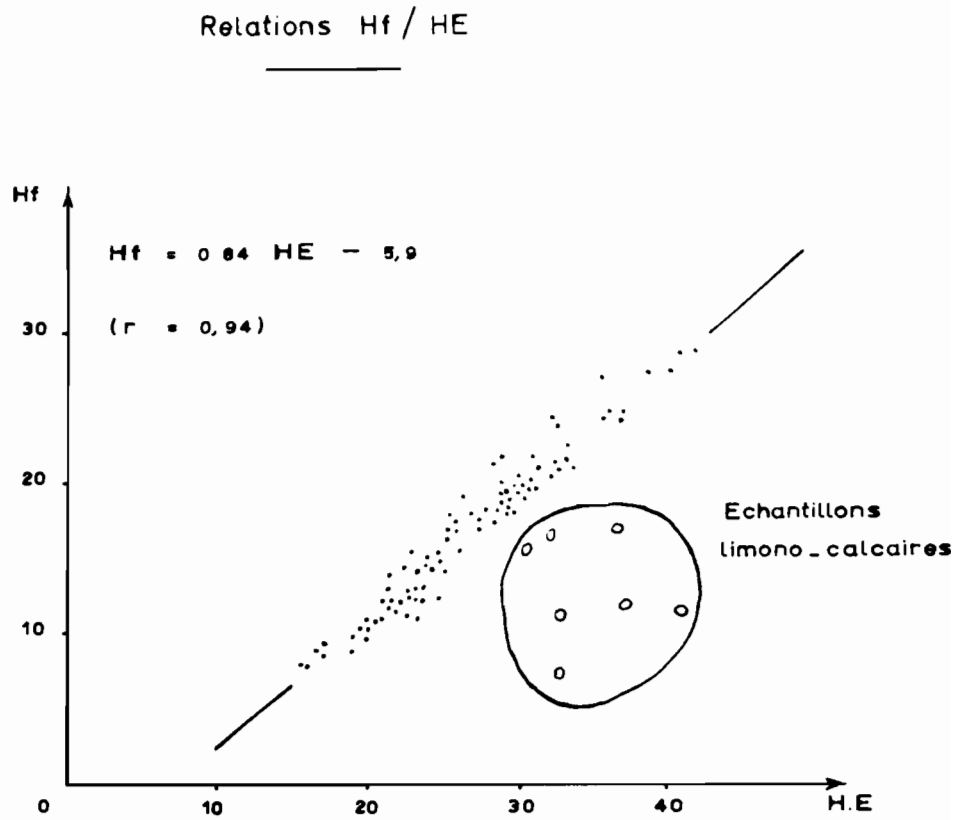


— Graphique 3

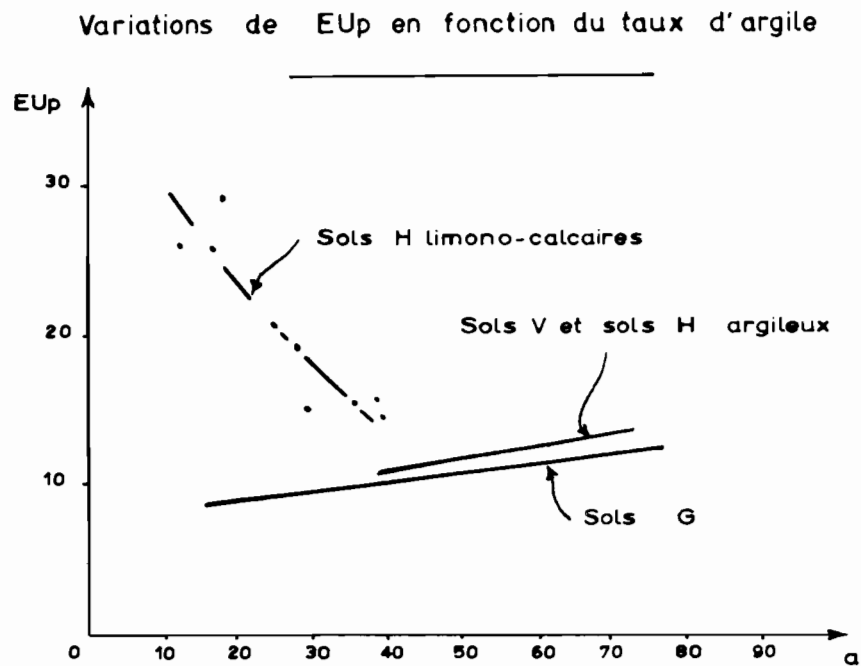


— Graphique 4

Graphique
5



Graphique
6



— la superposition approximative des droites $H_f/a + 1$ des sols V et H semble également prouver que le rôle différentiel joué par la matière organique dans tous ces sols «isohumiques» sur la rétention à pF 4,2 peut être considéré comme négligeable. Pour illustrer ce propos on peut citer l'exemple du profil CH 27 où dans un même matériau pauvre en argile (18%) le taux d'humidité au point de flétrissement ne s'accroît que d'une demi unité (12 contre 11,5) quand la teneur en matière organique ($C/N = 14$) passe de 1,76 à 4,34%

En bref, il est réconfortant de constater que l'allure du faisceau de droites reporté sur le graphique 4 est en parfait accord non seulement avec nos données de terrain (position des profils dans le paysage; couleur et structure des horizons) mais encore avec nos principaux résultats d'analyses (texture; capacité d'échange). Cette dernière remarque nous permet donc déjà de justifier l'utilisation ultérieure de ces diverses équations et en particulier des corrélations très étroites établies entre l'humidité au point de flétrissement et la teneur en argile pour quantifier comparativement certaines limitations d'ordre physique.

b) Relations entre H_f et H_E (graphique 5)

La grande majorité des points représentatifs de tous les échantillons analysés s'aligne de part et d'autre d'une droite sensiblement parallèle à la première bissectrice. Seuls ne font exception à cette règle générale que les échantillons provenant de matériaux à la fois riches en limons (plus de 45%) et en calcaire (plus de 50%). Sans tenir compte de ces derniers, nous avons calculé l'équation de la droite de regression, qui est la suivante:

$$H_f = 0,84 H_E - 5,9 \qquad r = 0,94$$

Cette corrélation là encore très étroite sera exploitée dans les prochains paragraphes pour fournir des évaluations chiffrées moyennes assez significatives.

