

ROYAUME DU MAROC
OFFICE NATIONAL DES IRRIGATIONS
PERIMETRE DE LA BASSE MOULOUIYA
MISSION D'ETUDES GENERALES

- - - -

LE GAREB

ETUDE PEDOLOGIQUE

- - - -

Christian MASSONI
Pédologue ORSTOM

MARS 1963

P R E M I E R E P A R T I E

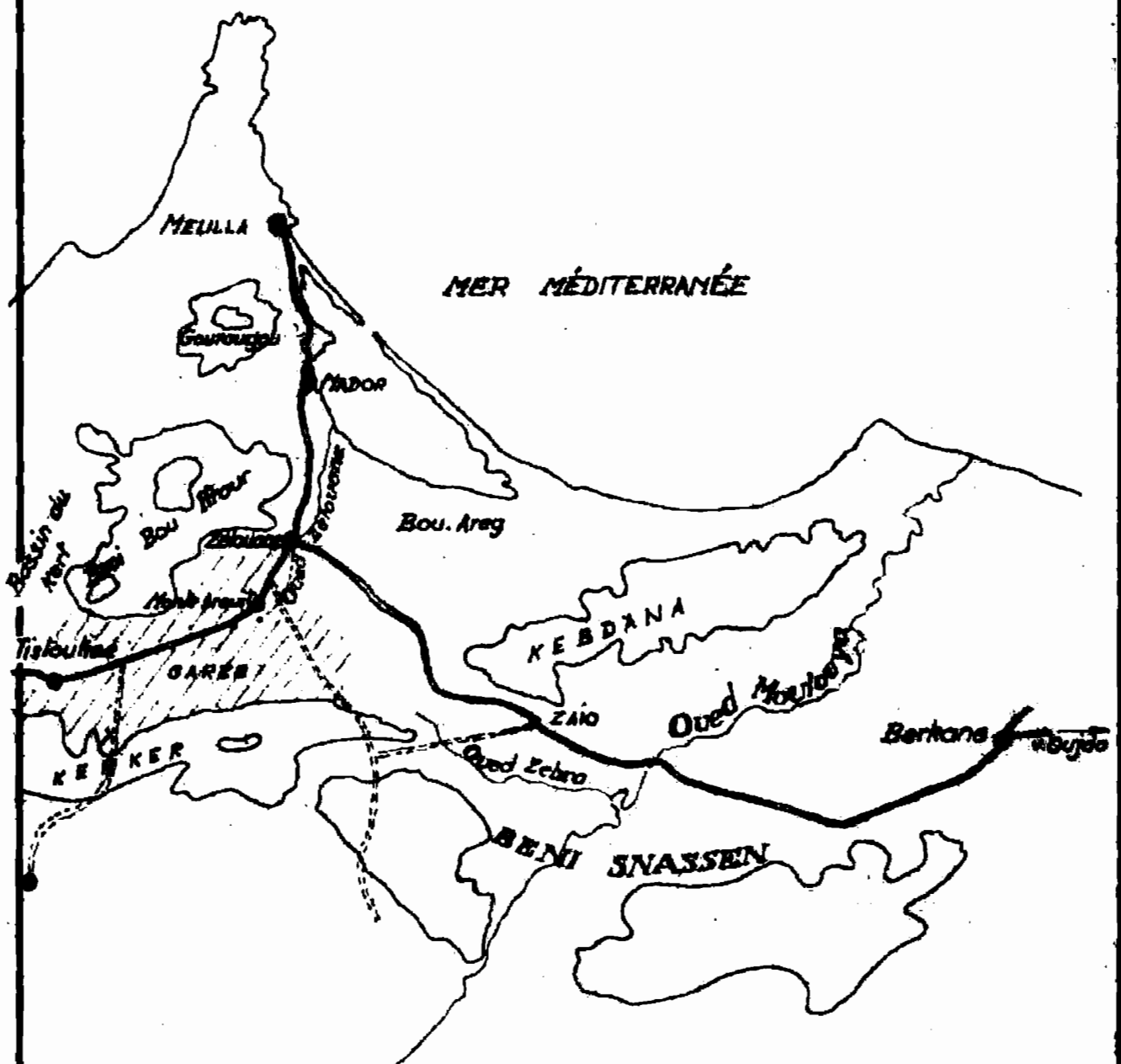
- - - - -

E T U D E D U M I L I E U

- - - - -

CARTE de SITUATION

E. 1/500.000³



La plaine du Gareb se trouve à une vingtaine de kilomètres de la mer. D'une superficie de 25.000 ha environ, elle est limitée au Sud par les Kerker adossés aux Beni-Bou-Yahi ; au Nord par les Beni-Bou-Ifrou, relayés à l'Ouest par la Sierra de Tistutin ; à l'Est par l'extrémité occidentale des Kbdana. Au Nord-Est le Gareb s'ouvre sur le Bou-Areg ; à l'Ouest il est en communication avec le bassin du Kert.

I.- TOPOGRAPHIE :

Il est possible de diviser le Gareb en deux zones, la limite, grossièrement Nord-Est, passant un peu à l'Ouest de Monte-Arruit.

La partie occidentale a une pente générale Ouest-Est très faible. Sur sa périphérie, un certain nombre de cônes adossés aux chaînons montagneux animent un peu la topographie, mais leur pente reste faible sauf dans une étroite bande au pied même des collines. L'installation des réseaux d'irrigation ne saurait donc être gênée sauf sur une surface réduite en piedmont.

L'Est du Gareb, de pente générale très légèrement plus forte, est parcouru d'un réseau assez dense d'oueds qui rend la topographie plus contrastée; de plus, le Sud de cette zone voit apparaître les premiers pointements des Kibdana. L'installation d'un réseau d'irrigation posera donc plus de problèmes dans cette partie de la plaine qu'à l'Ouest.

III.- LE CLIMAT :

Comme en ce qui concerne les autres plaines de la rive gauche de la Moulouya, l'étude du climat du Gareb se heurte à un certain nombre de difficultés:

- Le nombre de stations météorologiques est faible.
- Le nombre d'années d'observation est également faible.
- Les relevés sont bien souvent discontinus dans l'année.
- De nombreux facteurs du climat sont négligés.
- Enfin, dans bien des cas la valeur des relevés semble douteuse.

Nous ne pourrions donc qu'indiquer les lignes générales du climat du Gareb.

A. Pluviométrie

Une de ses caractéristiques principales est l'irrégularité d'une année à l'autre ; nous retrouvons ici l'alternance années sèches - années humides qui règne sur la Basse-Moulouya, comme le montre le tableau suivant :

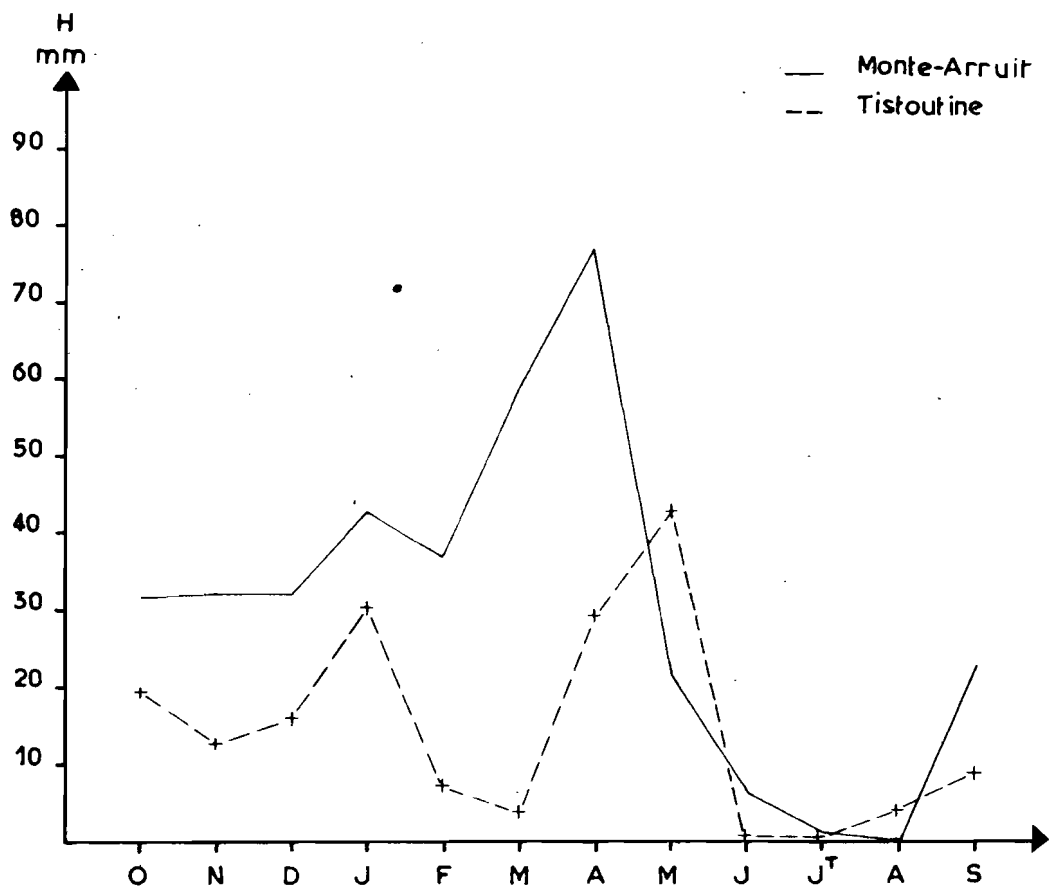
	1951	1952	1953	1954	Moyenne
Total annuel mm à Monte Arruit	231	237	288	422	294

Par ailleurs, l'étude du tableau des moyennes mensuelles fait apparaître une répartition des pluies dans l'année très voisine de celle que l'on observe dans le Zebra ou le Bou-Areg : deux périodes de chutes de pluie maximum, l'une en Janvier, (43 mm), l'autre en Avril (77 mm), séparées par un minimum relatif en Février (37 mm). Le minimum absolu (0 mm) se situe en Août.

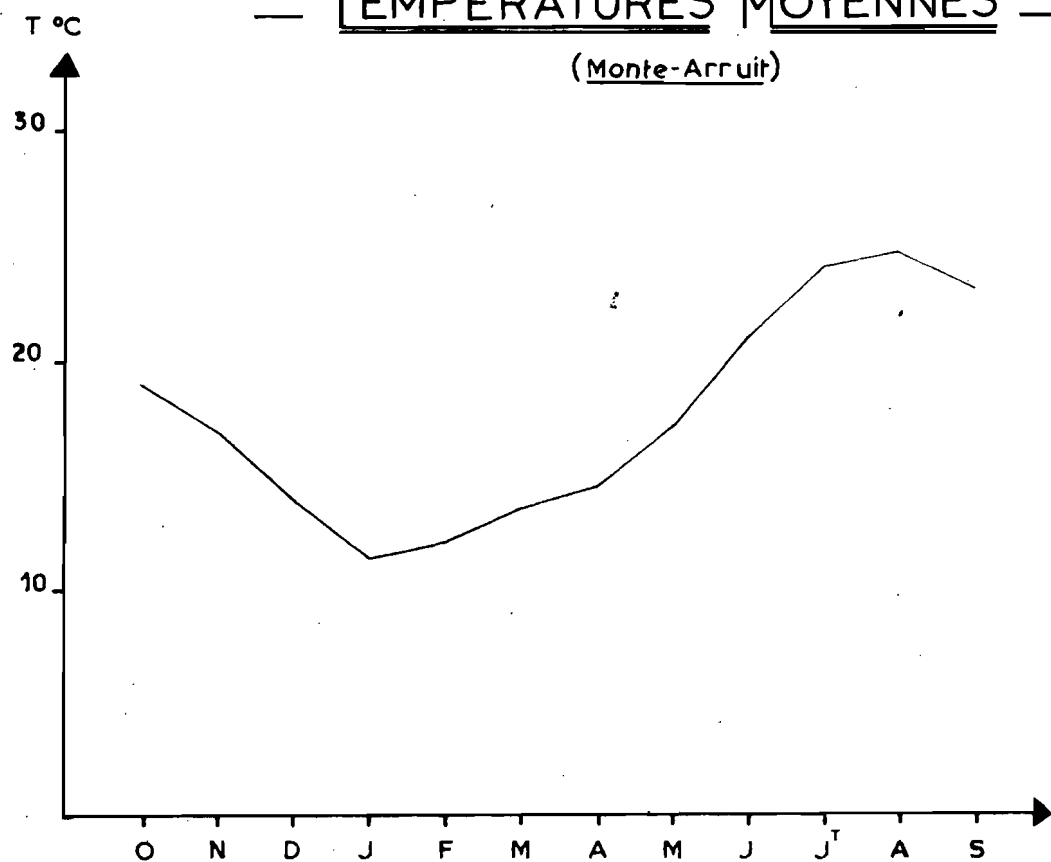
Arruit	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
M. Arruit	31,5	32	32	43	37	59	77	22	16,5	1	0	23	364
1920-21													
1948-55													
Tistoutine	19,5	12,5	16	30,5	7	4	29,5	43	0	0	4	9	175
1946-47-52													

Le total des pluies pour Monte-Arruit place cette station entre le Bou-Areg et le Zebra, ce qui semble normal puisque le Gareb est plus éloigné de la mer que le Bou-Areg mais est beaucoup plus ouvert à son influence que ne l'est le Zebra. Ce qui semble plus discutable, c'est la moyenne relevée à Tistoutine : il est très probable qu'il y pleut moins qu'à Monte-Arruit, mais une différence de 190 mm par an est difficilement concevable.

— PLUVIOMÉTRIE —



— TEMPÉRATURES MOYENNES — (Monte-Arruit)



Le nombre de jours de pluie est assez réduit. Les précipitations ont surtout lieu sous forme de gros orages (de grêle parfois), ce qui entraîne une érosion intense d'une part, et un pédoclimat plus sec d'autre part.

B. Température :

Le tableau suivant donne les températures moyennes mensuelles relevées à Monte-Arruit (cette donnée n'est pas mesurée à Tistoutine).

	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	Année
Monte-Arruit													
1920-21	19	17	14	11,5	12	13,5	14,5	17	21	24	24,5	23	17,6
1948-55													

Le mois le plus chaud est le mois d'Août (moyenne mensuelle 24,5 deg.C) ; la moyenne des maxima pour ce mois est de 31,5 deg.C.

Le mois le plus froid est Janvier (moyenne mensuelle 11,5 deg.C) ; la moyenne des maxima pour ce mois est de 6,5 deg.C.

Le maximum absolu moyen de l'année est de 38 deg.C (en Août) ; le minimum absolu moyen est de 1,5 deg.C et se situe en Février.

Le climat du Gareb est donc relativement doux, même en hiver.

C. Le vent :

Les stations de Monte-Arruit et de Tistoutine ne relèvent aucune donnée concernant les vents. D'après ce que nous

avons pu observer sur le terrain, le vent le plus fréquent vient du Nord-Est. Il souffle presque tous les jours, plusieurs heures par jour, et à une vitesse parfois notable.

D. Quotient pluviothermique d'Emberger :

Le manque de durée et de continuité des relevés fait que les moyennes utilisées pour le calcul des indices climatiques n'ont qu'une valeur approchée. Dans ces conditions, les indices ne peuvent avoir qu'une valeur relative. Nous nous bornerons donc à calculer le quotient d'Emberger afin de situer approximativement Monte-Arruit par rapport à d'autres stations de la région ou du Maroc.

Le quotient d'Emberger est égal à :

$$Q = \frac{1.000 P}{\frac{M + m}{2} (M - m)}$$

P = pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M = moyenne des maxima du mois le plus chaud, en degrés absolus.

m = moyenne des minima du mois le plus froid, en degrés absolus.

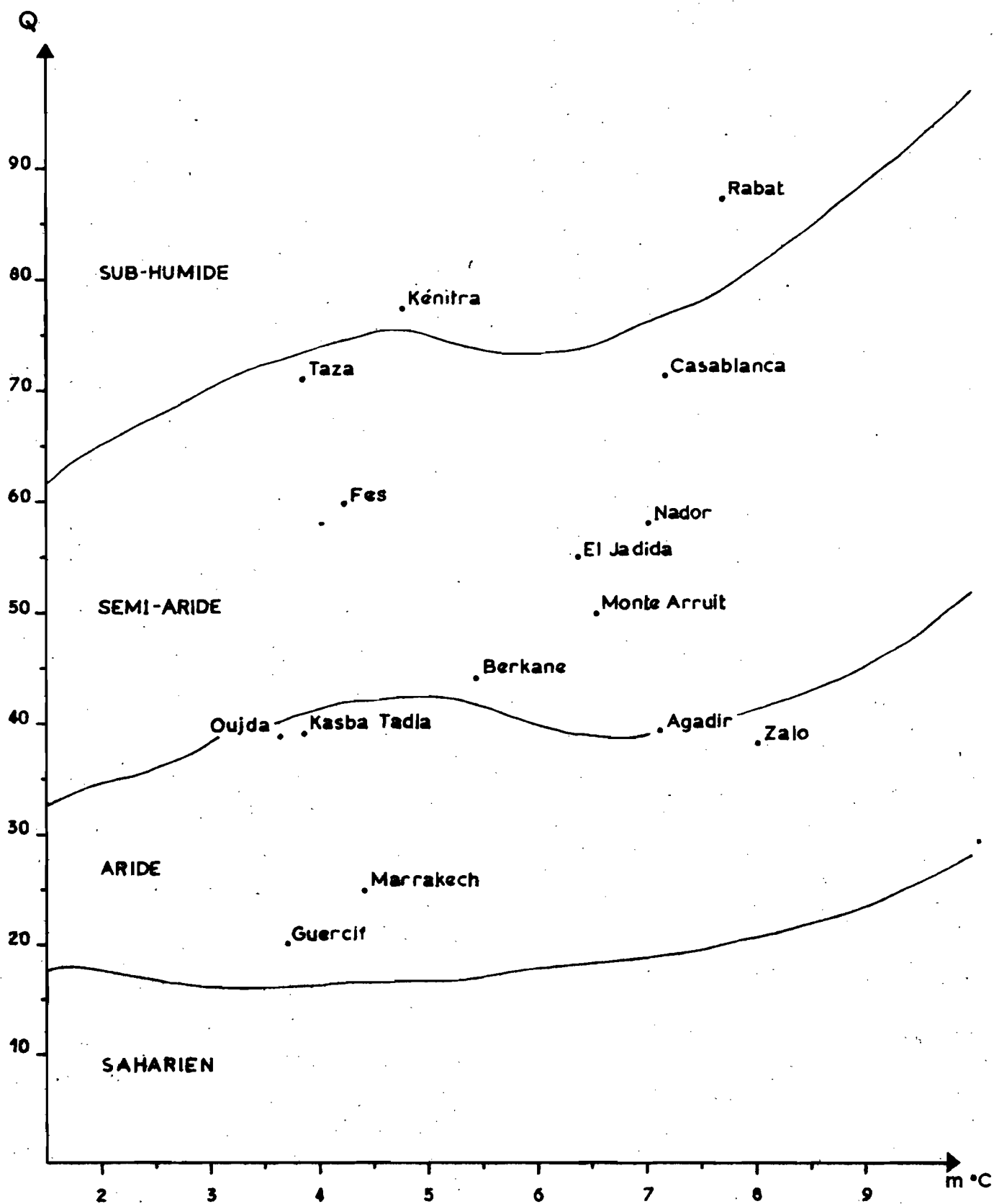
Pour Monte-Arruit, nous avons :

P	M	m	M + m	M - m	Q
364	304,7	279,7	584,4	25,0	49,8

Si l'on reporte cette valeur sur le diagramme d'Emberger (Q fonction de m), Monte-Arruit est classé comme ayant un climat méditerranéen semi-aride.

Le calcul du coefficient d'Emberger pour Tistoutine est impossible (pas de données concernant la température), mais il est probablement inférieur, le climat étant plus proche de l'aride, comme le montrera l'étude de la végétation.

DIAGRAMME PLUVIOTHERMIQUE
d'EMBERGER



III.- LA VEGETATION

Parmi les espèces spontanées du Gareb, un certain nombre se rencontre partout dans la plaine, et souvent en peuplements très denses. Ce sont :

Ziziphus lotus

Asparagus stipularis

Eryngium campestre

Asphodelus tenuifolius et *microcarpus*

Peganum harmala

Scolimus hispanicus

D'autres espèces sont toujours assez fréquentes, mais plus localisées ou bien en peuplements plus lâches :

Lycium intricatum

Withania frutescens :

Eryngium illicifolium

Aizoon hispanicum

Vella annua

Carthamis lanatus

Cichorium inthybus

Calendula aegyptiaca

Glaucium corniculatum

Enfin, un certain nombre d'espèces sont assez strictement localisées :

Chamaerops humilis

Olea europeae

Lavandula dentata

Salsola vermiculata

Achillea sentolina

D'après Monsieur PERSOGLIO*, phytosociologue à l'O.N.I., il est possible de tirer de la présence de ces plantes, un certain nombre de conclusions en ce qui concerne les différents bio-climats régnant dans le Gareb. On pourrait distinguer, du Nord-Est vers le Sud-Ouest :

, - un climat local semi-aride "assez humide", à l'Est de Monte-Arruit, correspondant aux espèces suivantes : *Olea europaea*, *Ballota hirsuta*, *Lavatera maritima*, *Asphodelus microcarpus*, *Lycium intricatum*, *Ziziphus lotus*, *Thimus ciliaris*, *Helianthemum virgatum*.