Aucune corrélation n'a pu être établie entre H_f et H_E dans les échantillons limono-calcaires.

c) Relations entre Eau Utile pondérale et teneur en argile (graphique 6)

Pour les sols G, V et H qui n'évoluent pas dans des matériaux limono-calcaire, la combinaison des diverses équations établies précédemment nous fournit les relations suivantes:

$$\text{sols G : } E_{up} = 0,19 (0,33a + 1,8) + 7,0 = 0,06a + 7,3$$

$$\text{sols V : } E_{up} = 0,19 (0,45a - 2,1) + 7,0 = 0,08a + 7,4$$

$$\text{sols H : } E_{up} = 0,19 (0,44a + 2,9) + 7,0 = 0,08a + 7,5$$

Dans tous les cas E_{up} est une fonction légèrement croissante de la teneur en argile.

Pour les échantillons provenant des niveaux limonocalcaires, c'est le phénomène inverse qui se produit: E_{up} diminue à mesure que la quantité d'argile augmente. Par contre si l'on

remplace la teneur en argile par la teneur en limons totaux ou encore par le taux de calcaire total, Eup apparaît alors comme une fonction croissante de ces deux variables. Ces résultats prouvent que, dans ce type de matériau où les rapports limons totaux/argile sont toujours supérieurs à 1 et où les fractions granulométriques supérieures à 2 microns sont presque essentiellement de nature calcaire, les limons jouent un très grand rôle dans les phénomènes de rétention, tout au moins à pF relativement bas ($pF < 3$).

En tenant compte de la gamme texturale de chaque grande catégorie de sol, nous avons représenté sur le graphique 6 les variations de Eup en fonction de a; le tracé approximatif de la «courbe» de régression relative au matériau limono-calcaire fait ressortir son comportement hydrique très particulier. Nous avons en outre calculé les limites des intervalles de variation de Eup; l'eau utile pondérale est comprise:

dans les sols G: entre 8 et 11%,

dans les sols V: entre 10 et 13%,

dans les sols H évoluant sur matériaux argilo-limoneux ou argileux: entre 11 et 13%,

dans les sols H évoluant sur matériaux limono-calcaires: entre 14 et 29%.

1 - 2 — La Porosité.

Afin de bien préciser la signification des symboles utilisés dans ce paragraphe, nous rappellerons que, si Pt désigne la Porosité totale, Pu la Porosité utile, Mp la Macroporosité ou Capacité pour l'air, da la Densité apparente, dr la Densité réelle et Hm l'Humidité maximale à saturation, il existe entre ces diverses grandeurs les relations suivantes:

$$Pt = (1 - da/dr) \times 100 = Hm \times da$$

$$Pu = HE \times da$$

$$Mp = Pt - Pu = (Hm - HE) \times da$$

a) La Densité réelle

Elle n'a été déterminée que sur un nombre d'échantillons limité, choisis de façon à mettre en relief l'influence éventuelle des teneurs élevées en argile ou en matière organique.

Il ressort de l'examen des résultats que le sens des variations autour de la valeur théorique moyenne 2,65 s'avère indépendant de l'importance relative de ces deux constituants. Les valeurs obtenues oscillant entre 2,6 et 2,7 nous adopterons donc pour nos calculs ultérieurs la valeur théorique.

b) La Densité apparente

Cette densité dépendant à la fois de caractéristiques intrinsèques et d'un certain nombre de facteurs externes (humidité, façons culturales), nous avons tenu à faire état de ces derniers dans le tableau I ci-joint où ont été rassemblés les résultats. Il est à noter que nous n'avons pas pris en considération les quelques résultats de mesures effectuées sur des terres trop sèches, assez fortement craquelées.

TABLEAU I

Sol		Horizon Ap (0-10)			np	Horizon B/C (40-50)			Remarques
unité	profil	H%	l	c		H%	l	np	(° = utilisation actuelle)
C 1	2	—			1,47°				° verger de pommiers
G 1	6	+	0,97			+	1,70		
	38	+		1,30°		+	1,59		° pommes de terre
M 1	3	+	0,96			+	1,53		
	5	+	1,11						cailloux en prof.
G 2	7	+	1,02						
	40	+		1,36°		+	1,43		° pommes de terre
J 1.1	25	+	1,33			+	1,57		
	34	—		1,02°		+	1,53		° vigne
J 1Ca	44	—				+	1,57		
	39	+	0,98			+	1,34		
	9	—	0,94			—	1,70		
J 4.1	8	+		1,28°		+	1,43		° maïs
J 4.2	35	+		1,11°		+	1,43		° pommes de terre
J 1.V	13	++	0,92			+	1,10		
	15	++	1,01			++	1,23		
	45	—				—	1,54		
H 2 l	20	—			1,14	+	1,15) niveau limono-
	26	+			0,61	+	0,61) calcaire
H 2/l	27	+	0,79			+	1,07) à 40 cm
	24	—	0,94			+	1,40		
H 2	21	—	1,09			+	1,50		
	22	+	1,02			+	1,30		
	30	+		1,32°		+	1,59		° pommes de terre
	31	+		0,81°		+	1,23		° maïs
	32	+		1,23°		+	1,00		° maïs
	33	+		1,10°		+	1,31		° maïs

signification des symboles et abréviations:

H % : taux d'humidité de l'horizon (— légèrement inférieur à Hf
 (+ compris entre Hf et HE
 (++ légèrement supérieur à HE