* un climat local aride, couvrant pratiquement l'ensemble de la plaine du Gareb, et caractérisé par : *Ziziphus lotus*, *Lycium intricatum*, *Withania frutescens*, *Asparagus stipularis*, *Asphodelus Tenaxifolius*, *Plantago ovata* et *albicans*, *Calendula aegyptiaca*, *Peganum harmala*, *Eryngium illicifolium* et *campestre*, *Limonium Thouini*, *Vella annua*, *Aizoon hispanicum*, ... Ce climat serait chaud pendant la saison sèche, pas très froid en hiver (pas de gelées), et pas extrêmement aride.

- couvrant une étroite bande au pied des Kerker, un climat local semi-aride humide (*Chamaerops humilis*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Lavandula dentata*, *Cenrhus ciliaris*, ...).

En ce qui concerne les rapports entre les différentes espèces et les types de sols, nous n'avons pu dégager de corrélations nettes. *Ziziphus lotus* se rencontre indifféremment sur tous les types de sols, profonds ou non, calcaires ou non. Il en est de même pour *Asparagus stipularis* et *Eryngium campestre* : il semblerait toutefois que la première domine dans le centre de la plaine (sols plus argileux et peu calcaires), la seconde l'emportant sur les glacis au Sud de la plaine (sols relativement moins argileux et plus calcaires, du moins en surface).

Peganum harmala se rencontre partout, mais avec cependant une préférence pour les sols assez profonds. Inversement, *Asphodelus microcarpus* est surtout fréquente sur les sols à croûte, mais se rencontre également en sols profonds.

Les plantes qui passent pour indiquer la présence d'argile se rencontrent sur toute la plaine ; il est vrai que la teneur en particules fines est partout relativement élevée.

Signalons enfin que *Salsola vermiculata* semble strictement localisée à quelques parcelles irriguées, où les sols sont effectivement salés. Cependant, il existe d'autres zones de sols salés,

* M.I. PERSOGLIO - Comm. or et "Rapport sur l'aménagement de la rive gauche de la Basse-Moulouya" - Etude phytosociologique".

parfois plus fortement, où cette espèce n'apparaît pas.

En conclusion, la végétation naturelle dans le Gareb semble être influencée principalement par le facteur climatique, les facteurs liés au sol restant secondaires, ou tout au moins apparaissant moins nettement. Il est possible qu'une étude plus poussée parvienne à les révéler, mais il faut indiquer que l'extension des zones cultivées rend cette étude délicate.

IV.- LE CADRE GEOLOGIQUE*

A. Les Kerker :

La chaîne des Kerker, allongée E - W peut être décomposée en plusieurs éléments :

- à l'Est, l'anticlinal des Ziata, constitué essentiellement de calcaires gréseux ou d'un conglomérat de base miocène ; quelques boutonnières laissent apercevoir par endroits le jurassique supérieur (calcaire au sommet, à l'ouest de l'anticlinal, gréseux à l'Est).

- plus à l'ouest, on rencontre l'anticlinal Jurassique des Kerker, faillé dans le sens Est-Ouest et érodé. La majeure partie en est formée de calcaires dolomitiques, cependant l'érosion a parfois dégagé la série gréseuse sous-jacente. Cet anticlinal est, par ailleurs, caractérisé par un grand chevauchement du Jurassique sur le Miocène.

- Au Nord, un synclinal crétacé, à faciès côtier (essentiellement marno-gréseux presque à l'Albien, puis calcaire au Cénomanien) semble marquer le rivage méridional de la Méditerranée au Crétacé. Il plonge sous le Gareb, puis réapparaît dans les Beni-Bou-Ifrou, plus au Nord, mais sous un faciès différent, plus profond.

Dans l'Est de ce synclinal, on trouve une couverture miocène continue (Burdigalien), sur laquelle reposent quelques restes de la nappe, dont la mise en place, accompagnée de plis aigus et de chevauchements de grande amplitude, eut lieu au cours du Miocène. Ces restes sont composés surtout de calcaires et marnes du Crétacé supérieur avec un peu de Trias .

* A. JEANNETTE et Ch. HAMEL : Comm. or et "Présentation géologique et structurale du Rif Nord-Oriental" - Mines et géologie ; 4^e année ; n° 14 ; Rabat ; 1961.

LÉGENDE

Autochtone et parautochtone

 Miocène premier cycle

 Crétacé
 Jurassique

Unités charriées

 Unité des sentadja

Roches éruptives

 Basaltes

 Andésites

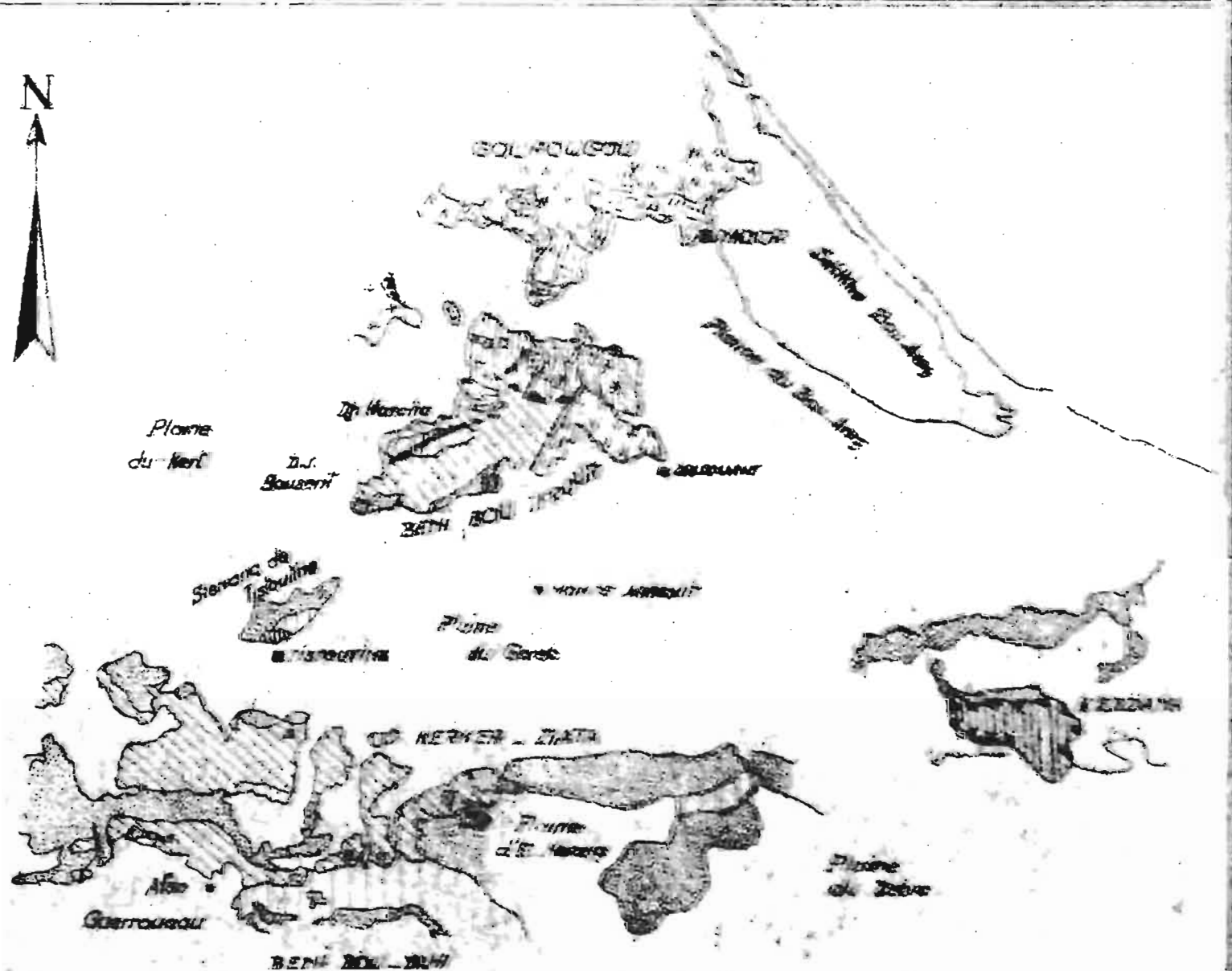
 Trachytes et
trachy-andésites

 Rhyolites et rhyodacites

 Series pyroclastiques

 Diorites et microdiorites des
Beni bou-Ittrou

MIOCÈNE



Esquisse géologique et structurale du Rif algérien
(A. JEANETTE D'CH. LAM.)

- Le synclinal se poursuit vers le Djebel Hamza, à l'ouest, mais le Crétacé, gréseux, très épais montre déjà des faciès profonds. Il est recouvert, en discordance, par le Miocène antenappe, en passant parfois par l'intermédiaire de couches rouges du Miocène lagunaire. L'ensemble de cette couverture est très plissé, au contraire des dépôts crétacés sous-jacents.

B. Les Beni-Bou-Ifrou :

Les dômes du Djebel Harcha (au Sud) et d'Ibaroudienne (à l'ouest) sont des anticlinaux du Lias moyen (Domérien) calcaire et dolomitique. En couverture, on a pu reconnaître le Lias supérieur (calcaire en dalles de 20 à 25 cm d'épaisseur) et, découpé par des failles, le Dogger, calcaréo-marneux, riche en grosses Ammonites. Le Jurassique moyen est peu important ; par contre, le Jurassique supérieur est très développé sous la forme d'une série de schistes micacés marrons, à barres de grés (Flysch) qui s'étale sur le flanc Nord des Beni-Bou-Ifrou où elle recouvre tous les autres dépôts.

Au Sud-Ouest, au pied du Djebel Bouscrit, apparaît le Crétacé inférieur sous la forme de schistes argentés, probablement légèrement métamorphisés.

Au Nord du Djebel Bousexit, le Miocène antenappe (Burdigalien), sous la forme de calcaires noirs, épais, très fossilifères, recouvre ce Crétacé inférieur. Sur ce Miocène, on trouve enfin quelques restes de la nappe (unité des Senhadja), très disséminés.

Au Sud-Ouest, les Beni-Bou-Ifrou sont relayés par la Sierrana de Tistoutine qui constitue un jalon vers la Sierra de Drius. Ce chaînon est constitué par des calcaires dolomitiques liasiques affleurant à l'Est. Une série schisto-gréseuse jurassique forme le massif principal ; sur son flanc Nord on retrouve le Miocène antenappe, discordant, mais qui a pris un faciès plus profond et se présente sous la forme de calcaires jaune-bistre, en petits bancs. Dans cette sédimentation Miocène, on trouve des paquets sédimentaires de Trias (et un peu de Lias), composés de basaltes altérés, de dolomie blanche et de gypse.

Signalons enfin que l'extrémité Nord-Est des Beni-Bou-Ifrou est lardée de roches éruptives du groupe des perphyres Dioritiques.

C. Géologie de la plaine du Gareb *

Les chaînons des Beni-Bou-Ifrou et des Kerker se seraient soulevés pendant le Tertiaire, délimitant une cuvette synclinale qui fut ultérieurement comblée par différents sédiments.

A l'Est, on trouve à la base des marnes marines, gris-bleu, à passages sableux et à lits de graviers, rapportées au Pliocène ou au Miocène supérieur. Ces marnes, épaisses de plus de 150 m à Monte-Arruit, disparaissent complètement vers l'Ouest.

Elles sont recouvertes par des marnes jaunâtres ou bariolées, englobant des galets, attribués à un épisode continental ou lagunaire du Miocène. Ces formations sont particulièrement épaisses dans l'Ouest de la plaine où un forage a atteint à 220 m les calcaires détritiques du Miocène premier cycle après n'avoir traversé que des limons à lits de galets du Quaternaire et de ce Pliocène.

Vers l'Est, le sommet du Pliocène est représenté par un calcaire lacustre blanc ou beige rosé, très dur, recélant des niveaux de marnes blanches, et épais d'une quinzaine de mètres entre Monte-Arruit et Zelouan où il affleure.

Enfin, l'ensemble fut recouvert par les formations quaternaires que nous étudierons plus en détail dans les paragraphes qui leur sont consacrés.

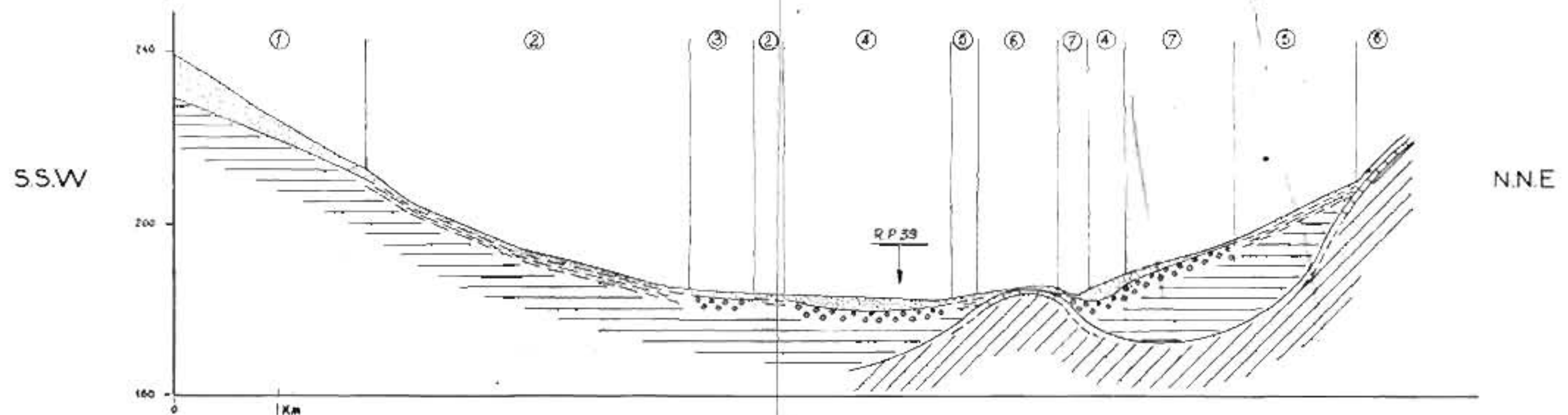
V.- LE QUATERNAIRE

A. Historique :

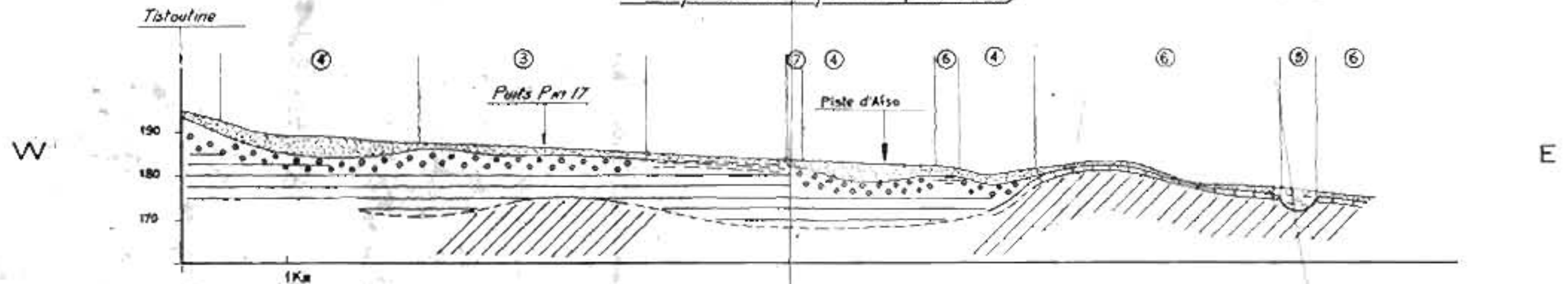
Les formations du Quaternaire ancien sont venues recouvrir le soubassement formé par les marnes du Pliocène. Dans la moitié Ouest de la plaine, ces apports sont constitués essentiellement par quelques mètres de limons rouges assez fortement tachés sinon encroûtés. Dans la moitié Est, le Quaternaire ancien est représenté

"Hydrogéologie de la plaine du Gareb et du Bou-Areg" - A.M. DEREKOY et F. MORTIER - Mines et Géologie ; 4^e année ; n° 14 ; Rabat ; 1961.

Coupe Schématique S.S.W-NNE (Piste d'Aliso)



Coupe Schématique W.E (R.P. 39)



Echelle { X : 1/40.000 env.
Y : 1/1000 env.



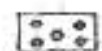
Moulouyen



Croute Moulouyenne



Quaternaire moyen



Granules tertiaires



Croute tertiaire



Soltanien

- ① Sols Bruns Rouges Steppiques, Profonds, à laches, sur roche-mère assez argileuse
- ② Sols Bruns Rouges Steppiques, Peu profonds, caillouteux, sur croûte déformable
- ③ Sols Bruns Rouges Steppiques, Profonds, à laches et granules sur roche-mère complexe, argileuse en profondeur
- ④ Sols Châtains Rouges Steppiques profonds à laches et granules sur roche-mère très argileuse
- ⑤ Sols Châtains Rouges Steppiques profonds à laches et granules, légèrement calcaires en surface sur roche-mère argileuse
- ⑥ Sols Châtains Rouges Steppiques peu profonds, caillouteux, sur croûte déformable
- ⑦ Sols Châtains Rouges Steppiques peu profonds, caillouteux, sur croûte non déformable
- ⑧ Sols Bruns Rouges Steppiques profonds, peu calcaires en surface, sur roche-mère complexe, argileuse en profondeur

par la dalle moulouyenne reposant soit sur un tuf par l'intermédiaire d'une croûte épaisse, soit directement sur les calcaires lacustres. Ces formations semblent avoir été affectées par un léger plissement dans le sens Nord-Ouest - Sud-Est ; de plus, elles plongent vers le Sud, sous l'influence d'une légère subsidence.

Le Salétien ne semble pas être représenté dans le Gareb, ou, du moins ; n'apparaît pas en surface.

De même, l'Amirien reste discret : tout au plus peut-on lui attribuer, au moins partiellement, un limon rouge, très argileux, parfois encroûté, toujours riche en granules, que l'on trouve à faible profondeur au centre de la plaine.

Le Tensiftien, par contre, a donné naissance à toute une série de cônes, répartis sur la périphérie de la plaine et d'importance plus ou moins grande. Ces cônes, de pente généralement faible, sauf pour les plus réduits, ont été, au moins partiellement, encroûtés à la fin du Tensiftien. Il est probable que cet encroûtement a également affecté les limons amiriens, et, en particulier, qu'il est responsable de la formation des granules.

Cette croûte tensiftienne, localement détruite par l'érosion au cours de l'interpluvial Tensiftien - Soltanien, a été ensuite recouverte par les apports du quaternaire récent (Soltanien). L'épaisseur de ces derniers reste généralement assez faible, sauf en quelques zones telles que le débouché des vallées, le centre de la plaine (partie Ouest) et quelques talwegs (partie Est).

Enfin, au débouché de certaines vallées, se sont formés quelques cônes rharbiens, mais ces dépôts ne sont que de faible épaisseur (1m à 1,50m) et leur importance décroît très rapidement quand on s'éloigne des collines. Ailleurs, le Rharbien ne dépasse pas 15 à 20 cm d'épaisseur, quand il existe.

B- Etude des différents limons :

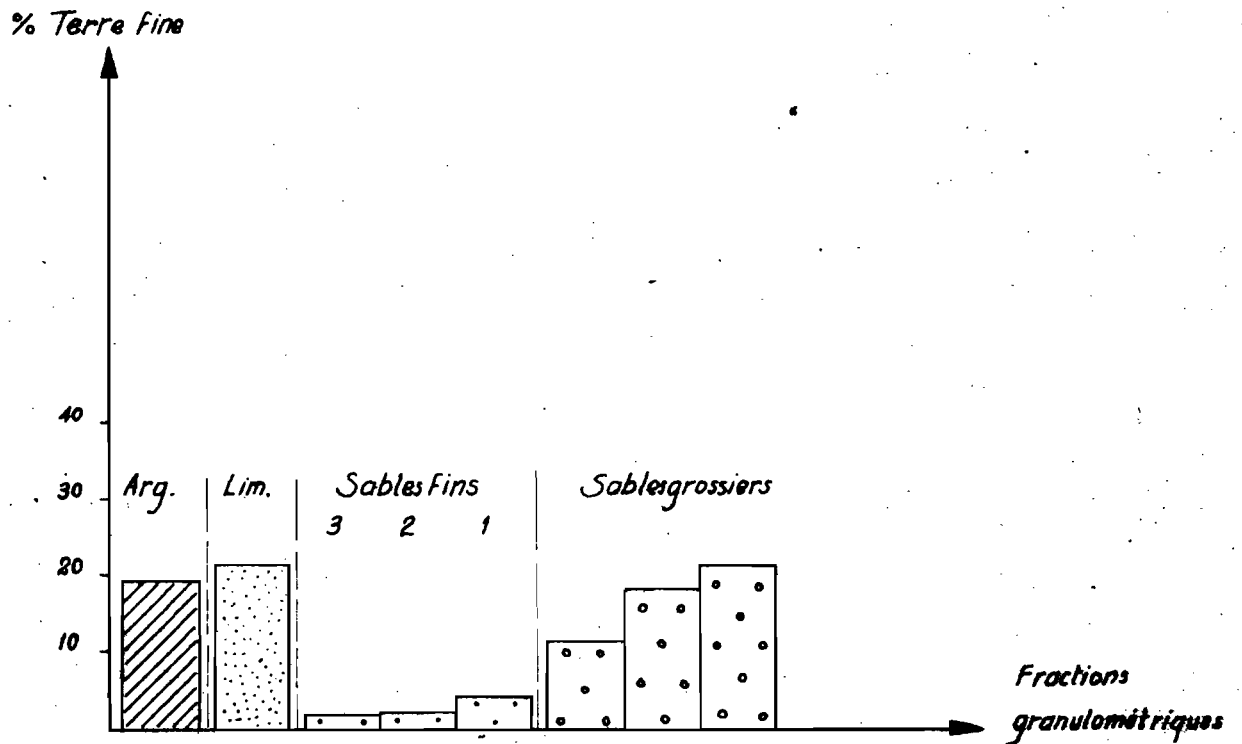
1 - Moulouyen :

Les dépôts moulouyens sont particulièrement épais dans la moitié occidentale du Gareb. Il s'agit essentiellement de limons rouges, à tâches jaunes, grandes, à bords nets, anastomosées. On remarque également de très nombreuses taches noires, petites,

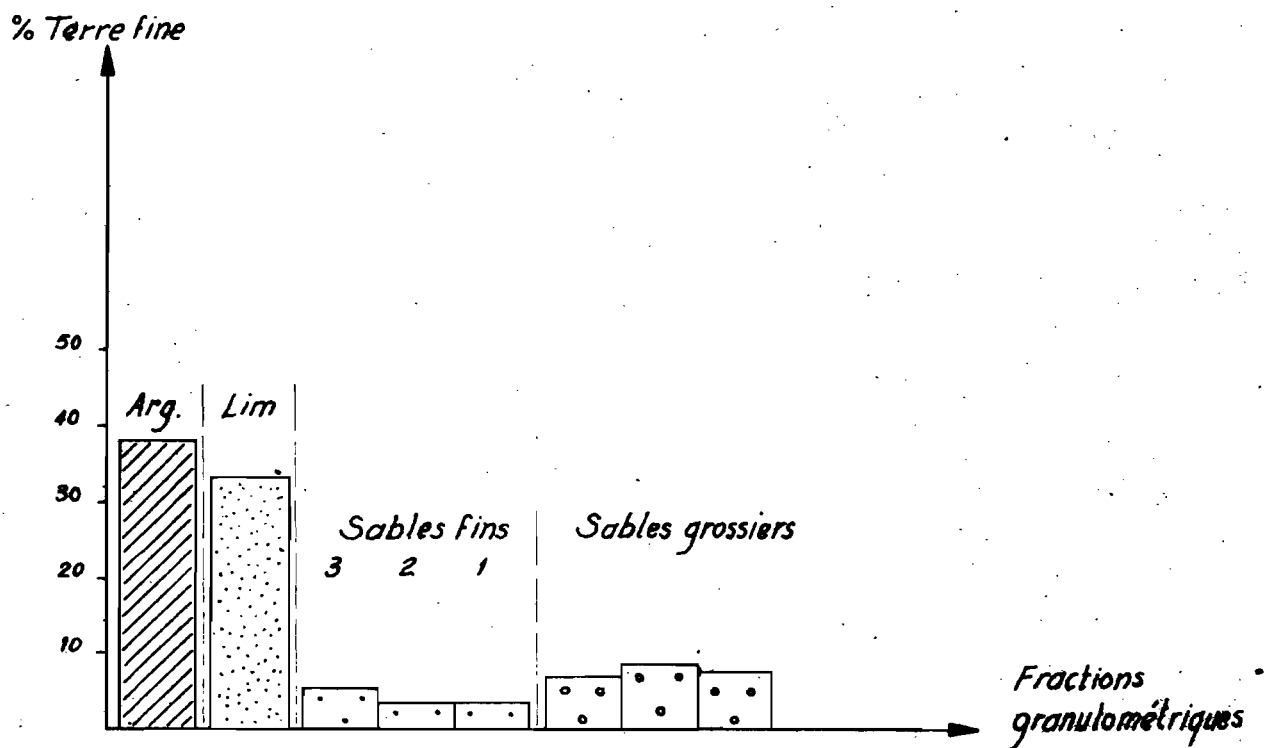
Types de Granulométries

Limons du Quaternaire Ancien

1-Puits N°22-Profondeur 2 m env (tuf)



2-Puits N° 23- Profondeur 4 m env



généralement attribuées à des dépôts de Manganèse par suite de phénomène d'hydromorphie. Enfin, on trouve parfois dans ces limons quelques concrétions de gypse cristallisé.

La texture est variable en ce qui concerne les taux d'argile et de limon. Mais le taux de sables fins reste relativement faible, alors que le taux de sables grossiers est plutôt plus élevé que dans les autres types de limons.

L'ensemble du dépôt est très dur, très compact. La structure, généralement massive, montre parfois une tendance prismatique, les prismes étant de grandes dimensions.

Ces limons sont très fortement salés, sans que l'on puisse dire si cette salure est d'origine, ou bien est due à l'action de la nappe qui circule actuellement dans ce dépôt. L'alcalisation et les pH sont également très forts. La teneur en calcaire est d'environ 30 %, sauf dans les tufs (60 % et plus).

Ajoutons que au sommet du dépôt, le limon passe parfois à un tuf et même à une croûte épaisse surmontée d'une dalle massive.

Ces limons moulouyens n'ont que peu d'importance en tant que roche-mère des sols du Gareb : en effet, lorsqu'ils sont à faible profondeur, ils sont recouverts par la croûte moulouyenne, et dans la partie Ouest de la plaine où cette croûte semble avoir disparu, le dépôt plonge vers le Sud (à proximité de la route principale n° 39, il est déjà à 7 m de profondeur).

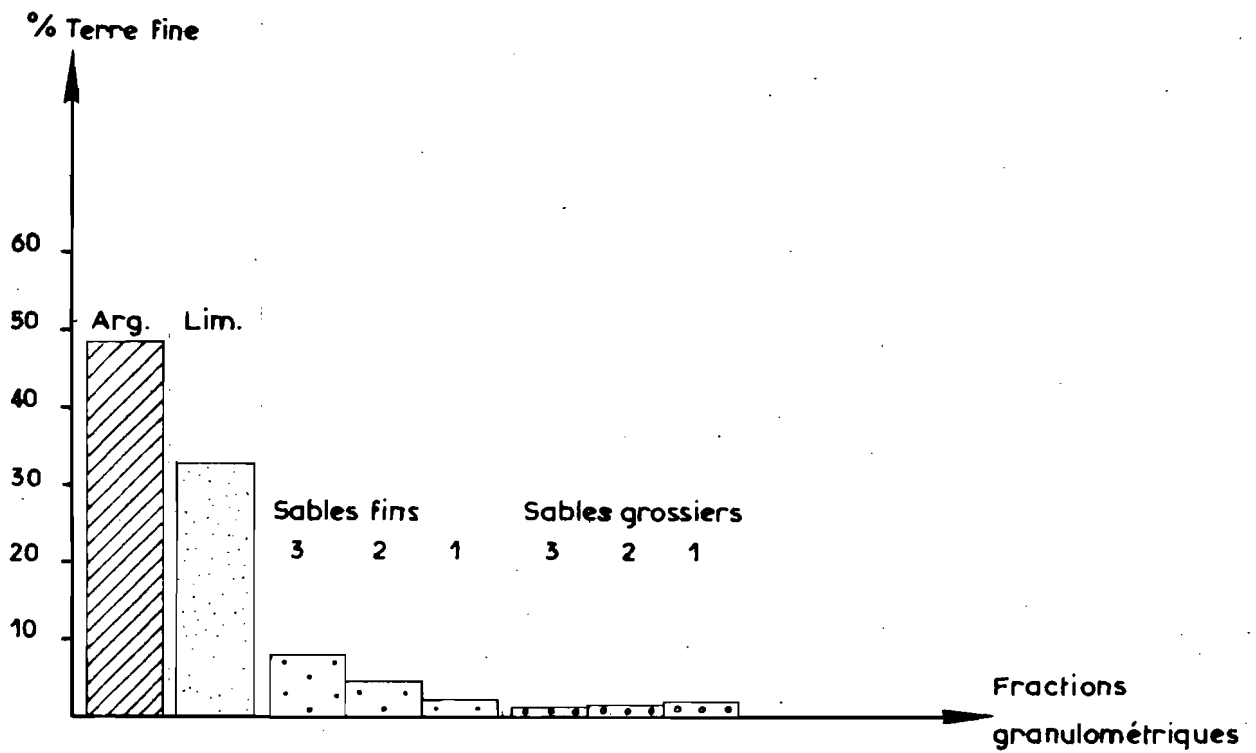
2 - Amirien :

Le limon que nous avons attribué à l'Amirien apparaît au Centre Ouest de la plaine, un peu au Sud de la route et semble se prolonger assez loin au Nord de celle-ci. En fait, il est probable qu'il s'agit là d'un dépôt mixte dont la base seule serait due à l'Amirien, le sommet étant tensiftien, mais il est impossible de faire le partage.

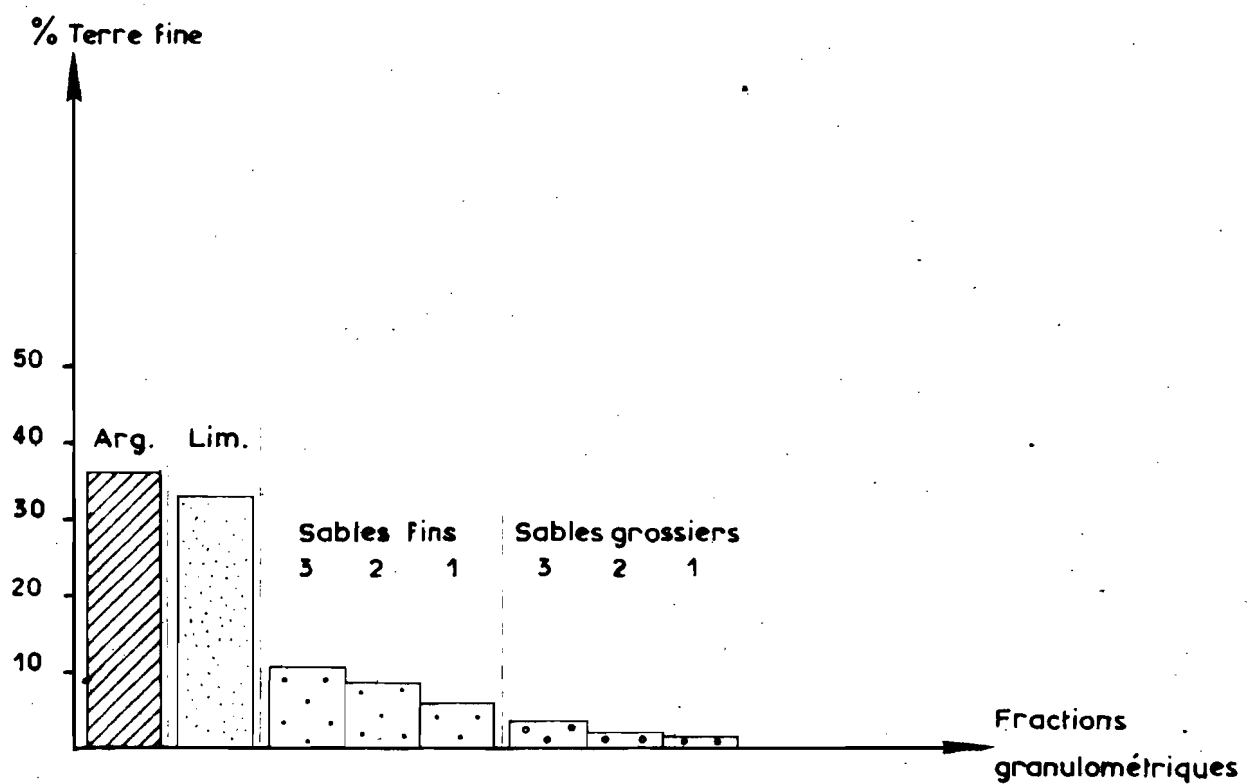
Ce limon, de couleur rouge, est très riche en particules fines : argile (48,5 %) et limons (33 %). La structure est généralement polyédrique, assez fine à fine, parfois à tendance cubique. Les agrégats sont durs, de formes régulières, souvent percés de quelques canalicules cylindriques (traces de racines), parfois à faces lisses. Ces faces sont souvent tachées de noir par des dépôts de manganèse.

Types de granulométries

3-Limon Amiro-tensiftien à granules



4-Limon tensiftien



Cette structure est très peu stable. Sous l'influence de la pluie, l'horizon correspondant s'éboule et forme une masse de boue visqueuse au fond des trous. Cependant, par dessiccation, la structure réapparaît sous une lame de surface, plus massive, sillonnée de fentes de retrait.

Cette instabilité de la structure est très certainement en rapport avec l'alcalisation que traduisent les mesures de pH : 9,20 pour le pH "à l'eau" ; 7,75 à 7,80 pour le pH "KCl". Par contre, ce limon n'est généralement pas salé, ou ne l'est que faiblement (d'ailleurs cette salure semble souvent être provoquée par l'irrigation).

L'accumulation de calcaire est assez importante : 35 - 40 % en général. Elle se fait sous forme de taches et de granules. Les taches sont jaunes ou blanches, plus ou moins grandes, mais nettes; souvent anastomosées, elles donnent, à l'extrême, un aspect bigarré à ce limon. Les granules sont de petites concrétions calcaires (0,5 cm de diamètre), dures, de couleur rose à rouge à l'intérieur, ocre à l'extérieur, de forme arrondie. Extrêmement nombreux à la partie supérieure du dépôt, ces granules se raréfient progressivement en profondeur.

Le limon amirien constitue la base d'une partie des sols sur roche-mère complexe. On le trouve souvent sous les sols châtaîns.

3 - Tensiftien :

De couleur brun ocre ce limon constitue une grande partie des cônes de la périphérie de la plaine, en particulier de ceux adossés aux Kerker.

Sables, argile et limon sont représentés à peu près également : 36 % d'argile, 33 % de limons, et 31 % de sables (25 % de sables fins, 6 % de sables grossiers).

La structure est du type polyédrique, moyenne à assez fine, parfois plus massive en profondeur. Les agrégats sont durs, mais de formes moins régulières que dans le cas du limon décrit précédemment; ils sont souvent tachés de noir et riches en traces de racines. Cette structure, sans être aussi instable que celle du limon amirien, est fragile.

Ce type de limon est très généralement alcalisé : le pH "à l'eau" est de 9,2 en moyenne et peut atteindre 9,8 ; le pH "KCl" est de 7,9 à 8,0 en moyenne.

Le limon Tensiftien est relativement souvent salé, (particulièrement sous les croûtes), à des doses plus ou moins importantes, mais ce n'est pas un caractère général.

Par contre, l'accumulation de calcaire est toujours assez forte (40 % en moyenne). Elle se fait sous forme de taches, plus ou moins grandes, jaunes ou blanches, à bords nets ; les granules sont souvent présents, mais moins nombreux que dans le cas du limon amirien. Très souvent l'accumulation de calcaire est telle que le limon passe vers le haut à un encroûtement tuffeux ou à une croûte peu épaisse.

Le limon tensiftien constitue la base d'une partie des sols sur roche-mère complexe. On le trouve parfois sous les sols bruns rouges steppiques profonds sur limon soltanien, mais le plus souvent on le rencontre sous les croûtes et les encroûtements tuffeux du Sud du Gareb.

4 - Soltanien :

On peut rapporter à ce pluvial plusieurs types de limons :

a - Un limon non ou peu calcaire , rouge sombre, extrêmement argileux (50 %), assez limoneux (25 %), très pauvre en sables grossiers (3 %) couvre la partie Nord et la partie Est de la plaine : il constitue la roche-mère des sols châtaîns de ce périmètre. Sa structure, polyédrique assez fine en surface, devient prismatique, toujours assez fine, en profondeur ; elle est toujours relativement peu stable.

La teneur en calcaire de ce limon est faible : toujours moins de 10 % et souvent moins de 2 à 3 % ; les taches y sont rares : on note parfois un "placage" de calcaire pulvérulent le long des fissures.

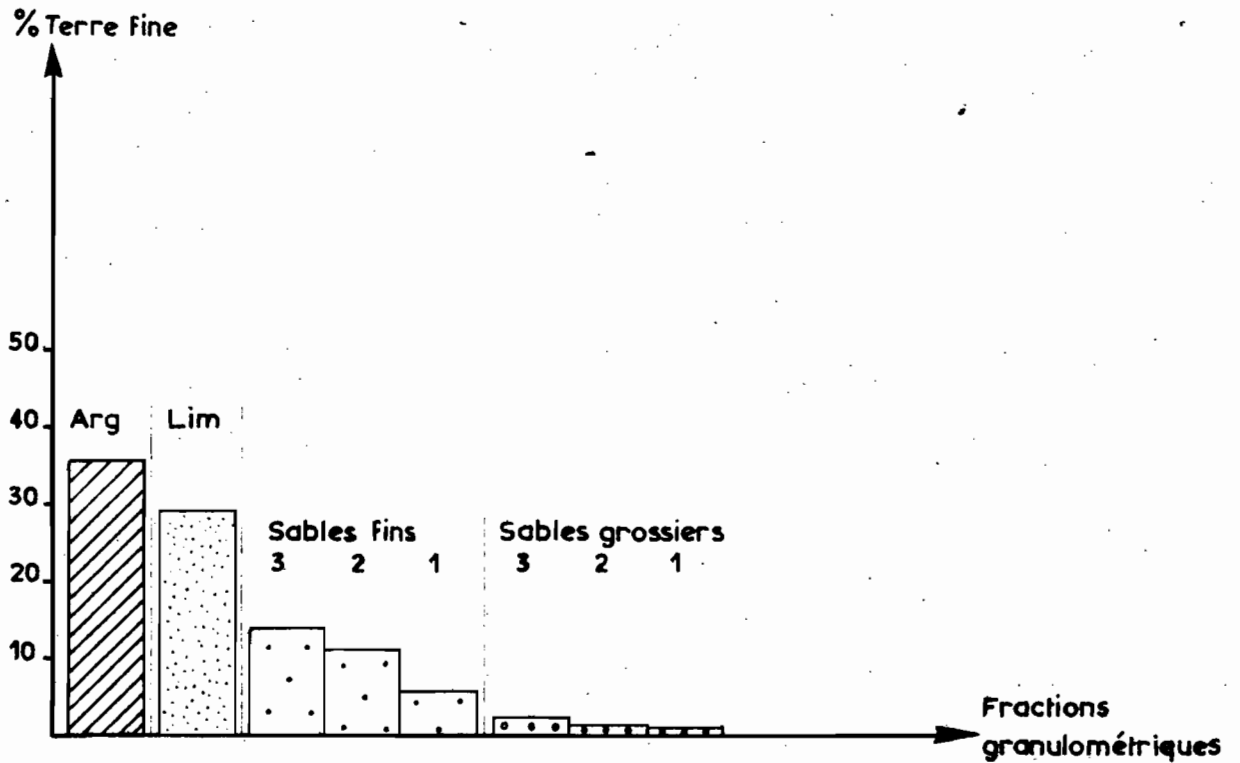
La teneur en sels totaux est également faible (0,5 à 0,8 g) ; elle peut augmenter localement, mais ce fait semble résulter de la pratique des irrigations avec l'eau de la nappe.

Le pH n'est pas trop élevé dans l'ensemble : la moyenne se situe entre 8,5 et 8,8 pour le pH "à l'eau".

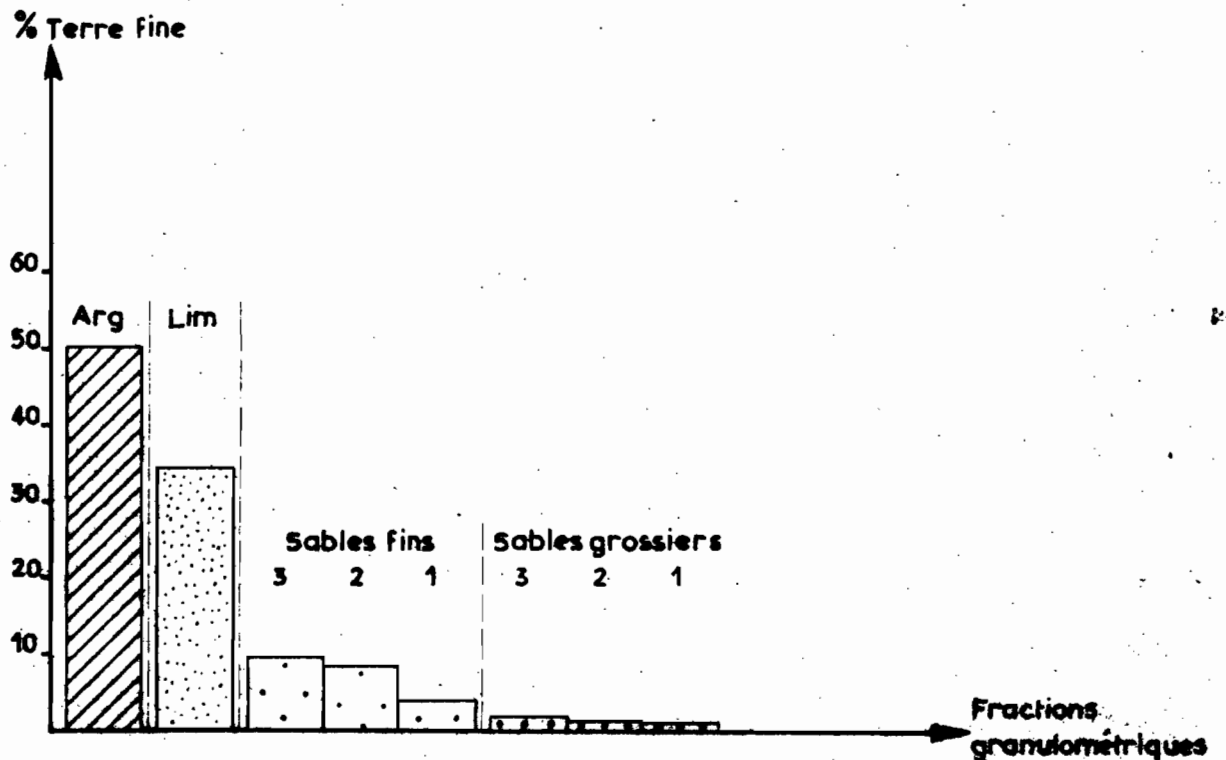
b - Un limon soltanien calcaire couvre la partie Sud de la plaine. De couleur brun rougeâtre sa

Types de Granulométries

5-Limon Soltanien calcaire (périphérie de la plaine)



6-Limon Soltanien non calcaire



texture est plus grossière que celle du premier, mais la proportion de particules fines est loin d'être négligeable (35 % d'argile et 30 % de limons). Cette texture devient d'ailleurs de plus en plus fine vers le centre de la plaine (probablement par un tri des particules en fonction de la distance, mais aussi par mélange avec le limon soltanien non calcaire et, en profondeur, le limon amiro -tensiftien) où la teneur en argile atteint 45 %, la teneur en limon montant à 35 %. Par contre, à proximité des bordures montagneuses, ce type de limon est souvent caillouteux.