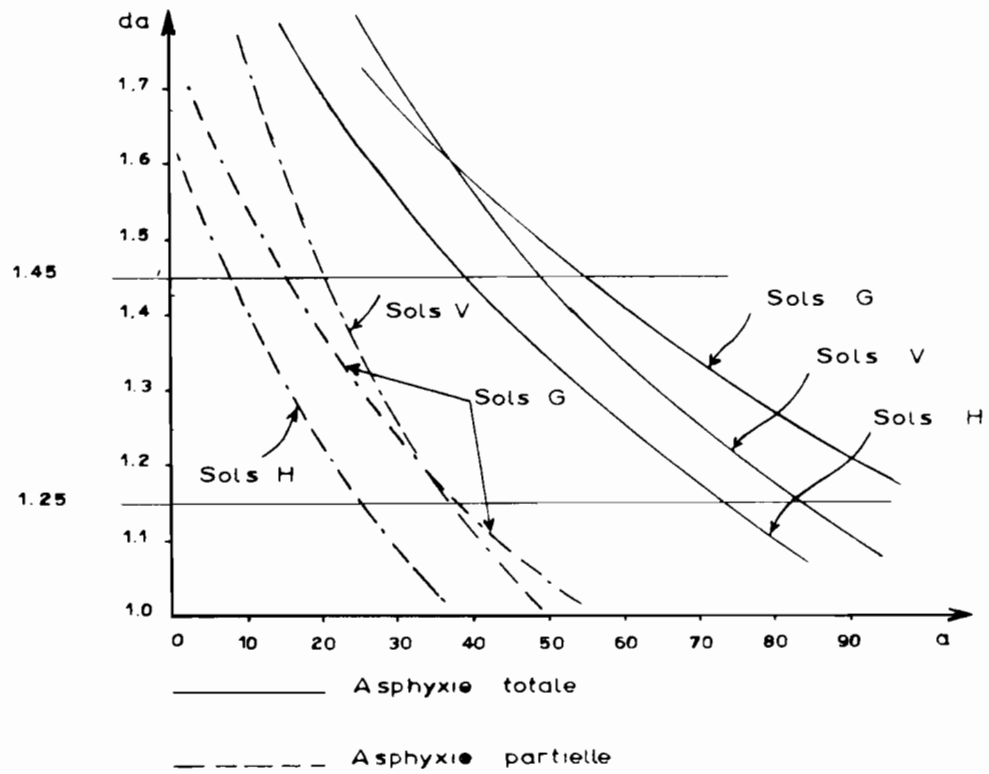
l : labour récent

c : cultivé

np: non perturbé depuis la fin de la saison culturale 1969.

Risques d'asphyxie pour des humidités voisines du point de rétention

Graphique
7



L'examen du tableau I fait nettement ressortir l'influence améliorante des façons culturales, quel que soit d'ailleurs le taux d'humidité du sol.

En surface dans les terres fraîchement labourées non encore mises en culture, la densité apparente est voisine de 1 dans tous les types de sols; dans les sols supportant une culture, travaillés depuis un certain temps, un léger tassement, dû en grande partie à l'irrigation, se fait déjà sentir; la moyenne des résultats est voisine de 1,2. Enfin, dans les horizons rarement perturbés (non irrigués ou irrigués par submersion: sols de verger) les valeurs de d_a sont sensiblement identiques à celles des horizons profonds.

A 40/50 cm, il nous a été également possible de tester l'influence d'un labour profond sur la porosité, dans des terres qui se situent en bordure immédiate du Litani; là au printemps, quand les sols sont suffisamment ressuyés les paysans mettent en œuvre un mode de préparation des terres assez spécial, comportant successivement les opérations suivantes: premier labour sur 50 cm; inondation des terres (dans le but d'éliminer une grande partie des rongeurs); travaux superficiels après un léger ressuyage et semis. Dans ce cas les valeurs obtenues ne diffèrent pratiquement pas de celles des horizons de surface (profils 13 et 15). Par contre dans les horizons profonds non perturbés il est rare de rencontrer des densités apparentes inférieures à 1,4, sauf toutefois dans les matériaux limono-calcaires qui s'avèrent être particulièrement poreux (profils 20 — 26 — 27).

Si l'on met de côté ces derniers matériaux où la densité apparente est voisine de 1 quel que soit l'état de préparation du terrain, on peut dire en résumé que d_a oscille entre 1,0 et 1,3 dans les horizons travaillés et entre 1,4 et 1,6 dans les horizons non perturbés ces valeurs correspondent respectivement à des porosités totales bonnes à moyennes (de 62 à 51%) et médiocres à mauvaises (de 47 à 39%).

c) Les risques d'asphyxie

Nous n'examinerons que les dangers d'asphyxie encourus par les horizons lorsque les conditions théoriquement optimales d'alimentation en eau de la plante sont remplies, c'est-à-dire lorsque le taux d'humidité est proche du point de rétention.

Voyons tout d'abord dans quelles conditions peut survenir une asphyxie totale.

Elle aura lieu lorsque la capacité pour l'air sera nulle, c'est-à-dire quand HE se trouvera supérieure ou égale à Hm. A l'aide des relations établies au paragraphe 1.1, on peut exprimer HE en fonction de la teneur en argile a ; d'un autre côté Hm est relié à la densité apparente par la relation $Hm = 100/d_a - 38$ (en adoptant $d_r = 2,65$).

L'inégalité $HE \geq Hm$ devient donc pour chacune des trois catégories de sols G, V et H :

$$\text{Sol G : } a \geq 256/d_a - 121 \quad (1)$$

$$\text{Sol V : } a \geq 187/d_a - 79 \quad (2)$$

$$\text{Sol H : } a \geq 191/d_a - 92 \quad (3)$$

D'un autre côté il est généralement admis qu'une asphyxie partielle peut se produire quand le volume occupé par la phase gazeuse est au plus égal au volume occupé par la phase liquide. Pour une humidité édaphique égale à l'humidité de rétention théorique (HE), cela revient à dire qu'il y aura asphyxie partielle quand $HE \geq Hm/2$.

Si, comme précédemment, on exprime cette inégalité en fonction d'une donnée texturale a et d'un paramètre de compacité da , on obtient pour chaque catégorie de sol les relations suivantes:

$$\text{Sol G : } a \geq 128/da - 72 \quad (4)$$

$$\text{Sol V : } a \geq 94/da - 44 \quad (5)$$

$$\text{Sol H : } a \geq 95/da - 57 \quad (6)$$

Ces six relations s'expriment graphiquement, dans un système de coordonnées comportant da en ordonnée et a en abscisse, par une série de branches d'hyperboles dont la position relative permet de formuler un certain nombre de remarques:

Les sols H apparaissent comme étant les plus asphyxiants et les sols G les mieux aérés.

Dans les horizons travaillés où da est pratiquement toujours inférieure à 1,3, il n'y aura aucun risque d'asphyxie totale, quel que soit le type de sol. Par contre une aération médiocre de ces horizons est à craindre dès que la teneur en argile excède 35% dans les sols V et G et 25% dans les sols H.

Dans les horizons non perturbés où da est fréquemment comprise entre 1,4 et 1,6, une asphyxie totale se manifesterà, dans les sols H pour des teneurs en argile supérieures à 40%, dans les sols V pour des teneurs supérieures à 50%. Dans les sols G plus légers dans l'ensemble, un engorgement total ne serait à craindre que dans les sols de bas glacis où le taux d'argile atteint 50%. L'asphyxie partielle n'épargnera que les sols sableux ou sablo-argileux renfermant moins de 25% d'argile.

Dans les matériaux limono-calcaires très poreux, l'aération sera toujours suffisante.

En conclusion à ce paragraphe il est bon de souligner que ces résultats ne peuvent expliquer que les phénomènes d'engorgement d'origine interne (endohydromorphie). Ils sont insuffisants pour rendre compte des symptômes visuels d'hydromorphie, dûs pour une large part à des conditions extérieures défavorables (exohydromorphie), liées soit à la présence d'une nappe perchée, soit à un mauvais drainage externe latéral ou vertical.