La structure est polyédrique, assez fine ; les agrégats, plus ou moins friables et poreux en surface, deviennent plus durs en profondeur, mais la stabilité reste médiocre.

Cependant, ce limon n'est que peu ou faiblement alcalisé : le "pH eau" est de 8,55 en moyenne. La salure est, comme dans le cas précédent, locale et due à la pratique de l'irrigation.

Le taux de calcaire varie de 10 à 30 ou 35 %. L'accumulation se fait sous formes de taches, petites, d'un blanc rosé, à bords nets, parfois légèrement durcies en granules de forme polyédrique.

5 - Rharbien :

Les apports rharbiens ne forment bien souvent qu'une pellicule de quelques centimètres d'épaisseur déposée au-dessus des limons soltaniens. Ils peuvent cependant atteindre 1 à 2 m au débouché de certaines vallées où ils constituent des cônes d'importance réduite.

Ces limons, de couleur grise, sont caractérisés par une texture très variable d'un profil à l'autre, ou même d'un horizon à l'autre du même profil, correspondant à autant d'apports différents. Il est cependant possible de noter quelques points communs :

- la teneur en limons est généralement plus forte que la teneur en argile.

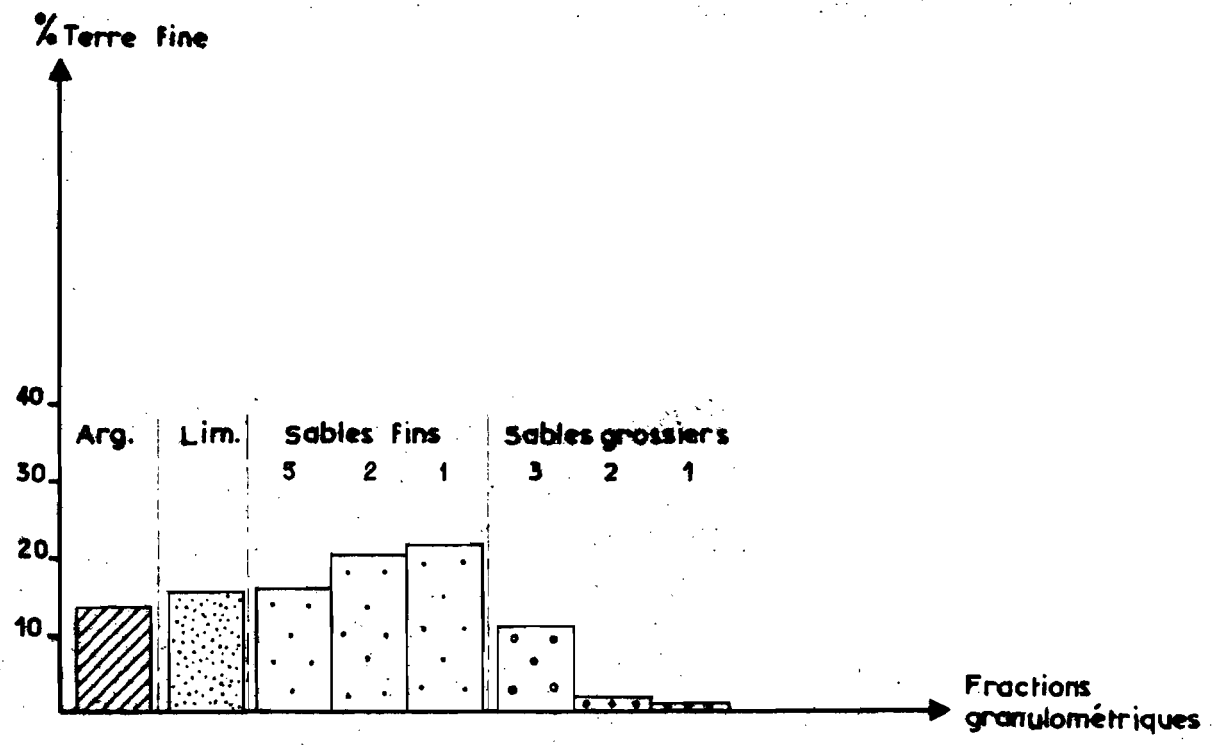
- la teneur en sables grossiers reste relativement faible, tout particulièrement en ce qui concerne les plus grossiers (catégories 2 et 1).

- ces limons sont parsemés de lits ou de poches caillouteuses, dont les éléments sont parfois très importants.

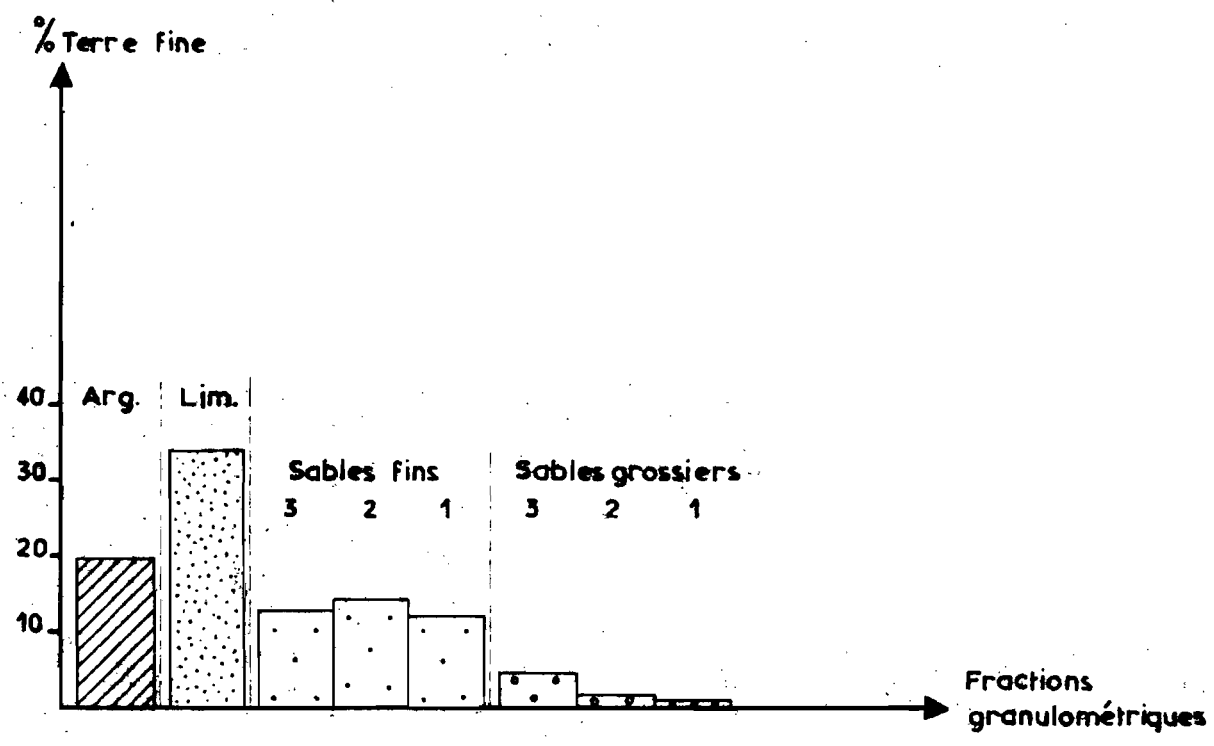
Les autres caractères de ces limons (pH, salure, teneur en calcaire) sont également très variables.

Types de Granulométries Limons Rhodaniens

7- Profil n° C 53 -Echantillon B (profondeur 10cm)



8- Profil n° C 60 -Echantillon B (profondeur 30 cm)



VI.- L'ÉROSION :

La fréquence et la violence relative des vents entraînent une certaine érosion. Cependant, ces effets restent limités du fait de la formation d'une lame légèrement compacte, peu épaisse en surface des sols : ce n'est que lorsque cette lame est détruite (labours, passage de troupeaux) que l'érosion éolienne peut s'exercer ; son intensité semble cependant faible en général : il y a transport des particules sur de courtes distances.

L'érosion par les eaux est favorisée par le régime des pluies : gros orages assez brefs. Il est encore possible de faire une distinction entre les secteurs oriental et occidental de la plaine.

- A l'Est, l'érosion linéaire l'emporte, favorisée par une pente générale un peu plus forte, et une topographie plus contrastée conduisant à un rassemblement des écoulements.

- A l'Ouest, l'érosion ravinante reste limitée à la zone de piedmont à pente forte, où apparaissent une série de rigoles étroites et peu profondes. Par ailleurs, les oueds issus des chaînons montagneux prolongent leur lit par un ravin de moins en moins marqué et qui disparaît au bout de quelques centaines de mètres : à l'extrémité de ce ravin, se forme une petite zone d'épandage riche en galets et matériel grossier. Partout ailleurs dans cette zone, domine l'érosion en nappe favorisée par des pentes faibles et régulières.

VII.- HYDROLOGIE*

A. Les eaux de surface :

La partie occidentale de la plaine est presque totalement dépourvue d'écoulements superficiels. Les oueds qui débouchent des bordures montagneuses disparaissent rapidement après leur entrée dans la plaine ; les eaux qui ruissellent des collines disparaissent également assez vite.

Par contre, la partie orientale du Gareb possède un réseau d'oueds beaucoup plus dense. Le plus important, l'oued Zelouane est alimenté par des résurgences de la nappe, ce qui lui donne

un débit faible mais permanent. Notons que cette eau, dont une partie est utilisée pour l'irrigation, est loin d'être des plus favorables tant en raison de sa teneur en sels (plus de 5 g) que de son pouvoir alcalisant, caractères qu'elle doit à son origine (la nappe).

L'oued Zelouane pourra être utilisé comme collature principale, mais rappelons qu'il n'intéresse que la partie Est du périmètre irrigué.

B. La nappe :

A l'Ouest, la nappe circule à travers les limons plus ou moins encroûtés du Quaternaire moyen et du Moulouyen, au-dessus d'un niveau imperméable constitué par les marnes continentales du Pliocène. La direction d'écoulement est sensiblement parallèle à la route principale n° 39 Tistoutine -Monte-Arruit ; le gradient est très faible (0,7 ‰).

Dans la partie orientale, l'écoulement se fait au-dessus des marnes gris-bleu, marines, à travers les fissures du calcaire lacustre. Le gradient y est beaucoup plus important : 10 ‰.

La profondeur de cette nappe varie de 5 à 35 ou 40 m selon les endroits ; elle est maximum le long des Kerker (25 à 35 m) puis décroît vers la route principale n° 39 (7 à 15 m) et vers Monte-Arruit (5m). Vers le Nord, la profondeur augmente à nouveau. On peut craindre que les apports d'eau de la Moulouya ne fassent remonter ce niveau : il faudra donc réaliser, avant la mise en eau, un réseau de drainage tel que la nappe ne puisse pas remonter au-dessus de 3 m, au maximum.

Du point de vue chimique, l'eau de la nappe phréatique est loin d'être des plus favorables à l'irrigation.

- Salure : la teneur en sels varie de 1 à 20 gr/l. L'eau la moins salée (moins de 2 gr/l) se trouve à l'extrémité Sud-Est de la plaine, sur environ 600 ha. Ajoutons 400 ha où la salure varie entre 2 et 3 gr/l; partout ailleurs l'eau est très fortement salée, les concentrations les plus élevées étant atteintes au centre et au Nord du Gareb (zones de mauvais drainage par suite d'une perméabilité médiocre).

* Renseignements fournis par le S.R.E. de Berkane et "Hydrogéologie de la plaine du Gareb et du Bou-Areg" - A.M. DEREKOY et F. MORTIER - Mines et Géologie ; 4^e année ; n° 14 - Rabat - 1961.

- Composition chimique et pouvoir alcalisant : 6 % des eaux, localisés dans le Sud-Est, contiennent plus d'alcalino-terreux que d'alcalin ; partout ailleurs la proportion est inverse. La grande majorité (70 %) des eaux est chlorurée-sulfatée, 20 % sont carbonatées-sodiques, le reste est sans prédominance d'anions ni de cations. Au total, 60% environ des eaux doivent être considérées comme fortement alcalisantes (normes américaines : S.A.R. supérieur à 26 pour les eaux peu salées, à 11 pour les eaux très salées), le reste étant peu ou moyennement alcalisant.

Ces caractéristiques défavorables n'ont pas empêché les cultivateurs du Gareb d'utiliser l'eau de la nappe phréatique pour leurs irrigations (le nombre des puits est passé de 50 en 1920, à 80 en 1947 et à 600 en 1960, dont plus d'une centaine équipés de petites pompes). Les conséquences s'en sont faites sentir sur les sols, mais de manière moins grave que l'on aurait pu le craindre, grâce aux précautions prises par les agriculteurs.

VIII.- LE FACTEUR HUMAIN

Une grande partie du Gareb est déjà mise en valeur. A l'Ouest, domine surtout la culture en sec de l'orge. A l'Est, par contre, l'irrigation par pompage dans la nappe a permis de développer des cultures plus variées : coton, surtout, tournesol, luzerne, orge, tomates, ...soit des cultures relativement résistantes au sel qui peuvent donc donner des rendements assez satisfaisants en dépit des caractéristiques défavorables de l'eau, et ce d'autant plus que les exploitants apportent de fortes doses d'engrais minéraux et organiques.

Cependant, cette irrigation a eu un certain nombre de conséquences sur les propriétés des sols :

- détérioration de la structure en surface : on constate généralement dans les sols irrigués, le développement, entre 5 et 15 ou 20 cm de profondeur, d'une structure polyédrique à prismatique très forte ; les éléments de cette structure sont durs, très peu poreux. Au-dessous, la structure devient polyédrique assez fine.

- salure du sol : alors que la salure des sols non irrigués varie entre 0,4 et 0,8 gr/l de sels totaux par kilo de terre fine, celle des sols irrigués se situe entre 1 et 5 gr/kg ou plus. La composition de cette salure rappelle celle de la nappe : nette dominance des ions Cl^- et Na^+ , teneur relativement faible des ions Ca^{++} .

L'examen des sols où l'irrigation a été abandonnée depuis un certain temps montre que si la détérioration superficielle de la structure semble se maintenir, par contre, la salure diminue. Signalons que dans l'ensemble les taux de sels relevés dans les sols irrigués sont cependant plus faibles que l'on aurait pu le craindre ; il faut sans doute voir là une conséquence des méthodes utilisées (doses d'irrigations abondantes et assez rapprochées).

DEUXIEME PARTIE

LES SOLS

LES SOLS PROFONDS.

Nous avons considéré comme "profonds" les sols ne présentant pas d'horizon d'accumulation calcaire durci en croûte ou encroûtement à moins de 80 cm de profondeur.

I. - Les sols CHATAINS ROUGES STEPPIQUES, PROFONDS, A TACHES ET GRANULES.

Ces sols ont en commun un certain nombre de caractères :

- La teneur en matière organique relativement faible, quoique satisfaisante pour la région (2 à 2,5 %). Cette matière organique, bien évoluée, a une répartition isohumique, c'est-à-dire que la teneur décroît régulièrement quand la profondeur augmente.

- La teneur en calcaire est faible en surface (moins de 10 %), mais augmente en profondeur.

- La texture : le taux d'argile passe par un maximum (à une profondeur plus ou moins grande).

- La structure : il existe généralement dans les sols de ce type un horizon à structure prismatique.

L'aire de répartition de ces sols coïncide avec celle du limon soltanien non calcaire ; mais celui-ci ayant parfois été légèrement recalcarifié en surface, nous avons été amenés à distinguer deux types de sols châtaîns.

A.- Sols châtaîns rouges, steppiques, profonds, à taches et granules sur ROCHE MERE TRES ARGILEUSE.

Ces sols se sont développés dans le centre et le Nord de la plaine. La roche-mère est constituée par le limon soltanien non-calcaire, très argileux, , parfois recouvert sur quelques centimètres, ou simplement remanié, au Rharbien. En profondeur, apparaît le limon amiro-tensiftien à granules.

La texture est très fine. En moyenne, les pourcentages d'argile sont de 30 en surface ; 44 à 20 cm de profondeur ; 62 à 50 cm ; 60 à 80 cm. Dans certains cas, la teneur en argile atteint 70 % (plus 15 % de limons). Le dépôt amiro-tensiftien est également plutôt argileux (48 % d'argile ; 30 % de limons). Les teneurs en sables grossiers sont extrêmement faibles (moins de 5 %) et en sables fins, assez faibles (30 % en surface, 15 % à 50 cm).

La structure est polyédrique assez fine en surface (sauf dans les sols irrigués où elle devient prismatico-polyédrique forte, à éléments compacts) ; les agrégats sont poreux, assez friables. Puis, la structure devient prismatique, assez fine ; les agrégats sont durs, moyennement à peu poreux ; cet horizon à structure prismatique est généralement peu épais (10 à 20 cm). Enfin la structure redevient de type polyédrique, assez fine, à agrégats durs, peu poreux (quelques canalicules de racines), parfois à tendance cubique dans le limon amiro-tensiftien. L'indice d'instabilité de la structure (mesuré par la méthode HENIN) est de 4 à 6 pour les échantillons de surface, ce qui indique une structure médiocrement stable.

La perméabilité mesurée sur le terrain par la méthode de Müntz prend des valeurs très diverses :

Profondeur cm	Perméabilités stabilisées cm/h.		
	Moyenne	Minimum	Maximum
0 (15 mesures)	9,7	1,4	21,2
50 (17 mesures)	5,5	1,6	16,6

Type de sol : CHATAIN ROUGE STEPPIQUE PROFOND A TACHES ET GRANULES SUR ROCHE MERE TRES ARGILEUSE

Profil n° D 67 - Surface : légèrement glacée - Relief : plat - Micro relief : uni - Végétation : Ziziphus lotus, Asparagus stipularis, Eryngium campestre culture d'orge.