1 - 3 — Réserve Utile.

Pour déterminer cette grandeur, nous nous baserons tout d'abord sur les valeurs moyennes des gammes texturales relatives à chaque unité cartographique principale, ensuite

TABLEAU II

unité carto	Horizon Ap		Horizon BC	
	teneurs en argile	eau utile vol %	teneurs en argile	eau utile vol %
C1	40	12,5	50	15,2
C1p	50	13,1	55	15,5
G1.1	28	11,5	35	13,8
G1.3	23	11,2	23	13,0
G1.4	32	11,7	43	14,6
G2.1	30	11,6	34	13,8
G2.2	31	11,6	27	13,2
G2.3	34	11,9	34	13,8
M1.1	35	12,0	38	14,2
M1.2	36	12,1	36	13,9
M1.3	36	12,1	40	14,5
J1.1	50	13,1	50	15,2
J2.a	47	12,9	51	15,2
J4.1	32	11,7	35	13,8
J4.2	35	12,0	38	14,2
J1.Ca	52	13,2	53	13,0
J1.V	59	15,0	63	7,3
H2	51	14,5	50	8,7
H2/1	35	14,0	50	8,7
H2/1	61	15,6	23	24,2

sur les données d'humidité pondérales correspondantes fournies par les droites d'estimation précédemment établies, enfin sur des valeurs de la densité apparente jugées représentatives de l'ensemble des sols cartographiés, exception faite des sols évoluant sur matériau limono-calcaire. Des corrections à ces données brutes nous seront en outre imposées par la prise en considération de certains facteurs limitants d'origine mécanique ou hydrodynamique.

Le choix d'une valeur unique de la densité apparente pour chaque catégorie d'horizon peut se justifier, en faisant remarquer que l'intervalle de variations de d_a pour une catégorie donnée d'horizons travaillés ou non) est assez resserré et que l'adoption d'une donnée indépendante du type de sol nous permettra de dégager un certain nombre de disparités, non pas liées à d'éventuelles interventions extérieures souvent mal connues, mais inhérentes à la nature intrinsèque du support édaphique. La comparaison des valeurs médianes et moyennes ainsi que l'examen des conditions d'obtention de nos résultats nous ont amené à choisir comme données représentatives de la densité apparente:

	Horizons travaillés	Horizons non perturbés
Matériaux limono-calcaires	0,9	1,1
Autres matériaux	1,25	1,45

a) Eau utile volumique: EU

Sur ces bases et en négligeant les facteurs limitants d'origine mécanique, EU sera égal au produit $EU \times d_a$ dans les matériaux limono-calcaires et dans les horizons travaillés. Dans les horizons non perturbés EU se trouvera être inférieur à $EU_p \times 1,45$ dès que les teneurs en argile excéderont 40% dans les sols H, 50% dans les sols V et 55% dans les sols G (cf. graphique 7). Dans ces horizons argileux l'Eau utile volumique correspondra au produit $(H_m - H_f) \times d_a$, c'est-à-dire, avec $d_r = 2,65$ et $d_a = 1,45$; $EU = (31 - H_f) \times 1,45$.

Les valeurs calculées de EU pour les horizons travaillés (Ap) et non perturbés (BC) des différentes unités cartographiques sont rassemblées dans le tableau II.

b) Facteurs limitants de la Réserve utile.

En plus des limitations d'ordre hydrique, liées à l'interaction texture/compacité dont nous avons tenu compte précédemment pour calculer certaines valeurs de l'Eau utile, il existe dans les sols inventoriés deux autres types de limitations tout aussi importants: la pierrosité, et l'engorgement par action de nappe circulante ou stagnante.

Limitations mécaniques.

Elles sont très nettes dans les sols de l'unité C1, qui reposent pour la plupart sur une dalle de calcaire dur légèrement fissuré, présente à des profondeurs voisines de 50 cm.

TABLEAU III

unité carto	R. U. actuelle		R. U. potentielle		Facteurs limitants	
	50	100	50	100	principaux	secondaires
C1	62	62	62	62	Roche à 50 cm	Pierrosité (10%)
C1.p	72	149	72	149		
G1.1	60	87	60	87	Niveau cailloux (70)	Pierrosité (5%)
G1.3	57	119	57	119	Pierrosité (5%)	
G1.4	66	139	66	139		
G2.1	57	70	57	70	Niveau cailloux (60)	Pierrosité (10%)
G2.2	62	102	62	102	Nappe (80)	Niveau cailloux (80)
G2.3	64	106	64	<u>133</u>	Nappe (80)	
M1.1	59	123	59	123	Pierrosité (10%)	
M1.2	65	121	65	<u>135</u>	Nappe (90)	
M1.3	66	124	66	<u>139</u>	Nappe (90)	
J1.1	71	140	71	<u>147</u>	Nappe (100)	
J2.a	70	146	70	146		
J4.1	64	126	64	<u>133</u>	Nappe (100)	
J4.2	65	108	65	<u>136</u>	Nappe (80)	
J1.Ca	65	130	<u>71</u>	<u>136</u>	Interaction a/da	
J1.V	56	92	<u>83</u>	<u>119</u>	Interaction a/da	
H2	57	83	<u>77</u>	<u>121</u>	Interaction a/da	Nappe (80)
H2/1	70	96	70	<u>114</u>		discontinuité
H2/1	46	(167)	<u>78</u>	(199)		texturale à 60cm

N. B. Sont soulignées les valeurs de la R.U. potentielle qui diffèrent de celles de la R.U. actuelle.

Elles sont sensibles également dans les unités G1.2, G1.1 et G2.2 où un niveau de cailloux roulés non cimentés se rencontre respectivement à partir de 40, 60 et 70 cm. Par ailleurs il existe dans certains sols des unités G2.1, G2.3, M1.1 et M1.2 des lignes de galets discontinues d'épaisseur généralement inférieures à 20 cm à des profondeurs voisines respectivement de 30, 80, 90 et 100 cm et dans l'ensemble des sols rattachés aux unités citées ici un pourcentage de graviers et de cailloux répartis de façon anarchique oscillant entre 5 et 10%.

Enfin, il n'est pas impossible que la très nette discontinuité texturale qui apparaît dans les profils H2l et H2/1 constitue un obstacle à la pénétration racinaire, obstacle plus probablement d'origine hydrique que mécanique.

Limitations dues à la nappe.