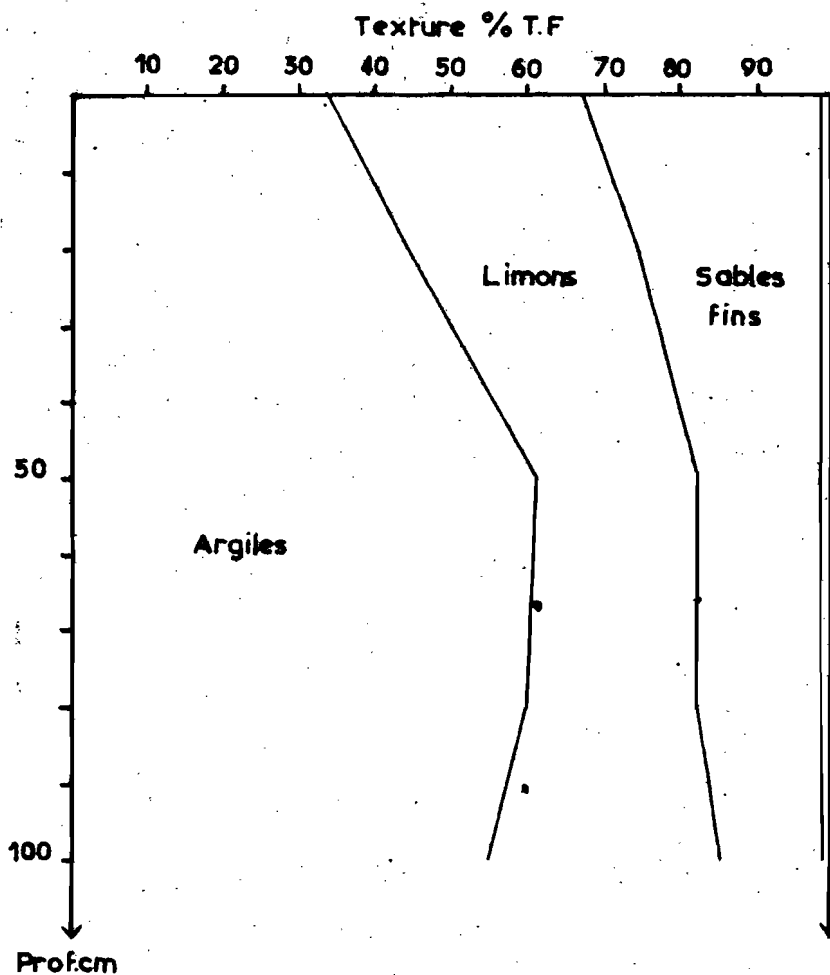
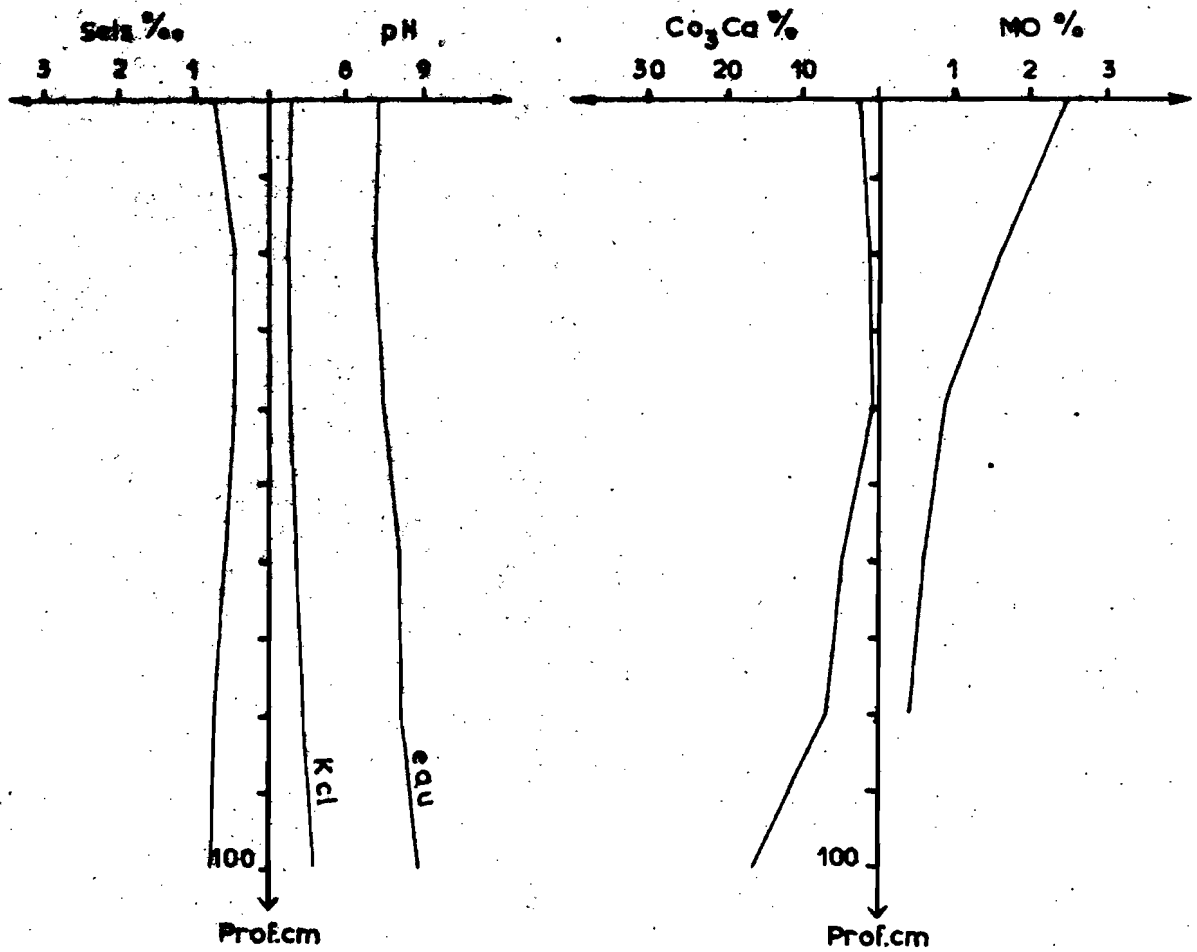
RHARBIEN	17	Brun gris - massif, compact. St. polyéd. à prismatique très forte. Quelques coquilles, quelques racines.
	55	Brun rouge devenant plus rouge, sombre. Très argileux Structure polyédrique moyenne. agrégats assez durs peu poreux. Horizon assez meuble.
	74	Rouge sombre. Très argileux. St. prismatique, assez fine ; agrégats durs, peu poreux, à faces lisses, luisantes. Cette structure donne certaine porosité à l'horizon.
SOLTANIEN	108	Id ^e mais la structure redevient polyédrique assez fine à fine. Apparition de taches, quelques granules
	AMIRO-TENSIFT.	Rouge sombre. Argileux. Très taché de jaune. Très nombreux granules. St. polyéd. assez fine. Horizon plus dur et plus compact que le précédent.

Ech.	Prof cm	Calc %	MO %	p H eau	KCL	Sels ‰
A	0	0,25	2,05	8,25	7,10	0,65
B	20	0,05	1,60	8,25	6,80	0,35
C	40	0,05	0,85	8,25	6,60	0,30
D	60	0,05	0,41	8,45	6,75	0,40
E	90	5,2	0,18	8,60	7,20	0,50
F	120	12,3		8,75	7,25	0,55

analyse granulométrique - % terre fine												
Ech.	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	19,6	32,1	51,7	21,7	15,1	7,1	43,9	2,8	0,9	0,7	4,4	48,3
B	39,5	30,8	70,3	11,8	11,7	4,1	27,6	1,4	0,4	0,3	2,1	29,7
C	48,5	23,8	72,3	12,3	9,2	4,0	25,5	1,6	0,5	0,1	2,2	27,7
D	55,7	18,0	73,7	11,9	9,5	3,1	24,5	1,2	0,4	0,2	1,8	26,3
E	59,6	14,7	74,3	12,1	6,6	2,4	21,1	1,6	1,5	1,5	4,6	25,7
F	47,3	23,0	70,3	11,5	7,4	2,7	21,6	2,3	2,6	3,2	8,1	29,7

SOLS CHÂTAINS ROUGES STEPPIQUES, PROFONDS À TACHES ET GRANULES SUR ROCHE-MÈRE TRÈS ARGILEUSE

MOYENNES



Donc, en moyenne, la perméabilité apparaît comme assez forte en surface, assez faible en profondeur. Mais aux deux profondeurs, il peut arriver que le sol soit à considérer comme imperméable (la limite est estimée à 1,8 cm/h), ce qui ne saurait trop surprendre étant données d'une part, la richesse en argile et limons, d'autre part, la mauvaise stabilité structurale.

La teneur en matière organique est satisfaisante pour la région : 2,6 % en surface (extrêmes : 1,6 et 3,5 %) ; 0,58 % à 60 cm de profondeur (extrêmes 0,4 et 1,01 %). La répartition de cette matière organique dans le sol est de type isohumique.

La teneur en calcaire est faible : 2,5 % en surface, moins de 2% jusqu'à 50 cm. On observe ensuite une légère augmentation (5 % à 60 cm) correspondant à l'accumulation soltanienne, parfois accompagnée de quelques petites taches, blanc rosé. Vers 90 cm une nouvelle augmentation, accompagnée de taches plus abondantes, blanches ou jaunes, et de nombreux granules durs, arrondis, signale le passage au limon amiro-tensiftien. Indiquons que cette dernière accumulation peut être telle que l'on trouve une croûte ou un encroûtement à ce niveau.

Sauf dans le cas où ils ont été irrigués, ces sols ne sont pas salés ou très peu, la teneur en sels totaux variant de 0,5 à 0,8 o/oo ; les taux les plus élevés sont ceux mesurés en surface et en profondeur.

De même les pH restent généralement faibles jusque vers 80 cm ; à ce niveau apparaît parfois une certaine alcalisation (pH à l'eau de 9,1).

Ces sols pourraient donc être classés parmi les meilleurs de la plaine. Malheureusement, les teneurs excessives en éléments fins provoqueront, sous irrigation, des engorgements à faible profondeur, d'autant plus que la structure est loin d'être des plus stables. De plus certaines cultures peuvent être affectées par cette abondance d'argile. Nous sommes donc conduits à classer ces sols en catégorie II.

B.- Sols châtaîns rouges steppiques, profonds, à taches et granules, LEGEREMENT CALCAIRES EN SURFACE, sur ROCHE-MERE ARGILEUSE.

Ces sols sont localisés à l'Ouest de la plaine (vers Tistoutine) et, sur une surface assez réduite, dans le Sud, au pied des Kerker. La roche-mère est constituée par le limon

Type de sol: CHATAIN ROUGE STEPPIQUE, PROFOND, A TACHES ET GRANULES, LEGEREMENT CALCAIRE EN SURFACE, SUR ROCHE MERE ARGILEUSE

Profil n° A 17 Surface :glacée, grise -Relief : plat - Micro-relief : uni - Végétation : Peganum Harmala, Glaucium corniculatum
Chrysanthenum coronarium

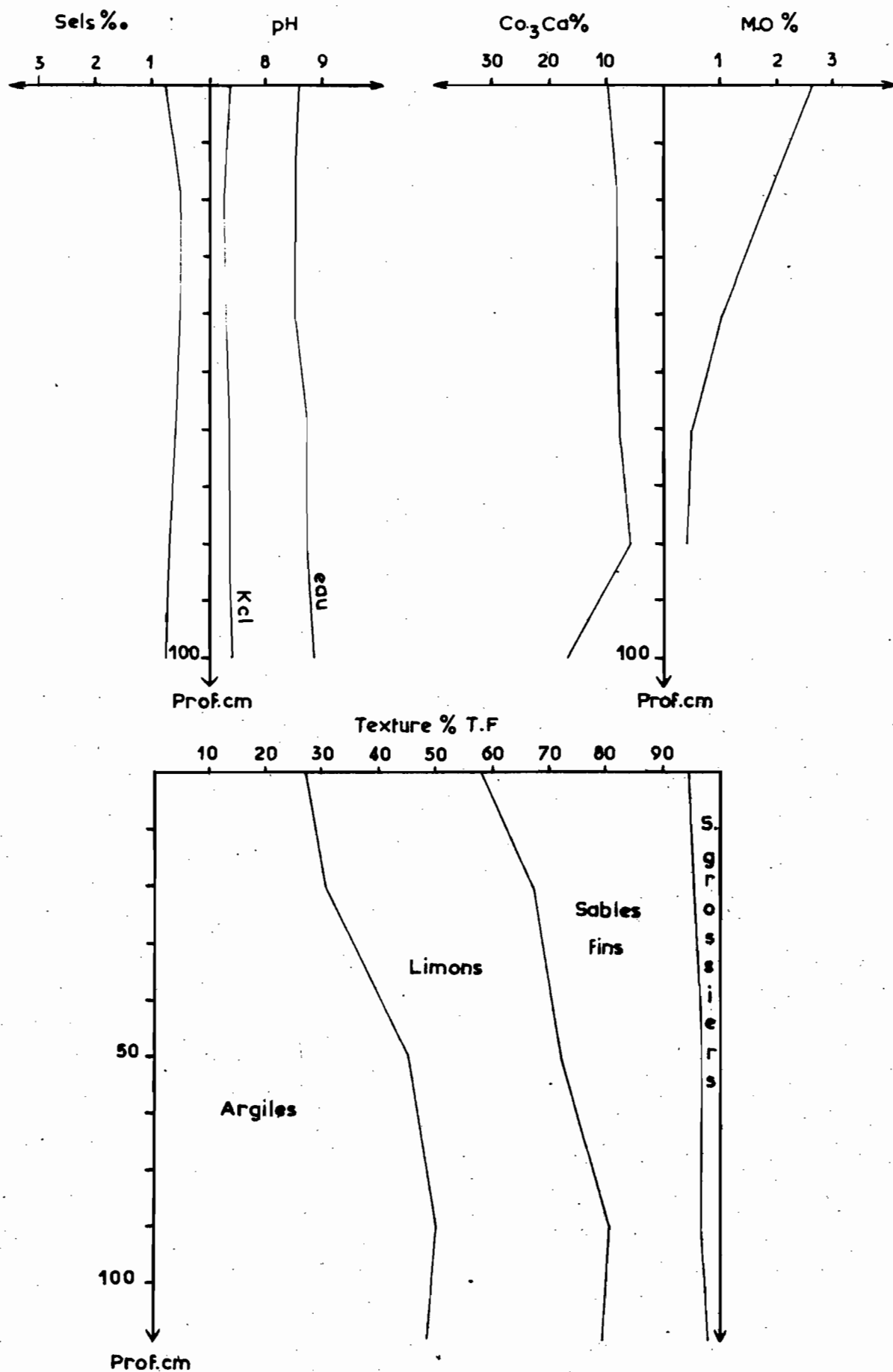
RHARBIEN	Brun à brun-gris - Sablo-limoneux - Lamé schisteuse de 1 à 3 cm en surface, puis structure nuciforme, fine très friable - Assez nombreuses racines - Horizon très meuble et poreux.
25	
SOLTANIEN	Brun devenant brun-rouge - de plus en plus argileux st. polyédrique moyenne, agrégats résistants, assez poreux - pseudo-mycélium blanchâtre.
70	
	Brun-rouge à rouge - très argileux - polyédrique assez fine, tendance prismatique ; agrégats durs, non poreux quelques petites taches jaunes, pas très nettes - quelques granules.
112	
AMIRO-TENSIFT.	Rouge - très argileux - polyédrique assez fine à cubique - assez taché - quelques granules durs, arrondis

Ech.	prof cm	calc %	M.O %	pH		Sels
				eau	Kcl	
A	0	12,5	3,07	8,5	7,45	0,6
B	20	8,5	2,52			0,5
C	40	8,0	1,13	8,45	7,30	0,6
D	60	8,9	0,73			0,7
E	100	4,3	0,33	8,90	7,30	0,95
F	130	15,5	0,27			1,1

Analyse granulométrique - % Terre fine												
Ech.	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	20,4	25,9	46,3	21,4	16,8	9,9	48,1	3,2	1,3	1,1	5,6	53,7
B	21,8	28,0	49,8	15,3	18,9	10,7	44,9	3,2	1,4	0,7	5,3	50,2
C	33,6	36,6	70,2	11,4	10,0	4,9	16,3	1,7	0,9	0,9	3,5	29,8
D	40,4	30,5	70,9	11,3	8,9	5,8	26,0	1,7	0,8	0,6	3,1	29,1
E	49,1	23,7	72,8	10,5	9,7	3,9	24,1	1,6	0,7	0,8	3,1	27,2
F	55,4	24,6	80,0	8,7	5,6	2,8	17,1	1,1	0,8	1,0	2,9	20,0

SOLS
CHÂTAINS ROUGES STEPPIQUES, PROFONDS À TACHES ET GRANULES
LÉGÈREMENT CALCAIRES EN SURFACE, SUR ROCHE - MÈRE
ARGILEUSE

MOYENNES



soltanien non calcaire, probablement mêlé à un autre apport, Soltanien ou Rharbien, ce qui a eu pour résultat d'accroître légèrement la teneur en calcaire et de diminuer la proportion d'argile des horizons supérieurs. En profondeur, on trouve assez souvent le limon amiro-tensiftien à granules ; tout à fait en surface, existe parfois une faible couverture rharbienne.

La texture reste fine, particulièrement en profondeur : 27 % d'argile en surface (plus environ 30 % de limons, environ 35 % de sables fins et 6 % de sables grossiers); 45 % d'argile à 50 cm (37 % de limons, 27 % de sables fins, 5 % de sables grossiers) et 50 % d'argile à 80 cm (30 % de limons ; 17 % de sables fins, 3 % de sables grossiers). Aussi, la perméabilité est-elle assez faible :

Profondeur cm	Perméabilité stabilisée cm/h.		
	Moyenne	Minimum	Maximum
0 (18 mesures)	6,6	0,8	21,2
50 (14 mesures)	3,3	1,6	12,6

Effectivement, on constate que, en certains endroits, l'eau séjourne assez longtemps en surface après les pluies. Sans doute faut-il voir dans ce manque de perméabilité autant l'influence d'une mauvaise structure sub-superficielle (type prismatique à polyédrique forte) que celle de la texture.

La structure, polyédrique assez fine sur les cinq à dix premiers centimètres devient prismatico-polyédrique sur 10 à 20 cm d'épaisseur, dans les zones qui ont été irriguées on a un mauvais drainage superficiel. Ensuite, réapparaît une structure polyédrique assez fine, à agrégats assez durs, assez peu poreux ; vers 40 à 50 cm on peut noter l'existence d'une tendance prismatique. Le limon amiro-tensiftien que l'on trouve en profondeur a une structure polyédrique assez fine à fine, parfois à tendance cubique.

La teneur en matière organique est assez bonne ; 2,6 % en surface ; 1 % à 40 cm. La répartition est de type isohumique ; parfois perturbée en surface par la mise en culture.

La teneur en calcaire est relativement faible : moins de 10 % en moyenne, sauf parfois en surface où les apports rharbiens peuvent être légèrement plus riches (12 %). Cette teneur décroît jusqu'à vers 80 cm puis elle augmente quand apparaît le limon amiro-tensiftien à granules. Les taches peu nombreuses, se présentent souvent sous la forme de "placages" sur les parois des fissures dans la partie soltanienne du profil. En profondeur, on trouve

les taches tensiftiennes et les granules déjà décrits.

Ces sols ne sont ni salés (0,5 à 0,8 ‰ de sels totaux) ni alcalisés (pH à l'eau inférieur à 9) dans la majeure partie des cas.

Nous classerons ces sols en catégorie II- en raison de leur mauvaise perméabilité.

II.- Les SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES, PROFONDS.

Les caractères communs à ces sols sont :

- Répartition isohumique de la matière organique, dont la teneur reste relativement faible (2 à 2,5 % en surface).

- Teneur en calcaire assez forte à forte (plus de 10 %), presque toujours dès la surface.

- En ce qui concerne la texture, on observe toujours une accumulation d'argile en profondeur (sauf parfois dans les sols peu évolués).

Nous avons distingué plusieurs types de sols bruns rouges en fonction de leur degré d'évolution et de la nature de la roche-mère.

A.- Sols bruns rouges steppiques, profonds, PEU EVOLUES.

Ces sols correspondent aux surfaces couvertes par une épaisseur notable (80 cm au moins) de limons rharbiens, soit quelques cônes au débouché de vallées des Kerker. Les différents apports de matériaux gardent encore une certaine individualité ce qui se traduit par l'irrégularité de la variation de certains caractères. D'autres, à évolution plus rapide (matière organique) présentent par contre davantage d'homogénéité.

Type de sol BRUN ROUGE STEPPIQUE, PROFOND, PEU EVOLUE

Profil n° C 54 - Surface : légèrement caillouteuse - Relief : pente moyenne à faible - Micro-relief : ondulé

Brun gris, puis légèrement plus ocre à partir de 25 cm

Structure polyédrique fine jusqu'à 10 cm, puis polyédrique moyenne à forte, très variable .
Agrégats plus ou moins durs et poreux

Sol est constitué d'une série de dépôts plus ou moins sableux (renfermant des poches gravoleuses) et plus ou moins mêlés.

Poreux sur l'ensemble du profil. Racines et coquilles vers le haut.

Végétation : Asparagus stipularis, ziziphus lotus, Peganum harmala
Cichorium intybus, Glaucium corniculatum, culture orge

Ech	Prof cm	calc %	M.O %	p H eau	KCl	Sels ‰
A	0	22,0	2,18	8,55	7,45	0,55
B	20	32,4	0,92	8,75	7,40	0,55
C	40	23,7	1,07	8,65	7,30	0,80
D	60	21,6	1,06	8,55	7,35	1,15
E	80	22,4	0,83	8,75	7,25	1,2
F	100	20,8	0,57	8,65	7,35	1,85
G	120	30,7	0,55	8,55	7,40	2,15

Analyse granulométrique - % terre fine

	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	20,4	20,3	40,7	14,9	13,2	9,7	37,8	11,1	6,4	4,0	21,5	59,3
B	17,2	20,7	37,9	4,4	4,6	12,9	21,9	24,0	13,5	3,7	40,2	62,1
C	21,9	28,5	50,4	16,5	13,7	9,0	39,2	4,6	3,1	2,7	10,4	49,6
D	21,5	29,0	50,5	22,5	19,5	6,3	48,3	0,9	0,2	0,1	1,2	49,5
E	17,4	24,0	41,4	16,0	20,4	18,2	54,6	4,4	0,4	0,2	5,0	59,6
F	23,0	36,5	59,5	18,0	14,8	6,1	38,9	1,1	0,4	0,1	1,6	40,5
G	19,6	22,7	42,3	8,8	10,9	12,6	32,3	12,2	8,5	4,7	25,4	57,7

La texture varie d'un profil à l'autre et dans un même profil. Elle est cependant toujours assez **riche** en sables, notamment en sables fins. De plus, les lits et les poches de cailloux (dont certains de grande dimensions) sont fréquents dans le profil. Enfin, la surface est elle-même souvent caillouteuse.

La structure est peu développée ; on note parfois une certaine tendance polyédrique, moyenne à assez forte. La stabilité est extrêmement faible (Is de 13 à 14 en surface).

La perméabilité est assez forte à forte, surtout en surface.

Profondeur cm	Perméabilité stabilisée cm/h.		
	Moyenne	Minimum	Maximum
0 (10 mesures)	14,4	7,6	20,0
50 (14 mesures)	11,9	4,0	16,5

La texture est en effet assez grossière pour permettre le passage de l'eau malgré la mauvaise stabilité structurale.