En période estivale, il n'est pas rare de trouver à moins de 1 m une nappe phréatique dans une bande de sols qui recouvre principalement les unités J (sauf J1.V), M et G2 (sauf G2.1). Elle a pu être atteinte en moyenne à 70 cm dans l'unité J4.2, à 80 cm dans les unités G2.2 et G2.3, entre 90 et 110 cm dans les unités M, J1.1, J4.1 et dans la partie «amont» de l'unité H2. Si cette nappe ne gêne aucunement le développement racinaire des plantes annuelles, par contre elle entrave très fortement l'installation des plantes perennes, d'autant plus que durant l'hivernage les sols de ces diverses unités sont presque totalement engorgés.

c) Réserves utiles actuelle et potentielle.

S'il est difficile et parfois même nuisible d'intervenir pour supprimer certaines limitations d'ordre mécanique (épierrage en particulier), il semble par contre que l'installation d'un réseau de drainage efficace, qui intéresserait bien sûr l'ensemble de la Basse Bekaa, pourrait assez facilement annihiler ou tout au moins réduire dans de larges proportions les inconvénients de toutes sortes liées à l'existence de stagno-gley dans les parties les plus basses ou de nappe phréatique subsuperficielle dans les parties moyennes des glacis. Comme il n'est pas utopique de penser que dans un avenir prochain de tels travaux d'aménagements seront entrepris, nous avons introduit dans ce paragraphe la notion de Réserve utile potentielle, qui présuppose d'une part la disparition de tout symptôme d'hydromorphie d'origine externe sur une tranche de sol de 1 m ainsi que l'adoption d'un mode de préparation des terres plus rationnel, déjà utilisé par certains cultivateurs: le défoncement périodique sur 50 cm. La Réserve utile actuelle sera calculée en ne faisant intervenir qu'un travail assez superficiel du sol (25 cm) et en tenant compte de toutes les limitations dues à la nappe.

Les résultats présentés dans le tableau III ont été établis en prenant en considération tous les facteurs limitants et en adoptant, pour la densité apparente les valeurs qui figurent dans l'introduction de ce chapitre et pour l'eau utile les moyennes rassemblées dans le tableau II.

L'examen des résultats nous montre que les améliorations foncières n'auront de répercussions tangibles sur la Réserve utile du premier mètre de sol que dans les sols hydromorphes, les sols vertiques et à un moindre degré les sols de bas glacis rattachés à la catégorie G. Il ne faut pas oublier toutefois que dans les autres sols le labour profond s'il n'accroît pas la réserve utile théorique, favorise l'exploration racinaire et par conséquent une meilleure exploitation de l'eau présente.

TABLEAU IV

Vitesse d'infiltration

Nombre de résultats obtenus par classe de Vitesse d'infiltration.

(Limites de classes exprimées en mm/h).

unités carto.	Profondeur (40 - 50) cm						Surface					
	< 6	6-20	20-60	60-120	120-250	> 250	< 6	6-20	20-60	60-120	120-250	> 250
pedmont C1 et C1 p (2-19)			3	2	1			1	1	(1)	(2)	
glacis G1.3 et G1.4 (1-18-38 17-6/29) G2.1, G2.2, G2.3 (7/41-42/ 40) M1.1, 1.2 M1.3 (4/3-5/43)		3	6	7		1		3 (2)	3 (2)	3 (3)	(2)	
		1	2	2	3	4	3 (1)	(2)	2 (2)	1	(1)	
		1	5	1	4	1	1	3	2	2	3	(1)
Bas glacis J1.1 (23- 34-25) J1 Ca (9- 44-39) J1 V (10-11 13-15-45) J2 a (36) J4.1 (8-46) J4.2 (16-35)	2	1	4	1			1		1 (2)	1 (1)		
	2	3	1				1	1	2	2 (1)	(1)	1
	4	3	4						1 (1)	2 (1)	2 (1)	
	3							(1)	(2)			
	1	5					1	4	1			
		2	2	2				(1)	(2)	3		
alluvions H2 et H2/L (21 22-30-31- 32-24-33) H2L (20-26- 27)	4	7	8	2			2	5	6	3	5	
		1	7	1				2		3	4	

d) Représentation cartographique.

Les valeurs moyennes de la Réserve utile ont été retranscrites dans des «fenêtres» ménagées dans les différentes unités cartographiques. Les moyennes correspondantes à des tranches de sol d'épaisseur 50 cm et 100 cm figurent respectivement dans les parties supérieures et inférieures de ces fenêtres. Lorsque la Réserve utile actuelle diffère de la Réserve utile potentielle, les deux valeurs sont mentionnées, la dernière entre parenthèses.

2 — La Vitesse d'Infiltration.

2-1 — Remarques préliminaires.

a) Méthode utilisée.

La mesure de la vitesse d'infiltration a été effectuée à deux niveaux, en surface dans l'horizon Ap et à 40/50 cm dans un horizon généralement non perturbé BC. Une quarantaine d'emplacements ont été choisis sur l'ensemble du secteur cartographié. A chaque emplacement nous avons procédé à 6 mesures, 3 en surface, 3 en profondeur. L'appareil utilisé est un Infiltromètre de type Muntz avec anneau de garde. La durée des opérations a toujours été au moins égale à 3 heures.

b) Difficultés rencontrées.

Les travaux n'ont pu commencer que le 15 avril, car jusque là les parties basses du secteur n'étaient que difficilement accessibles et dans les autres parties la présence d'une nappe phréatique à faible profondeur risquait de fausser les résultats des mesures intéressant l'horizon BC. Ils ont été interrompus pour des raisons extra-techniques durant tout le mois de mai et la première quinzaine de juin. Aussi avons nous eu par la suite beaucoup de peine à trouver des sols encore suffisamment humides dans les zones non irriguées. La nécessité de rattraper le temps perdu tout autant que l'insuffisance des moyens d'action ne nous ayant pas permis de procéder à une saturation préalable des divers emplacements, nous avons été amené à opérer sur des sols où le taux d'humidité des horizons de surface était parfois inférieur à Hf. Lorsque ce dessèchement s'accompagnait d'une rétraction importante de la terre, nous n'avons pas effectué de mesures; dans les autres cas, nous avons enregistré les résultats obtenus mais nous ne les présentons qu'avec certaines réserves (ils figurent entre parenthèses dans le tableau IV)

2-2 — Les Résultats.

Ils ont été rassemblés par catégorie de sols, en tenant compte des affinités des diverses séries, dans le tableau IV. Les chiffres mentionnés dans les diverses colonnes correspondent au nombre de mesures ayant abouti à des résultats compris entre les valeurs

limites des vitesses d'infiltration de la classe concernée. Nous avons retenu six classes de vitesses d'infiltration, très proches de celles qui sont définies dans le «Soil Survey Manual».

moins de 6	mm/h = vitesse lente et très lente
de 6 à 20	mm/h = vitesse moyennement lente
de 20 à 60	mm/h = vitesse modérée
de 60 à 120	mm/h = vitesse moyennement rapide
de 120 à 250	mm/h = vitesse rapide
plus de 250	mm/h = vitesse très rapide

D'une façon générale on considère que les sols présentant des vitesses d'infiltration ou trop lentes (moins de 6 mm/h) ou trop rapides (plus de 250 mm/h) ne sont pas très propices à l'irrigation.

a) vitesse d'infiltration en surface

Comme nous l'avons déjà dit dans d'autres rapports, il est difficile de tirer des conclusions d'un ensemble de résultats obtenus dans des conditions assez peu comparables, tant à cause des fluctuations d'humidité que des disparités dans le mode de préparation des terres. Toutefois même quand ces deux derniers facteurs sont identiques, en un même endroit par exemple, il est fréquent d'observer des variations importantes, liées probablement à certaines anomalies non perceptibles du substrat (trous de rongeurs; lentilles caillouteuses; semelle de labour, etc...); c'est ainsi que pour un même emplacement, nous n'avons enregistré un bon regroupement des résultats (trois résultats dans la même classe) que dans 9% des cas.

D'un point de vue général, on peut dire qu'en surface aucune différence sensible n'apparaît quand on compare les diverses catégories de sols. L'examen du tableau IV révèle simplement que pour l'ensemble des résultats obtenus dans des conditions d'humidité correctes, la moitié se range dans les classes médianes (modéré à moyennement rapide), 20% dans la classe moyennement lente, 20% dans la classe rapide et 10% dans les classes lente et très lente. Par conséquent tous ces sols, envisagés seulement d'un point de vue hydrodynamique, ne recèlent aucune «malformation» leur interdisant de supporter une irrigation intensive.

b) Vitesse d'infiltration à 40 cm.

A ce niveau, beaucoup moins soumis que les horizons de surface aux contraintes extérieures, on a obtenu des résultats plus homogènes nous permettant de différencier le comportement des grandes catégories de sols. On relève en particulier l'absence totale de résultats dans les classes lente et très lente pour les sols de piedmont et de glacis (unités C, G, M) ainsi que pour les niveaux limono-calcaires des sols hydromorphes. Parallèlement, les vitesses rapide et très rapide ne sont l'apanage que des sols de glacis rattachés à l'unité G, dont les profils laissent parfois apparaître vers 50 cm des niveaux caillouteux.

Un classement approximatif des diverses unités pourrait donc s'articuler ainsi par ordre de vitesse décroissante:

vitesse modérée à rapide	: G2 — G1 — M1 — C1
vitesse modérée	: H2L — J4.2
vitesse lente à modérée	: J1.1 — H2 — J4.1 — J1 Ca — J1.V — J2a

2 - 3 — Conséquences pratiques.

En confrontant ces résultats avec la carte de répartition topographique des diverses unités, on constate que dans la majorité des cas la stagnation de l'eau ou sa présence à faible profondeur durant une grande partie de l'année, sont beaucoup plus liées à une déficience généralisée du drainage externe qu'à de mauvaises propriétés physiques intrinsèques du substrat. Bien que nous n'ayions effectué aucun test permettant de circonscrire les possibilités de drainage latéral des eaux en milieu saturé, il est fort probable, étant donné la stratification naturelle de ces dépôts colluviaux ou alluviaux, qu'il existe des joints de sédimentation en nombre suffisant pour rendre le transfert latéral au moins aussi rapide que l'infiltration verticale. Aussi à priori il semble que dans ce secteur les conditions édaphiques ne constituent aucunement un facteur limitant à la mise en œuvre de travaux d'assainissement.

Certes ces travaux ne pourraient intervenir qu'après l'aménagement du collecteur principal, le Litani. En supposant ce problème résolu, nous pensons que dans le secteur inventorié trois types de travaux seraient nécessaires pour que les potentialités des sols représentés puissent pleinement s'exprimer. En allant de l'amont vers l'aval, un premier réseau assez lâche de drains profonds sensiblement parallèles aux courbes de niveau pourrait intercepter et évacuer les eaux de nappe subsuperficielle qui se concentrent dans les piedmonts et sur le glacis de Qabb Elias; un second réseau plus dense de drains de profondeur moyenne, orientés perpendiculairement aux lignes de niveau pourrait inciser les unités situées approximativement entre la côte 865 et 875; Ce réseau primaire serait à compléter par une série de fossés peu profonds (40 à 50 cm) autorisant un ressuyage plus rapide des horizons superficiels, fossés dont la densité devrait être plus élevée dans les sols les moins perméables (unité J1.v en particulier); enfin dans les parties les plus basses, il serait sans doute préférable de reprofiler le terrain en larges ados et de ménager entre chacun d'eux des ensemencements peu profonds mais assez larges pouvant servir à évacuer les excès d'eau en période d'hivernage; dans ce dernier secteur on pourrait imaginer une alternance de bandes réservées aux cultures (ados) et de bandes enherbées où pourrait être pratiqué un petit élevage intensif. Ce ne sont là évidemment que des suggestions extrêmement schématiques qu'il importe d'étayer avant d'y prêter une attention particulière.

2 - 4 — Représentation cartographique.

Nous avons réservé la surcharge colorée du fond de carte pédologique à la vitesse d'infiltration mesurée à 40/50 cm, qui est en meilleure relation avec les différentes catégo-

ries de sols que la vitesse d'infiltration en surface. Pour cette dernière nous avons adopté un mode de représentation ponctuel.

Pour représenter la vitesse en profondeur, nous avons différencié cinq grandes entités caractérisées par la prédominance de l'une des classes de vitesse d'infiltration précédemment définies; l'infiltration peut être généralement:

- 1) rapide (unités G2.2, G2.3): couleur rouge
- 2) assez rapide (unités G1, G2 — 1, M1, C1): couleur vert à plat
- 3) modérée (unités J4-2, H2L): couleur vert tramé 50%
- 4) assez lente (unités J1-1, H2, H2/1, J4-1, J1-Ca): couleur orange
- 5) lente (unités J1-V, J2-a): couleur jaune

Pour la vitesse en surface nous avons adopté une couleur correspondant à la classe dans laquelle se range la moyenne «pondérée» des trois mesures.