Ces sols sont parmi les plus riches en matière organique , non que les taux soient très élevés en surface (2,5 %) mais ils restent relativement forts même en profondeur (0,7 % à 80 cm).

La teneur en calcaire est très variable, mais elle est presque toujours assez élevée (supérieure à 10 %).

Ces sols ne sont ni salés ni alcalisés sauf quelques exceptions (sols salés par irrigation, présence en profondeur d'un limon alcalisé).

Le manque d'homogénéité de ces sols , leur texture sableuse et trop souvent caillouteuse, nous les font classer en catégorie II.

B.- Sols bruns rouges steppiques, A TACHES, PEU CALCAIRES EN SURFACE, SUR ROCHE-MERE ASSEZ ARGILEUSE OU ARGILEUSE :

Nous en donnons ci-contre un exemple (profil n°

Type de sol : BRUN ROUGE STEPPIQUE PROFOND, A TACHES, PEU CALCAIRE EN SURFACE, SUR ROCHE-MERE ARGILEUSE

Profil n° B 38 - Surface : glacée, fendillée - Relief : légère pente - Micro relief : légèrement ondulé

Végétation : Achillea santolina, Asparagus stipularis,
Eryngium campestre, Scolnissus hispanicus.

RHARBIEN

10

Brun gris. Argilo-limoneux. St. polyéd fine (agrégats poreux) localement plus forte (agreg. compacts) Horizon assez meuble et poreux. Quelques coquilles. Nomb breuses racines.

Brun, de plus en plus brun rouge. St. polyéd. assez fine; agrégats assez poreux et friables, puis moins De plus en plus argileux. Horizon assez meuble et poreux. Quelques racines.

45

Brun rouge. Structure polyéd. assez fine à fine ; agrégats assez durs, peu poreux. Argileux. Petites taches blanches, à bords nets, parfois un peu durcies, plus nombreuses vers le bas. Quelques granules, durs, arrondis.

SOLTANIEN

112

AMIRO-
TENSIFT.

Brun rouge à brun ocre. Argileux ; St. polyéd. assez fine, agrégats durs, peu poreux. Très fortement taché très nombreux granules. Horizon dur, assez compact surtout en profondeur.

Ech.	Prof cm	calc %	M O %	p H eau	KCl	Sels ‰
A	0	7,8	2,52	8,40	7,20	0,80
B	20	6,7	1,54	8,60	7,25	0,60
C	50	12,0	0,63	8,65	7,20	0,65
D	90	16,5	0,23	8,70	7,20	0,65

analyse granulométrique - % terre fine												
Ech	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	23,5	36,0	59,5	15,5	9,2	6,2	30,9	4,2	2,4	3,0	9,6	40,5
B	35,0	34,8	69,8	10,9	8,1	4,9	23,9	3,1	2,0	1,2	6,3	30,2
C	43,5	32,9	76,4	7,9	7,8	4,0	19,7	1,9	1,1	0,9	3,9	23,6
D	36,5	35,7	72,2	8,8	8,2	4,1	21,1	2,9	2,1	1,7	6,7	27,8

n°E.38). Ces sols, que l'on trouve surtout dans le Nord de la plaine et aux environs de Tistoutine, ne couvrent au total qu'une surface réduite et surtout très morcelée. Il ne nous a pas été possible de les cartographier à l'échelle du 1/50.000^e. Nous avons cependant tenu à les citer dans ce rapport, pour le cas où la cartographie du Gareb serait reprise à plus grande échelle.

rouges

C.- Sols bruns/steppiques, profonds, A TACHES, SUR ROCHE-MERE ASSEZ ARGILEUSE OU ARGILEUSE.

Ce type de sol correspond à l'aire d'extension du limon soltanien calcaire. Vers le centre de la plaine, ce limon devient moins épais et l'on voit apparaître en profondeur (80 cm) le limon amiro-tensiftien (quand ce dernier est à moins de 70 cm de profondeur, nous avons classé le sol dans un type particulier : "sur roche-mère complexe").

La texture, sur la périphérie de la plaine, est moyennement riche en argile (25 % en surface ; 36 % à 50 cm ; 38 % à 80 cm ; moins de 35 % à 110). La teneur en limons, de 32 % en surface, décroît légèrement en profondeur (30 % à 50 cm ; 26 % à 110). Le pourcentage de sables fins passe de 45 % en surface à 30 % entre 50 et 80 cm, puis augmente. Le taux de sables grossiers est inférieur à 5 % sur l'ensemble du profil.

Vers le centre de la plaine, la texture devient plus fine, ce phénomène étant dû probablement à plusieurs causes : tri des particules en fonction de leur éloignement des montagnes, mélange avec d'autres limons argileux (soltanien non calcaire et, en profondeur, amiro-tensiftien). La teneur en argile varie alors de 30 % en surface à 47 % à 50 cm de profondeur ; à 110, elle est encore de 40 %. La teneur en limons est de 40 % en surface, 30 à 35 % à 50 cm ; les sables fins représentent 20 à 25 % de la terre fine en surface, 15 à 20 % à 50 cm. La teneur en sables grossiers est inférieure à 5 %, sauf en surface, et tout à fait en profondeur.

La structure est du même type quelle que soit la texture : polyédrique assez fine en surface (sauf entre 10 et 20 ou 25 cm sur les sols irrigués où elle est polyédrique à prismatique, forte), puis polyédrique moyenne à partir de 30 cm environ, parfois plus forte en profondeur (limon soltanien épais) ou à tendance cubique (amiro-tensiftien). Les agrégats sont généralement assez poreux en surface, plus compacts ensuite.

La perméabilité est meilleure sur les sols les moins argileux. Dans les deux cas, cependant, le sol est parfois à la limite de l'imperméabilité et risque de s'engorger sous irrigation, tout particulièrement pour les sols sur roche-mère argileuse, localisés vers le centre de la plaine.

Type de sol : BRUN ROUGE STEPPIQUE, PROFOND, A TACHES, SUR ROCHE-MERE ASSEZ ARGILEUSE

Profil n° C 7 - Surface : glacée, un peu motteuse - Relief : légère pente - Micro-relief : ondulé

Végétation : Carthamis lanatus, Peganum harmala, Eryngium campestre

RHARBIEN

15

Brun gris - Sablo-limoneux - Lane de surface, épaisse de 1 cm, puis st. polyédrique fine, à partir de 7 cm st. ploy. forte à motteuse, dure compacte.

33

Brun gris, puis brun rose à brun rouge. Argilo-sableux. St. poly. assez fine, agrégats assez poreux. Racines, quelques coquilles et graviers. Horizon plus meuble et poreux que le précédent.

Brun rouge. Plus argileux. Structure polyédrique moyenne ; agrégats durs, assez poreux. Taches blanc rosé, assez nombreuses, petites légèrement durcies. Horizon dur, moyennement poreux. Racines peu abondantes. Quelques cailloux et coquilles épars.

SOLTANIEN

81

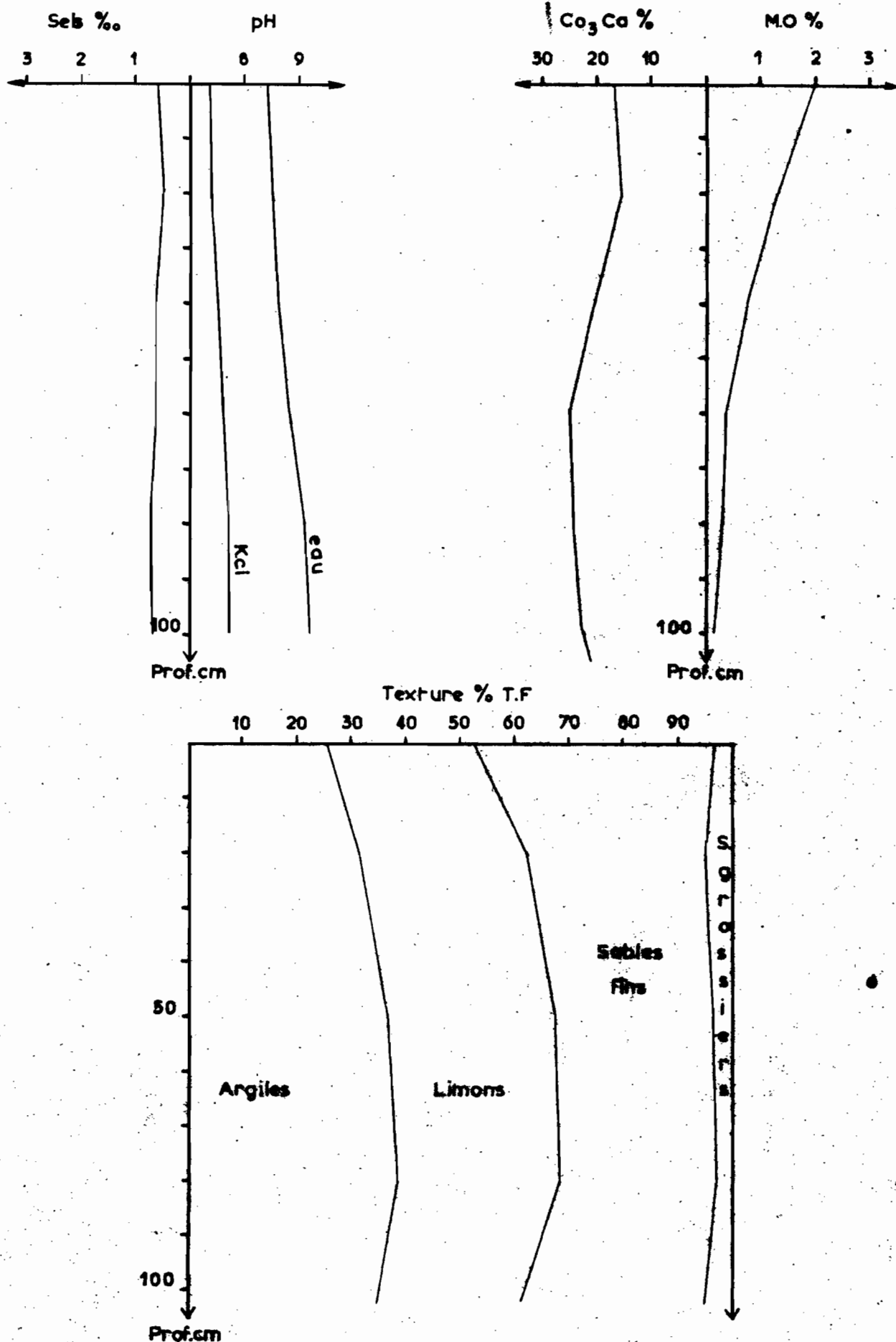
Brun moins rouge. Argilo-sableux. Structure ployédrique assez forte ; agrégats massifs non taché.

Ech	Prof cm	calc %	MO %	p H eau	Kcl	Sels ‰
A	0	10,9	1,94	8,6	7,4	0,3
B	10	10,9	1,91	8,7	7,2	0,3
C	20	12,1	0,99	8,6	7,4	0,3
D	40	15,5	0,68	8,7	7,25	0,3
E	70	24,3	0,29	9,0	7,5	0,4
F	100	28,2	0,18	9,25	7,6	0,55
G	130	24,5	0,16	9,35	7,95	0,8

Analyse granulométrique - % terre fine												
	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	16,1	26,9	43,0	13,3	22,4	15,3	51,0	4,0	1,3	0,7	6,0	57,0
B	20,1	29,4	49,5	14,1	17,3	14,2	45,6	3,1	1,2	0,6	4,9	50,5
C	26,9	24,0	50,9	11,2	20,3	13,5	45,0	2,9	0,9	0,3	4,1	49,1
D	32,6	21,6	54,2	13,7	16,1	11,9	41,7	2,7	1,0	0,4	4,1	45,8
E	38,7	27,8	66,5	13,2	11,7	6,0	30,9	2,1	0,4	0,1	2,6	33,5
F	29,4	20,8	50,2	14,2	15,3	10,5	40,1	7,3	2,0	0,4	9,7	49,8
G	29,3	20,3	49,6	14,2	14,9	10,9	40,0	7,9	2,1	0,4	10,4	50,4

SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES PROFONDS À TACHES SUR ROCHE-MÈRE ASSEZ ARGILEUSE

MOYENNES



Type de Sol: BRUN ROUGE STEPPIQUE, PROFOND, A TACHES, SUR ROCHE MERE ARGILEUSE

Profil n° A 7 1 - Surface : glacée, finement fentillée - Relief : très légère pente - Micro-relief légèrement ondulé

Végétation : Glaucium corniculatum, Elyngium campestre, Elyngium illicifolium, Peganum harmala

SOLTANIEN	8	Brun gris - riche en limons - Polyéd. forte à motteuse, dure compacte. Lane de surface (1-2 cm). Quelques racines, quelques coquilles.
	21	Brun plus rouge. St. grumelleuse à polyédrique, agrégats assez poreux et friables. Horizon poreux, meuble. Racine coquilles.
		Brun rouge, surtout à partir de 48 cm. De plus en plus argileux. Str. polyéd. assez fine à fine ; agrégats plus durs et moins poreux vers le bas. Taches blanc à blanc jaune, petites à moyennes, nettes, plus nombreuses vers le bas, parfois légèrement durcies. quelques granules ocres, durs, arrondis. Horizon plus dur et plus compact vers le bas.
77		Rouge sombre. argileux. Structure polyédrique à cubique ; agrégats bien individualisés, à faces lisses, tachés de noir. Quelques taches jaunes. Très nombreux granules ocres, durs, arrondis. Horizon meuble et peu compact (dû à la structure)
AMIRO-TENSIFTIEN	122	Rouge sombre, mais très fortement taché de jaune Peu de granules. St. polyédrique, moyenne à assez fine. Dur, compact.

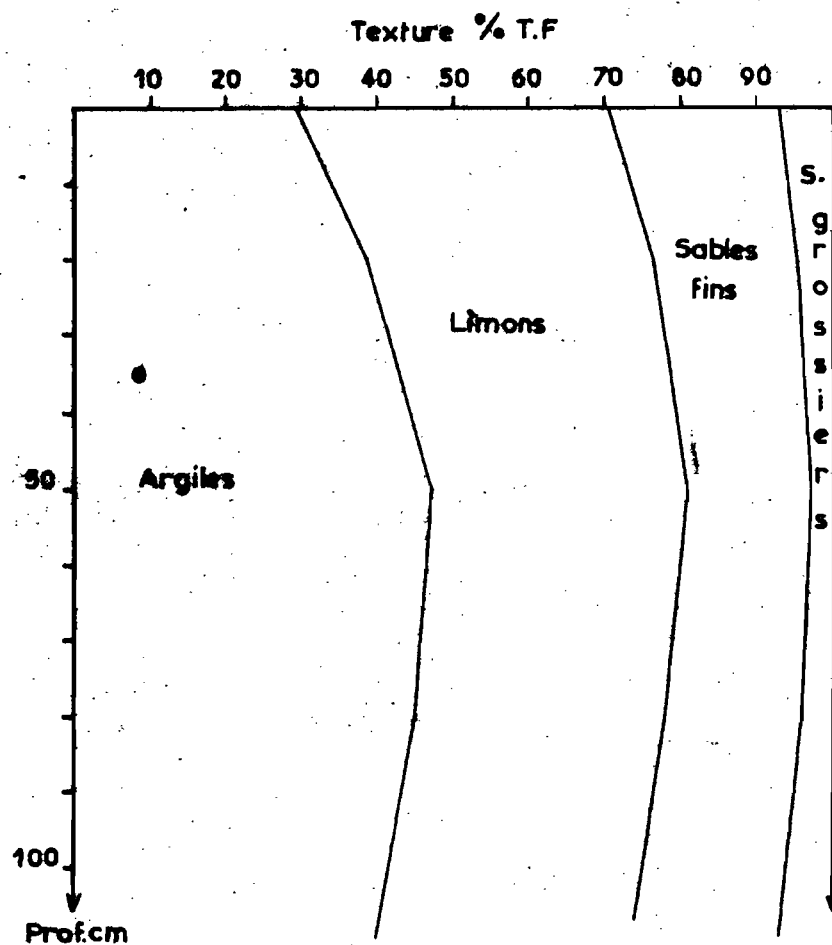
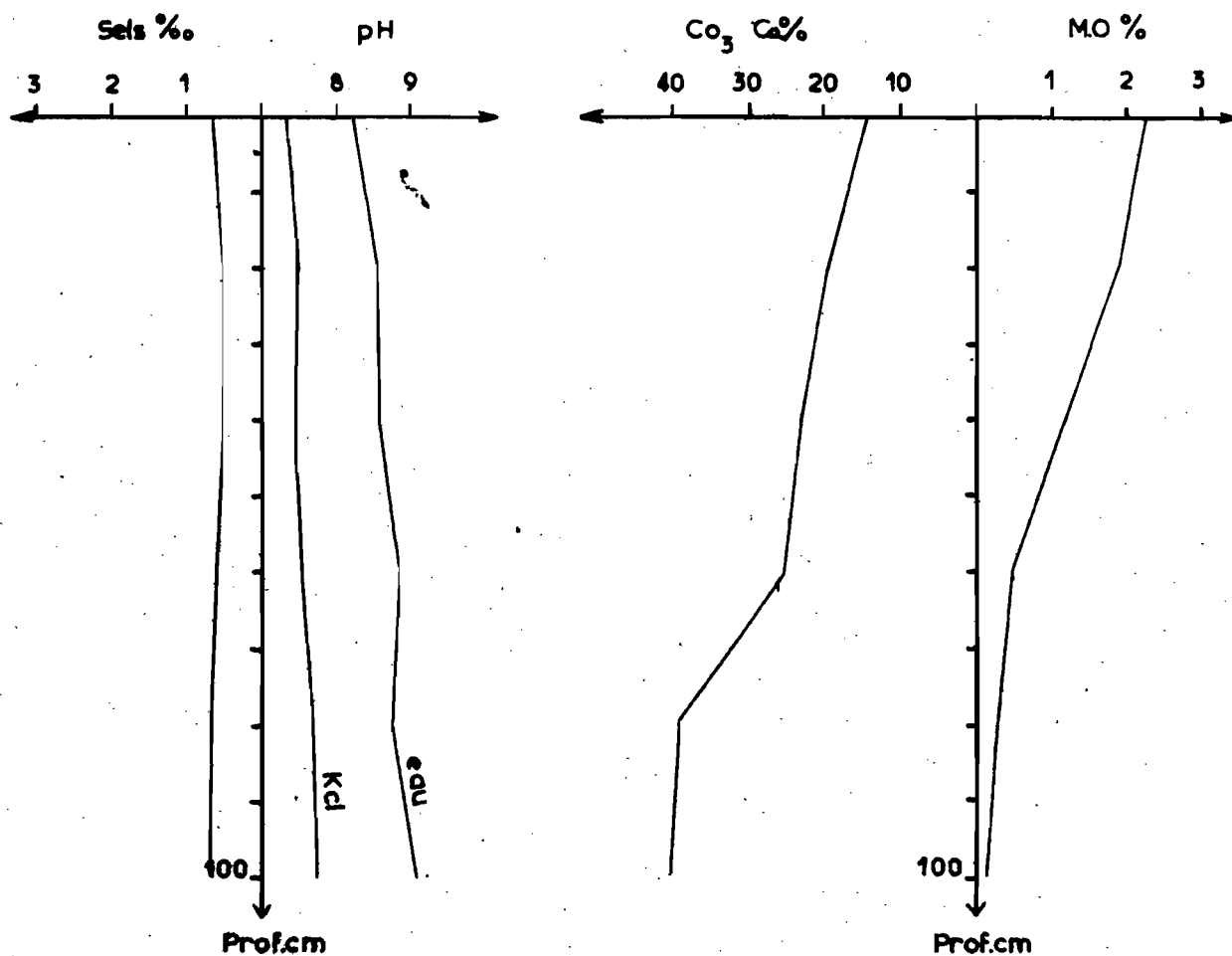
Ech.	Prof cm	Calc %	M.O %	p H		Sels ‰
				eau	KCl	
A	0	16	1,98	8,45	7,40	0,6
B	10	16	1,63			0,45
C	30	20,5	0,92	8,60	7,35	0,45
D	60	21,7	0,33	9,05	7,45	0,60
E	90	41,8	0,15	9,30	7,75	0,65
F	130	43,7	0,11	9,40	7,90	0,80

Analyse granulométrique - ‰ de terre fine												
Ech	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	22,8	45,4	68,2	15,1	8,5	3,9	27,5	2,3	1,7	1,3	5,3	32,8
B	34,5	37,5	72,0	11,4	8,3	3,5	23,2	2,4	1,5	0,9	4,8	28,0
C	40,0	38,4	78,4	9,8	5,5	1,7	17,0	1,8	1,5	1,3	4,6	21,6
D	52,8	37,2	90,0	6,2	2,3	0,6	9,1	0,4	0,3	0,2	0,9	10,0
E	45,7	38,2	83,9	8,1	4,2	1,3	13,6	0,7	0,7	1,1	2,5	16,1
F	41,2	40,8	82,0	10,7	4,4	1,3	16,4	0,5	0,4	0,7	1,6	18,0

SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES PROFONDS À TACHES

SUR ROCHE-MÈRE ARGILEUSE

MOYENNES



Roche-mère	Profondeur cm	Perméabilité stabilisée cm/h.		
		Moyenne	Minimum	Maximum
assez argileuse	0(14 mesures)	11,6	3,2	18,8
	50(15 mesures)	6,1	2,0	15,0
argileuse	0(12 mesures)	7,8	1,8	17,4
	50(13 mesures)	4,5	1,6	11,8

Les teneurs en matière organique sont légèrement plus fortes dans le cas des sols les plus argileux (2,2 % contre 2 % en surface ; 1,1 % contre 0,7 % à 40 % de profondeur).