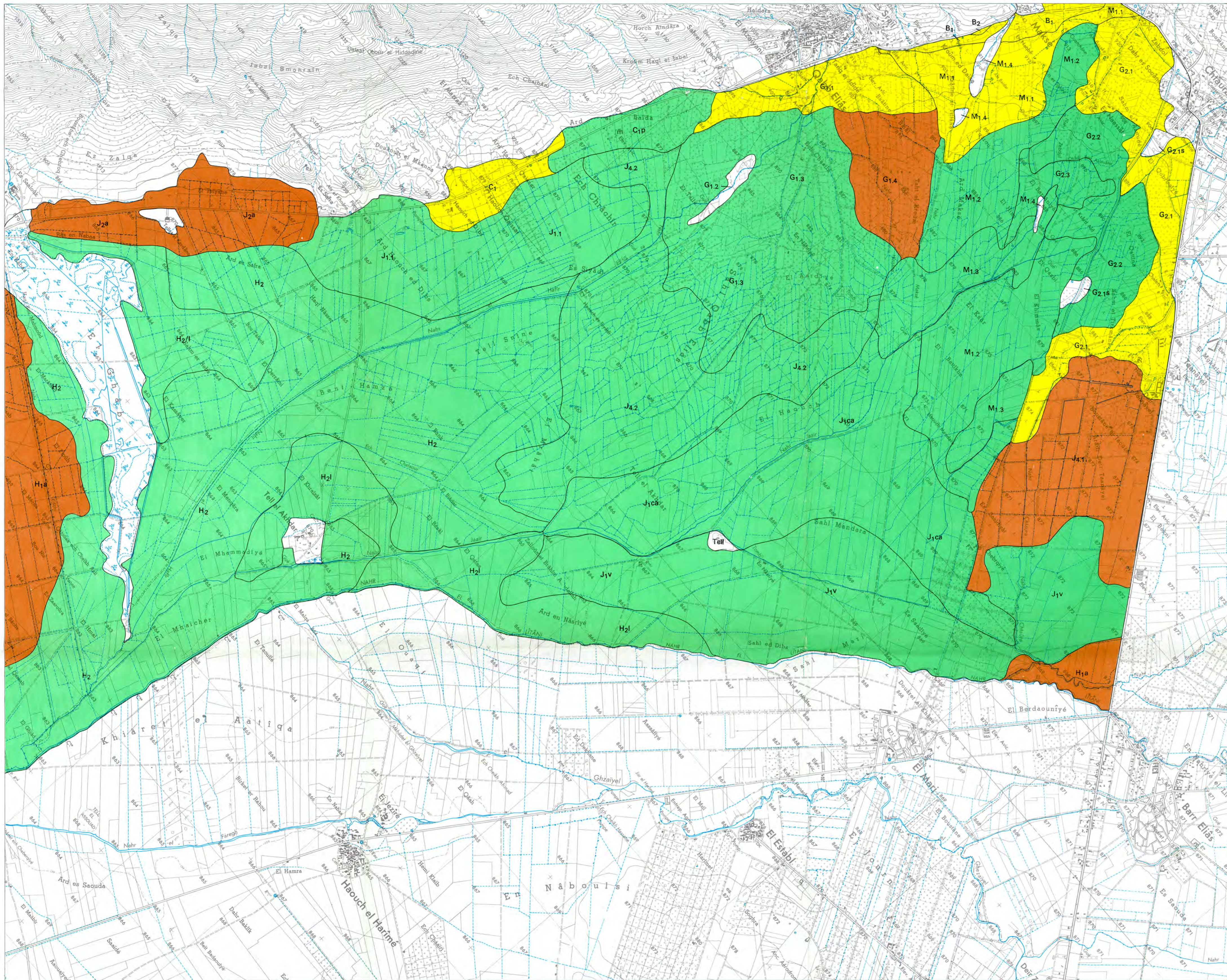
RÉPUBLIQUE LIBANAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SECTION DES SOLS

INVENTAIRE DES RESSOURCES EN SOLS

RÉGION CHTAURA - AMMIQ

“CARTES”

DECEMBRE 1970



LÉGENDE D'IDENTIFICATION

UNITES DE PIEDMONT, SUR CALCAIRE DUR		Classes d'Irrigations
C1	— Sols rouges de collutions, sur pente faible ou moyenne. — Non ou peu rocheux, caillouteux, moyennement profonds.	3
C1p	— Non rocheux, non caillouteux, profonds.	2
UNITES DE PIEDMONT, SUR CALCAIRE TENDRE		
B1	— Sans affleurement du substrat.	3
B2	— Avec affleurement du substrat.	6
UNITES DE GLACIS D'ACCUMULATION		
G1.1	— Sols bruns à brun-jaunâtres, sablo-argileux, sur pente faible. — Caillouteux, moyennement profonds calcaires.	3
G1.2	— Idem, très caillouteux, très peu profonds.	6
G1.3	— Peu caillouteux, profonds, calcaires.	2
G1.4	— Non caillouteux, profonds, non calcaires.	1
Sols bruns, AL sur pente faible, moyennement Calcaires.		
G2.1	— Sols bruns rouges caillouteux peu ou moyennement profonds.	3
G2.2	— Sols bruns caillouteux, moyennement profonds.	2
G2.18	— Idem, très caillouteux, peu profonds.	6
G2.3	— Idem non caillouteux, profonds, hydromorphes en profondeur.	2
UNITES D'INTER. GLACIS		
Sols bruns, Argilo-limoneux.		
M1.1	— Caillouteux, moyennement profonds.	3
M1.2	— Non caillouteux, profonds.	2
M1.3	— Idem hydromorphes.	2
M1.4	— Idem très peu profonds.	6
UNITES DES TERRASSES INFERIEURES		
J1.1	— Sols bruns foncés, très argileux, non calcaires, vertisoliques, hydromorphes en profondeur.	2
J1ca	— Idem calcaires profonds.	2
J1v	— Tirs noirs, moyennement calcaires, très argileux très profonds, hydromorphes en profondeur.	2
J2a	— Sols bruns, argileux non calcaires hydromorphes en profondeur.	1
J4.1	— Sols bruns rouges, limono-argileux moyennement calcaires très profonds.	1
J4.2	— Idem moyennement profonds, hydromorphes en profondeur.	2
ALLUVIONS DU LITANI ET DE SES AFFLUENTS		
H1a	— Sols bruns, calcaires, argileux.	1
H2	— Sols bruns gris, argileux, calcaires, hydromorphes en profondeur.	2
H2l	— Idem type limoneux très calcaires.	2
H2/l	— Idem reposant sur un limon hydrophobe.	2