En ce qui concerne les teneurs en calcaire, il y a peu de différence entre les deux types de sols jusqu'à 50 cm environ : la teneur passe de 15 % à 25 %. Les taches soltaniennes petites, assez nombreuses, parfois légèrement durcies en granules de formes polyédriques apparaissent vers 30 ou 40 cm de profondeur. Mais alors que dans les sols développés sur limon soltanien très épais la teneur en calcaire diminue à partir de 60 cm, dans les sols plus argileux apparaît à ce niveau le limon du quaternaire moyen ; le taux de calcaire atteint alors 40 % ; en même temps, les taches deviennent beaucoup plus abondantes, plus grandes et, très souvent, sont accompagnées de nombreux granules très durs, arrondis, Signalons que ce limon peut parfois être encroûté.

Sauf en cas d'irrigation avec l'eau de la nappe, ces sols ne sont généralement que peu salés (0,5 à 0,7 ‰). L'alcalisation est variable ; sans être générale, elle est cependant assez fréquente et peut être forte (pH "à l'eau" de 9,5 à 9,8) même sur des limons entièrement soltaniens.

Cette alcalisation localement très forte, et les risques d'engorgement que présentent ces sols font que nous les avons classés en catégorie II. Toutefois, une cartographie au 1/20.000^e ou à plus grande échelle permettrait sans doute de dégager une certaine surface de sols de catégorie I.

D.- Sols bruns rouges steppiques, profonds, A TACHES ET GRANULES, SUR ROCHE-MÈRE COMPLEXE, ARGILEUSE EN PROFONDEUR.

Ces sols sont fréquents vers le centre de la plaine. Leur roche-mère est constituée de deux limons superposés : en surface (0-50 cm en moyenne), un limon soltanien calcaire (recouvert

Type de sol : BRUN ROUGE STEPPIQUE, PROFOND, A TACHES ET GRANULES SUR ROCHE-MERE COMPLEXE ARGILEUSE EN PROFONDEUR

Profil n° A 80 - Surface : glacée, finement fendillée, ondulée - Relief : plat - Micro relief : uni

RHARBIEN	10	Brun. St. lamellaire en surface (0-2cm) puis polyéd. forte, agrégats durs, compacts. Racines, quelques coquilles
	29	Brun passant à brun rouge. St. grumelo-polyéd. moy. à fine. agrégats poreux. Fines racines, coquilles éparses. Horizon meuble et poreux. Argilo-limoneux.
	52	Brun-rouge. Argileux/ St. pol. assez fine. agrégats assez durs mais poreux. Petites taches blanc-jaune, assez nombreuses; quelques granules. Horizon plus dur que le précédent, toujours poreux.
AMIRO-TENSIETIEN	116	Brun rouge sombre. Argileux. St. polyéd. à cubique fine ; agrégats bien individualisés, durs, non poreux, à faces lisses, tachées de noir. Grandes taches jaunes, assez diffuses. Granules durs, arrondis. Horizon assez meuble à poreux (grâce à la structure)

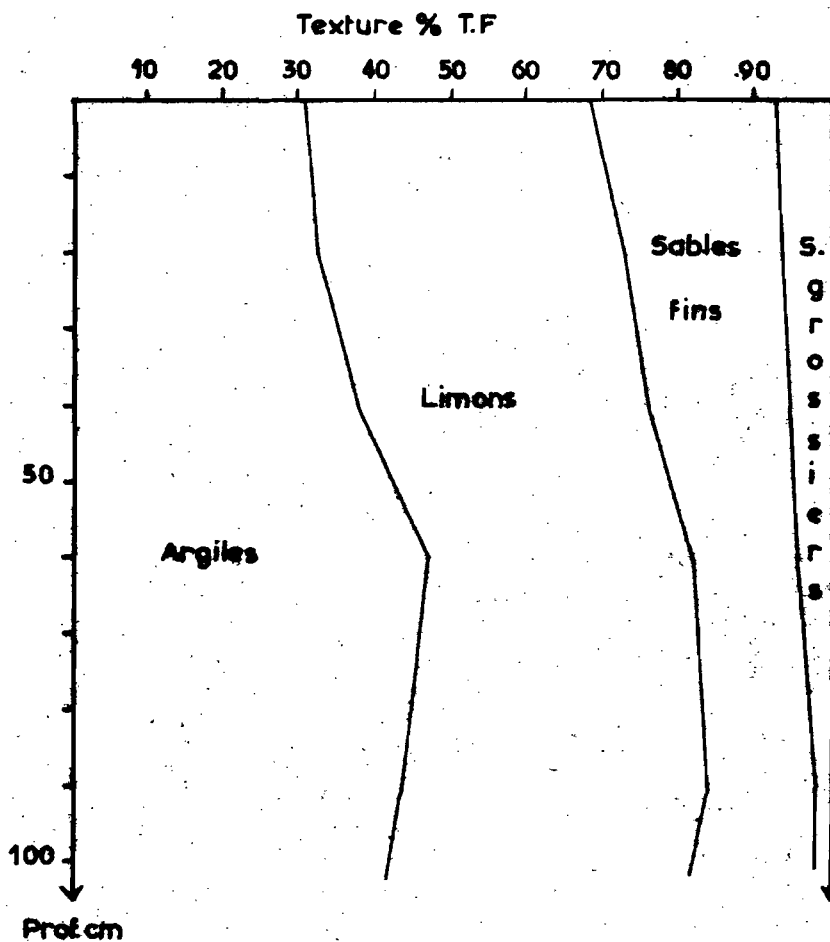
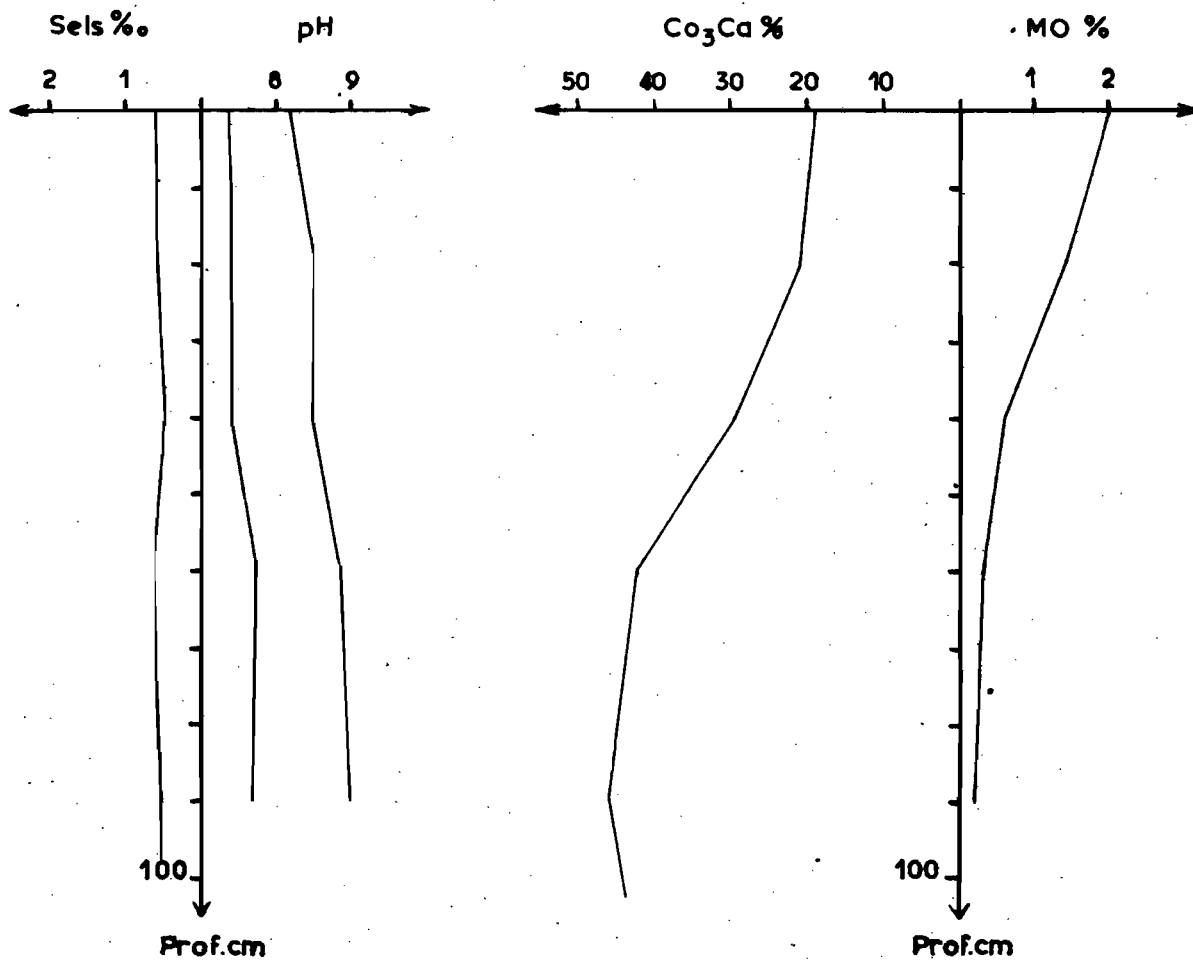
Végétation : Scolinus hispanicus, Glaucium corniculatum, Peganum harmala, Eryngium campestre, Eryngium illicifolium

Ech.	prof cm	sald %	M.O %	p eau	H KCl	Sels ‰
A	0	17,0	1,98	8,60	7,35	0,50
B	15	18,7	1,50			0,50
C	40	25,3	0,61	8,55	7,40	0,65
D	65	37,1	0,26			0,60
E	80	35,5	0,19	9,15	7,70	0,70
F	125	32,4	0,13			0,90

Analyse granulométrique - % terre fine												
Ech	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	28,2	37,4	65,6	13,6	9,1	4,0	26,7	3,4	2,3	2,0	7,7	34,4
B	38,1	35,9	74,0	8,2	8,0	4,1	20,3	2,6	1,9	1,2	5,7	26,1
C	44,3	29,8	74,1	11,1	8,0	3,0	22,1	1,5	1,1	1,2	3,8	25,9
D	46,0	37,1	83,1	8,9	5,4	1,4	15,7	0,5	0,4	0,3	1,2	16,9
E	46,3	36,2	82,5	10,9	4,9	1,0	16,8	0,3	0,2	0,2	0,7	17,5
F	38,9	34,8	73,7	11,4	6,7	5,0	23,1	1,9	0,8	0,5	3,2	26,3

SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES PROFONDS
 À TACHES ET GRANULES SUR ROCHE-MÈRE
 COMPLEXE ARGILEUSE EN PROFONDEUR

MOYENNES



parfois d'un peu de Rharién) ; en profondeur le limon amiro-tensiftien.

En fait, ces sols sont le produit de deux évolutions successives et de même sens : la partie inférieure est la base d'un sol steppique datant du Quaternaire moyen. Les horizons supérieurs de ce sol ~~arabien~~, érodés au cours de l'interpluvial Tensiftien-Soltanien, ont été remplacés par des apports soltaniens qui ont, à leur tour, été steppisés.

La texture est fine : 30 % d'argile en surface ; 38 % à 40 cm de profondeur ; 47 % à 60 cm ; 44 % à 90 cm. La proportion de limons varie peu (38 % en surface ; 35 % à 60 cm) et reste toujours supérieure à la teneur en sables fins (25 % en surface ; 15 % à 60 cm). Les pourcentages de sables grossiers sont peu élevés (moins de 5 %) sauf en surface (8 %).

En ce qui concerne la structure de ces sols on trouve généralement une lame de surface, épaisse de 1 cm environ, à structure schisteuse. Au dessous, la structure est polyédrique assez fine à fine (sauf renforcement par l'irrigation), les agrégats étant poreux, relativement friables. Dans le limon amiro-tensiftien, la structure reste généralement polyédrique assez fine, parfois à tendance cubique ; les agrégats sont durs, peu poreux (percés par quelques canalicules, traces de racines). Cette structure est médiocrement stable en surface (Is de 3,0 à 5,3), très peu stable en profondeur.

Dans l'ensemble, la perméabilité est moyenne à forte en surface, et moyenne à faible à 50 cm. Mais dans les deux cas, elle peut être très faible.

Profondeur	Perméabilité stabilisée cm/h.		
	Moyenne	Minimum	Maximum
0 (9 mesures)	10,3	2,9	19,0
50 (9 mesures)	6,7	2,2	11,4

La teneur en matière organique est assez faible : 2 % en surface ; 0,6 % à 40 cm.

Par contre, la teneur en calcaire est élevée : de 20 % en surface, elle passe à 20 % à 40 cm et à 40-45 % dans le limon amiro-tensiftien. Cette accumulation s'accompagne de taches d'abord petites, d'un blanc rosé, assez nombreuses, puis, à partir

de 40 à 50 cm, plus grandes, plus blanches, ou jaunes, accompagnées de granules durs, arrondis, abondants et, plus rarement, de nodules. On trouve parfois quelques granules arrondis dans le limon soltanien (probablement par suite d'un remaniement du limon inférieur) mais ils sont assez peu nombreux.

Ces sols ne sont pas salés, sauf dans le cas de sols irrigués, mais ils sont très souvent alcalisés à partir de 50 cm ; à 90 cm on peut considérer qu'ils le sont toujours, et parfois très fortement (pH "à l'eau" de 9,5).

La mise en valeur nécessitera donc une désalcalisation, mais cette opération sera rendue difficile par la richesse en argile ; nous classerons donc ces sols en catégorie III b.

E.- Sols bruns rouges steppiques, profonds, A TACHES ET GRANULES SUR ROCHE-MERE COMPLEXE, ASSEZ ARGILEUSE EN PROFONDEUR.

Ce type de sols couvre une partie des cônes tensiftiens du Sud de la plaine. Il ne se différencie du type précédent que par la nature du limon de profondeur : le dépôt amiro-tensiftien fait, très graduellement, place à un limon tensiftien moins argileux. Le passage se faisant de manière continue, la limite entre les deux types de sols est assez délicat à déterminer.

La texture est argilo-limono-sableuse sur l'ensemble du profil. Le taux d'argile est de 24 % en surface, 37 % à 40 cm ; 38,5 % à 60 et 33 % à 120. Le taux de limons varie peu : 36 % en surface ; 33 % à 40 cm ; 30 % à 60 cm ; 32 % à 120. Le taux de sables fins est un peu inférieur à celui des limons : 33 % en surface ; 26 % à 40 cm ; 28 % à 60 et 31 % à 120. Enfin, le taux de sables grossiers varie de 2 à 4 %, sauf en surface où il est de 6 % environ.

La structure, schisteuse sur 1'cm, puis polyédrique fine à agrégats poreux sur 30 cm, devient polyédrique moyenne, parfois à tendance massive en profondeur ; les agrégats sont durs, peu poreux. La stabilité est faible.

En ce qui concerne les autres caractères, ces sols se différencient peu du type plus argileux en profondeur, que ce soit pour la matière organique, le calcaire (granules moins nombreux et moins généralisés), la salure et l'alcalisation (toujours assez forte en profondeur).

Type de sol :BRUN ROUGE STEPPIQUE, PROFOND, A TACHES ET GRANULES, SUR ROCHE-MERE COMPLEXE, ASSEZ ARGILEUSE EN PROFONDEUR

Profil n° A 7 4 - Surface : glacée, fendillée, légèrement motteuse - Relief : plat - Micro relief : uni

Végétation : Glaucium corniculatum, Aryngium campestre, Calendula algeriensis

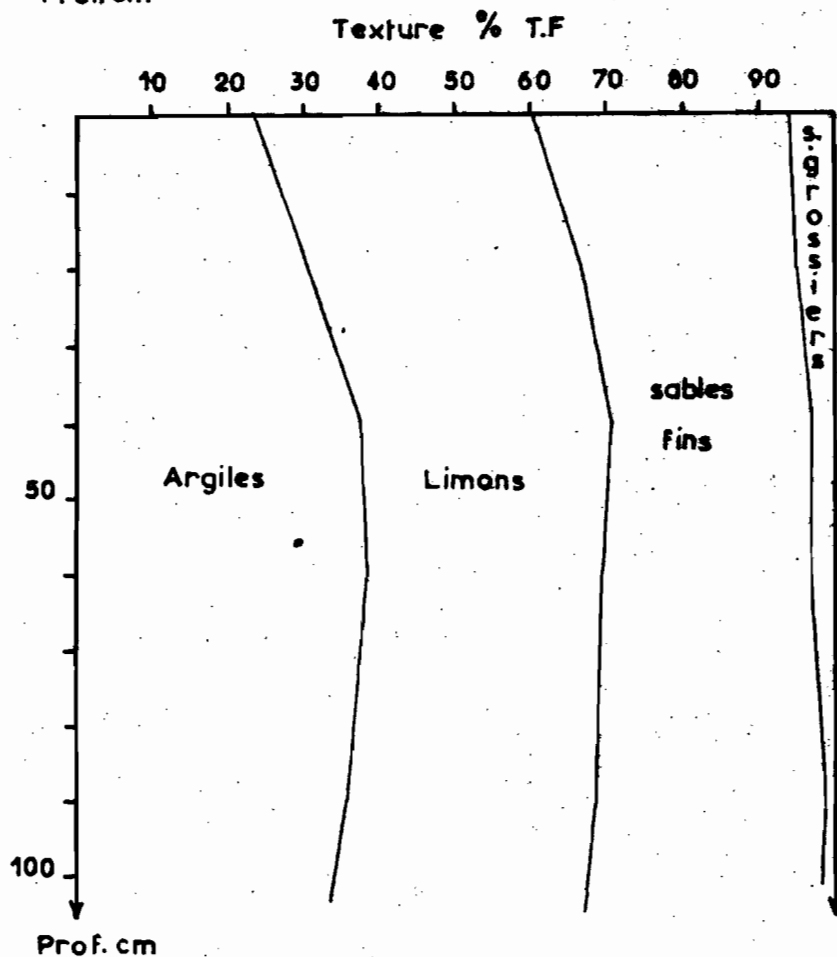
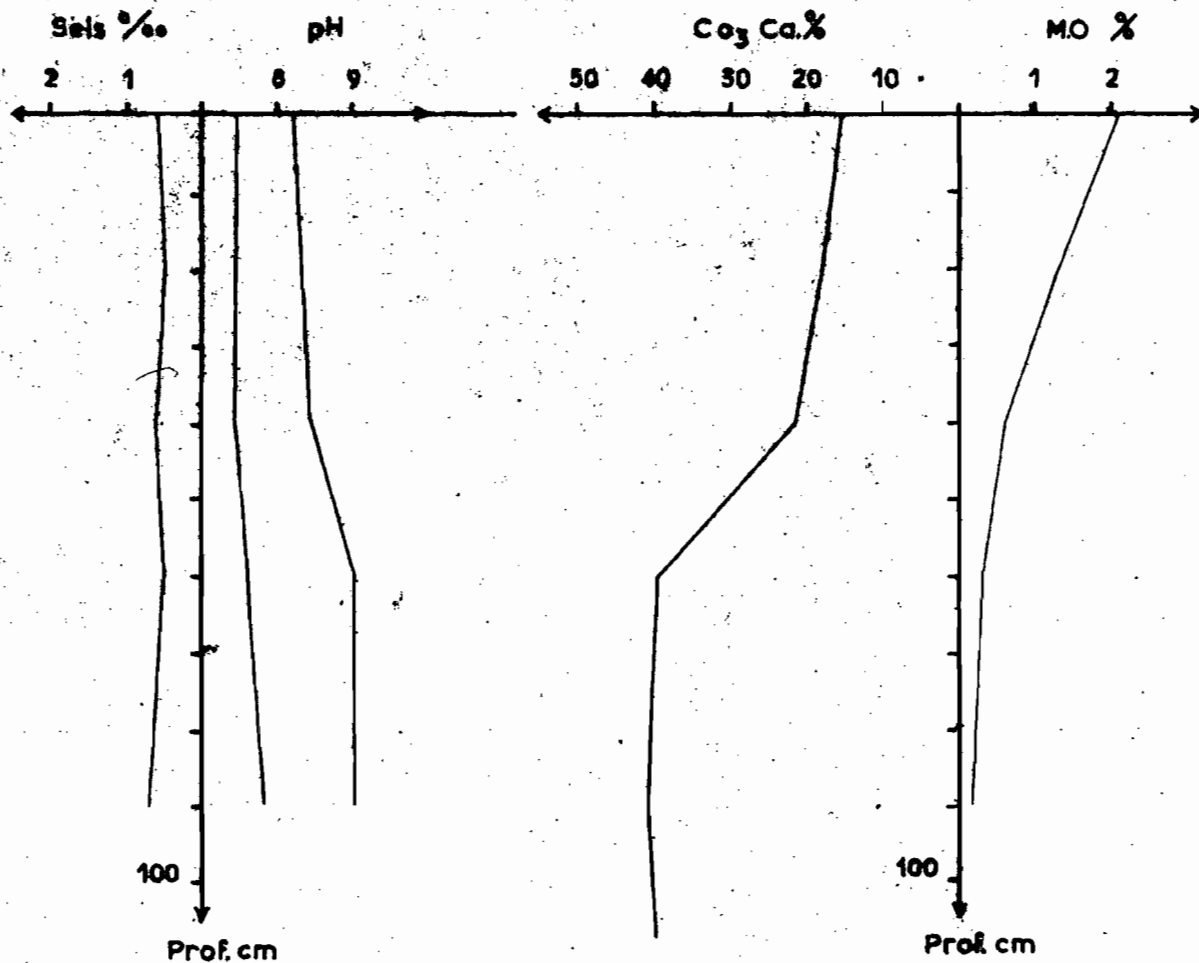
SOLTANEN		Brun devenant peu à peu brun rouge. Plus argileux en profondeur. St. polyédr. forte en surface, agrégats pas trop durs ; devenant plus fine en profondeur. Horizon assez meuble et poreux. Racines peu abondantes
	29	Brun plus rouge. Argileux. Structure polyédrique assez fine à moyenne ; agrégats assez poreux. Petites taches blanches ou blanc-jaune.
TENSIFTEN	54	Brun un peu ocre, puis plus rouge en profondeur assez argileux. Struct. polyédrique moyenne. Nombreuses taches jaunes ou blanches, grandes; granules, quelques nodules. Horizon assez dur peu poreux.
	98	Brun rougeâtre. St. polyédrique moyenne à forte tendance massive ; agrégats durs, peu poreux - moins taché, moins de granules.