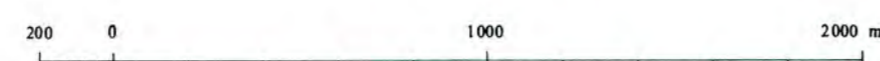
Fond et Impression de la Direction des Affaires Géographiques 1971

Equidistance 10 m

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
Clôtures	d'état
Haies sans arbres, avec arbres	de caza
Limites de cultures	de mohafazat

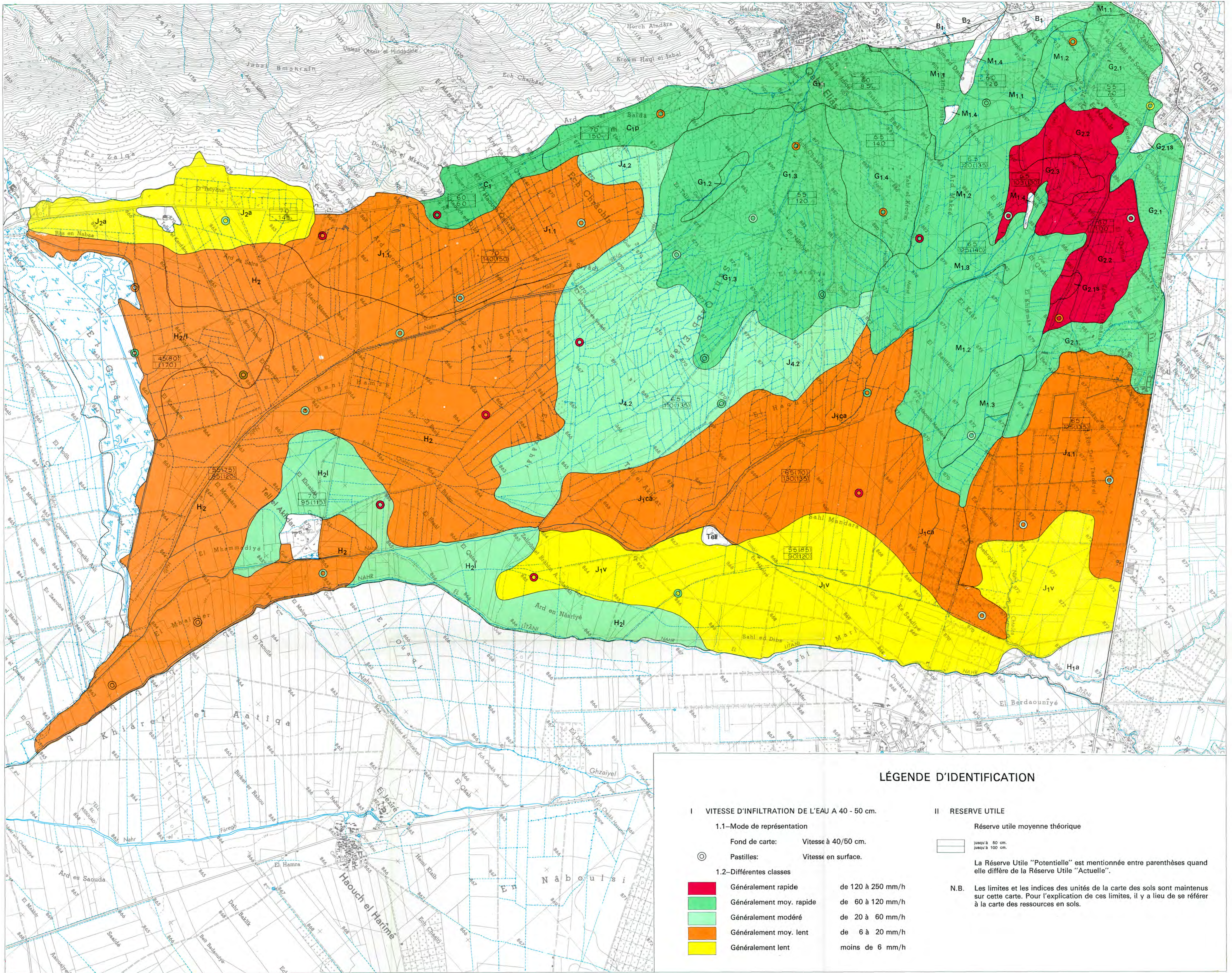
REPUBLIQUE LIBANAISE
 INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
 CARTE DES RESSOURCES EN SOLS - BEKAA - SUD
 ZONES IRRIGABLES

ECHELLE 1/20000



Edifices religieux : chrétien, musulman, druze	Cours d'eau permanents
Noyau urbain. Bâtiments importants	moins de 6 m de large
Murs. Murs en ruine. Ruines	Cours d'eau temporaire
Cimetières : chrétien, musulman, druze	Source. Fontaine. Reservoir. Château d'eau
plus de 6 m de large	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	



LÉGENDE D'IDENTIFICATION

I VITESSE D'INFILTRATION DE L'EAU A 40 - 50 cm.

1.1-Mode de représentation

Fond de carte: Vitesse à 40/50 cm.

⊙ Pastilles: Vitesse en surface.

1.2-Différentes classes

- Généralement rapide de 120 à 250 mm/h
- Généralement moy. rapide de 60 à 120 mm/h
- Généralement modéré de 20 à 60 mm/h
- Généralement moy. lent de 6 à 20 mm/h
- Généralement lent moins de 6 mm/h

II RESERVE UTILE

Réserve utile moyenne théorique

▭ jusqu'à 50 cm.

▭ jusqu'à 100 cm.

La Réserve Utile "Potentielle" est mentionnée entre parenthèses quand elle diffère de la Réserve Utile "Actuelle".

N.B. Les limites et les indices des unités de la carte des sols sont maintenus sur cette carte. Pour l'explication de ces limites, il y a lieu de se référer à la carte des ressources en sols.

Fond et Impression de la Direction des Affaires Géographiques 1971

Equidistance 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
- 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 caza
- de mohafazat

REPUBLIQUE LIBANAISE
 INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
 CARTE DES RESSOURCES EN SOLS - BEKAA - SUD
 CARTE DES CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES

ECHELLE 1/20000



- Edifices religieux: chrétien, musulman, druze
- Noyau urbain. Bâtiments importants
- Murs. Murs en ruine. Ruines
- Cimetières: chrétien, musulman, druze
- Cours d'eau permanents
- Cours d'eau temporaire
- Source. Fontaine. Reservoir. 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