Ech.	Prof cm	Cald %	M.O %	p H		Sels ‰
				eau	KCl	
A	0	16,1	1,98	8,75	7,50	0,60
B	20	20,2	1,11			0,45
C	45	27,0	0,58	8,55	7,45	0,45
D	70	42,0	0,23	9,10	7,85	0,45
E	120	32,9	0,14			0,90

Analyse granulométrique - % terre fine												
Ech.	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	22,2	35,5	57,7	17,7	13,2	5,9	36,8	3,1	1,9	0,5	5,5	42,3
B	34,3	34,4	68,7	13,2	9,3	4,9	27,4	2,1	1,4	0,4	3,9	31,3
C	38,3	33,6	71,9	12,6	8,6	3,7	24,9	1,5	0,9	0,8	3,2	28,1
D	34,9	30,3	65,2	11,3	10,4	8,6	30,3	3,0	1,1	0,4	4,5	34,8
E	34,4	29,6	64,0	15,8	11,5	6,3	33,6	1,5	0,5	0,4	2,4	36,0

**SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES PROFONDS
À TACHES, SUR ROCHE-MÈRE
COMPLEXE, ASSEZ ARGILEUSE EN PROFONDEUR**

MOYENNES



Etant donné leur teneur en argile moindre, nous pensons que ces sols seront plus faciles à désalcaliser que ceux développés sur limon amiro-tensiftien. Nous les avons donc classés en catégorie III a.

F.- Sols bruns rouges steppiques, A TACHES ET GRANGELES, PEU CALCAIRES EN SURFACE, SUR ROCHE MERE COMPLEXE.

Ces sols couvrent une surface réduite dans le Nord de la plaine. On les trouve également en taches isolées, chacune de superficie trop réduite pour être cartographiée, au milieu de sols châtaîns profonds ou sur encroûtement. Ces sols résultent en effet de la superposition d'un limon non calcaire du Quaternaire récent, épais de 30 à 50 cm, et d'un limon du Quaternaire moyen (amiro-tensiftien) ; selon que ce dernier est plus ou moins profond ou plus ou moins encroûté, le sol passe d'un type à l'autre.

La texture est généralement argilo-limoneuse sur les 40 à 50 premiers centimètres (argile : 20 % en surface ; 40 % à 40 cm : limons : 30 à 40 % en surface ; 25 à 35 % à 40 cm, sables : 35 à 50 % en surface ; 25 à 35 % à 40 cm, dont 5 % environ de sables grossiers). Ensuite la texture devient argileuse (plus de 40 % d'argile ; 25 à 35 % de limons). Signalons que, près des Beni-Bou-Ifrou, on trouve parfois dans ces sols des lits caillouteux, généralement peu épais, à des profondeurs variables (dans le limon du Quaternaire moyen, ces niveaux caillouteux peuvent être localement encroûtés).

Ces sols ne sont généralement pas salés, ni alcalisés. Nous les avons alors classés en catégorie II étant donnée leur forte teneur en argile et en calcaire, d'autant plus que ce niveau d'accumulation peut être très proche de la surface (30 cm). Quand ces sols sont alcalisés, nous les avons classés en catégorie III b.

Type de sol : BRUN ROUGE STEPPIQUE PROFOND A TACHES ET GRAIULES, PEU CALCAIRE EN SURFACE, SUR ROCHE MERE COMPLEXE

ARGILEUSE EN PROFONDEUR

Profil n° D 60 - Surface : émiettée, poudreuse - Relief : légère pente - Micro relief : uni

SOLTANIEN
32
AMIRO-TENSIFT.
Brun puis brun rouge. De plus en plus argileux
St. légèrement motteuse en surface, puis polyéd.
de plus en plus fine. Horizon meuble et poreux.
Quelques racines.

Brun rouge à brun ocre. Argileux, un peu plus
limoneux vers le bas. Str. polyédrique assez
fine, devenant un peu plus forte en profon-
deur. agrégats assez durs, peu poreux. Très
nombreuses taches, blanches ou jaunes, assez
grandes. Très nombreux granules, ocres, durs
arrondis, moins abondants en profondeur. Hori-
zon dur, plus compact que le précédent. Quel-
ques racines.

Végétation : Ziziphus lotus, Asparagus stipularis
culture d'orge.

Ech.	prof cm	calc %	M.O %	p H		Sels ‰
				eau	KCl	
A	0	0,35	2,22	8,60	7,00	0,55
B	20	4,40	1,02	8,70	7,40	0,60
C	50	44,8	0,40	8,80	7,60	0,65
D	110	33,4	0,19	9,05	7,60	1,60

Analyse granulométrique - % terre fine.												
Ech.	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	27,6	33,4	61,0	15,5	13,9	5,6	35,0	2,3	1,2	0,5	4,0	39,0
B	37,4	26,3	63,7	12,7	11,8	5,9	30,4	2,3	1,9	1,7	5,9	36,3
C	46,9	28,4	75,3	7,6	4,7	2,6	14,9	2,7	2,8	4,3	9,8	24,7
D	41,8	35,7	77,5	7,5	5,5	2,7	15,7	2,4	2,0	2,4	6,8	22,5

LES SOLS PEU PROFONDS

Nous avons classés comme "peu profonds" les sols dans lesquels apparaît, à une profondeur inférieure à 80 cm (elle est généralement de 40 à 60 cm) un horizon durci à forte accumulation calcaire : croûte ou encroûtement. Une croûte (au sens large du mot) est composée de plusieurs éléments ; on distingue de haut en bas :

- une dalle, formation dure compacte, massive ou rubannée, d'épaisseur variable, souvent fracturée.

- une série de feuillets d'épaisseur et de dureté variables, fissurés, anastomosés,

- un tuf : horizon de couleur blanche ou jaune, compact.

- un limon très fortement taché dans sa partie supérieure et auquel le tuf passe très graduellement.

Nous utilisons le terme de "sur croûte" quand l'horizon d'accumulation calcaire comporte au moins les feuillets, le tuf et parfois la dalle ; le terme de "sur encroûtement" quand le niveau d'accumulation est réduit au tuf. En fait, il arrive souvent que, dans une zone donnée le sol passe sans arrêt d'un type à l'autre ; nous n'avons donc pu, sur une carte au 1/50.000^e, qu'indiquer approximativement les zones où prédomine la croûte et celles où prédomine l'encroûtement.

I.- SOLS CHATAINS ROUGES STEPPIQUES, PEU PROFONDS, A TACHES, UN
PEU CAILLOUTEUX, SUR CROÛTE OU ENCROÛTEMENT DÉTOMCABLE

Ces sols couvrent une surface assez réduite au Sud de la route principale n° 39, plus importante au Nord. Ils correspondent à l'étalement du limon soltanien non calcaire; argileux, peu épais (30 à 60 cm) sur une croûte ou un encroûtement tensiftien.

La croûte tensiftienne est souvent incomplète. En particulier la dalle est loin d'exister toujours, sinon à l'état de fragments épars à la base du sol. Lorsque la dalle est bien conservée, elle est peu épaisse (presque toujours moins de 5 cm), à structure rubannée, assez dure, souvent fissurée. La zone feuilletée est généralement peu épaisse (20 à 30 cm); les feuillets, pas très durcis, sont plutôt peu épais, mais assez serrés. Le tuf est par contre le plus souvent très épais (80 cm et plus); généralement compact et dur, il est parfois assez riche en granules ou nodules.

Au dessus de la croûte, la texture est assez fine : argilo-limono-sableuse en surface (23 % d'argile; 35 % de limons; 37 % de sables fins; 5 % de sables grossiers) à argileuse au contact de la croûte (41 % d'argile; 22 % de limons; 34 % de sables fins; 3 % de sables grossiers); à ce niveau on trouve parfois quelques cailloux ou graviers (débris de dalle ou de feuillets). Dans l'encroûtement la texture est variable : cependant on note souvent une augmentation des teneurs en sables fins et grossiers, ainsi que la présence de granules plus ou moins nombreux.

Au-dessus de la croûte, la structure est polyédrique, assez fine en surface, moyenne en profondeur; parfois apparaît une tendance prismatique entre 20 et 30 cm. Dans certains sols, l'irrigation a provoqué un épaississement de la structure entre 10 et 25 cm. Dans l'encroûtement, la structure est soit polyédrique moyenne, soit à tendance massive.

La teneur en matière organique est moyenne : 2,4 % en surface; 1,8 % à 20 cm; 0,7 % à 40 cm. La teneur en calcaire est assez faible dans le sol (4 % en surface, 10 % au contact de la croûte, cette augmentation étant probablement due à une altération de la surface du niveau calcaire). Dans l'encroûtement, la teneur dépasse 60 %. Signalons que le tuf est souvent très épais et que le taux de calcaire peut être supérieur à 50 % à une profondeur de 130 ou 140 cm. Quand le limon sous-jacent apparaît, on note une diminution, généralement lente, de la teneur en calcaire.

Les encroûtements sont assez généralement salés; il semble que, dans ce cas, il s'agisse d'une salure propre à ces

Type de sol : CHATAIN ROUGE STEPPIQUE, PEU PROFOND, UN PEU CAILLOUTEUX, SUR CROUTE DEFONCABLE

Profil n° C 3 - Surface : légèrement galcée, un peu caillouteuse - Relief : plat - Micro relief : légèrement ondulé

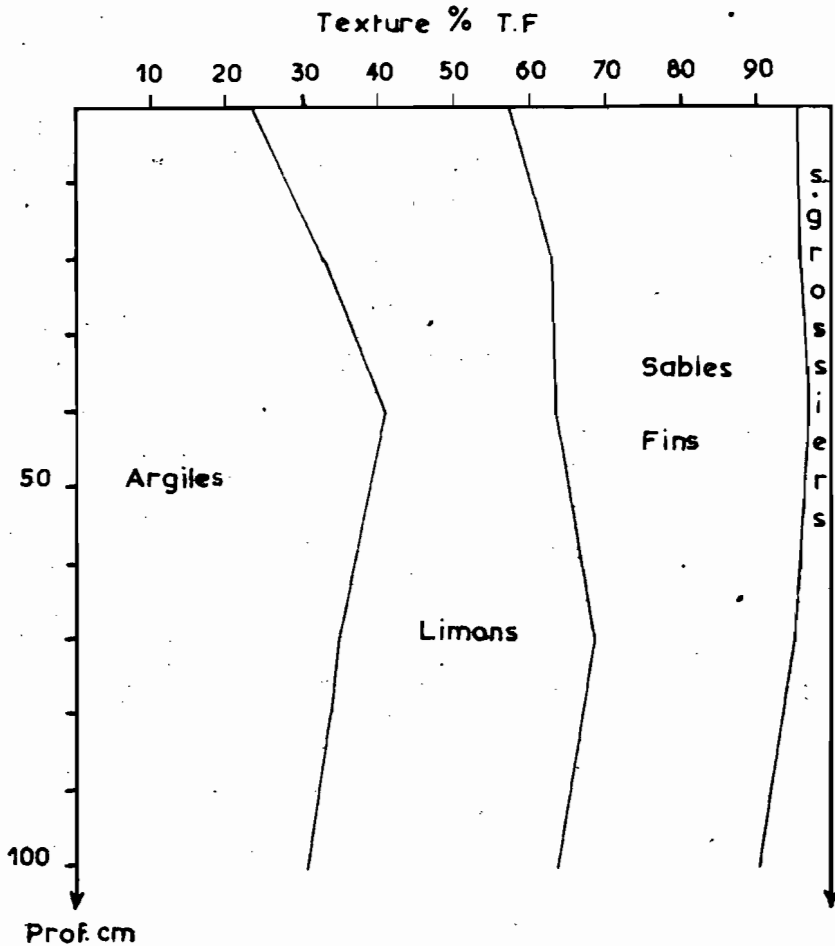
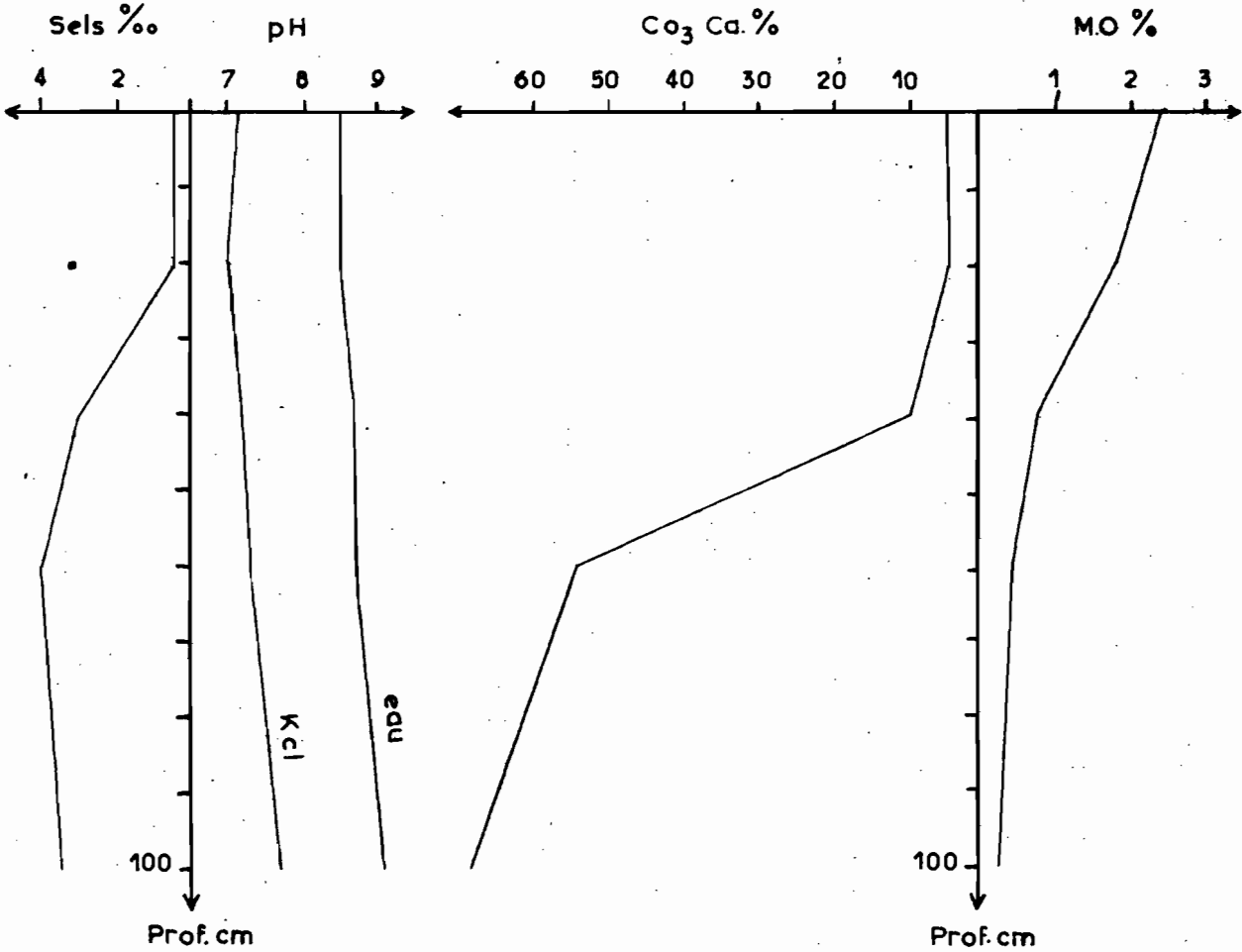
Végétation : Ziziphus lotus, Peganum harmala Eryngium campestre

SOLTANIEN	9	Brun rouge - Sablo limoneux. Petite lame en surface (1cm) puis st. polyéd? moyenne à forte. Ni très dure ni compacte. Nombreuses racines.
	32	Brun rose. Un peu plus argileux. St. un peu grumeleuse à polyédrique assez forte, puis plus fine. Horizon plus dur dans sa partie supérieure. Moins de racines que dans le précédent. Quelques coquilles quelques granules.
	52	Brun rouge. Argileux. St. Pol. assez fine. agrégats assez durs, peu poreux. Petites taches assez diffus quelques cailloux épars.
TENSIFTIEN	91	Croûte blanche à jaune. Feuilletés fins, serrés, pas très durs, mais compacts. Quelques cailloux inclus. Nombreux granules et nodules.
		Tuf blanc jaune. N n durci (humide) quelques petites zones caillouteuses sont plus sèches. Structure massive. Nombreuses petites taches noires. Nombreux pores de racines.

Ech.	Prof cm	calc %	MO %	p H		Sels
				eau	KCl	%o
A	0	4,8	2,11	8,7	7,45	0,60
B	20	8,1	1,36	8,8	7,4	0,30
C	40	10,6	0,70	9,0	7,5	0,35
D	110	63,0	0,27	9,4	8,35	0,50

Analyse granulométrique - % terre fine												
Ech	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	20,5	30,8	51,3	15,1	12,3	11,1	44,5	2,5	1,1	0,6	4,2	48,7
B	29,7	28,4	58,1	13,9	13,6	10,7	38,2	2,1	0,9	0,7	3,7	41,9
C	40,6	22,7	63,3	13,6	14,4	5,6	33,6	1,6	0,7	0,8	3,1	36,7
D	30,5	31,8	62,3	10,0	8,3	8,0	26,3	6,1	3,0	2,3	11,4	37,7

SOLS CHÂTAINS ROUGES STEPPIQUES PEU PROFONDS
UN PEU CAILLOUTEUX, SUR CROÛTE DÉFONÇABLE
MOYENNES



formations et non provoquée par l'irrigation bien que celle-ci ait pu localement aggraver le phénomène. Les teneurs en sels sont très variables (de 1 o/oo à 80/oo).

Le sol n'est pas alcalisé, mais l'encroûtement l'est, et parfois fortement (pH "à l'eau" de 9,4).

L'élément important pour la mise en valeur de ces sols est la présence de cette croûte alcalisée et souvent salée à faible profondeur, ce qui impose des opérations de défoncement, d'épierreage, de désalinisation et de désalcalisation. Donc, dans le cas où l'on trouve en profondeur une croûte salée, nous avons classé le sol en catégorie III d ; dans le cas où la croûte n'est pas salée, en catégorie III c. Enfin, dans les zones de superficie importante, où la croûte n'est que sporadique, nous avons classé le sol en catégorie II (défoncement non nécessaire, épierreage réduit).

II.- SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES, A TACHES, PEU PROFONDS, CAILLOUTEUX, SUR CROUTE OU ENCROUTEMENT DEFONCABLE

Ce type de sol est bien représenté sur les glacis de la partie Sud de la plaine, dans le sillon situé à l'extrémité Sud-Est et dans toutes les zones de piedmont (la pente de ces dernières peut être très forte : supérieure à 5 %). Ils correspondent à la superposition d'un limon soltanien, calcaire, peu épais (25 à 60 cm ; 45 en moyenne) sur une croûte ou (moins souvent) un simple encroûtement datant du Tensiftien.

La texture du sol est argilo-limono-sableuse, un peu plus argileuse en profondeur qu'en surface (40 % d'argile au lieu de 25 % en moyenne) ; la teneur en limons varie peu (34 % en surface ; 30 % à 40 cm). Le pourcentage de sables fins passe de 34 % en surface à 25 % au contact de la croûte. Quand aux sables grossiers ils sont légèrement plus abondants en surface (8 %) qu' en profondeur (5% à 40 cm). Dans le tuf, la texture est un peu plus grossière (davantage de sables grossiers).

Le sol est généralement caillouteux et graveleux : les débris de dalle étant assez nombreux à partir de 20 à 30 cm en moyenne. Dans les zones proches des bordures montagneuses, viennent s'y ajouter des poches ou lits caillouteux, plus ou moins épais , dans le sol et dans la croûte.

La structure est polyédrique assez fine dans le sol, parfois moyenne au contact de la croûte. Les agrégats sont généralement poreux et friables. Pour l'encroûtement et le limon

Type de sol : BRUN ROUGE STEPPIQUE, PEU PROFOND, CAILLOUTEUX, SUR CROUTE DEFONCABLE

Profil n° A 29 - Surface : glacée légèrement caillouteuse - Relief : légère pente - Micro relief : un peu ondulé

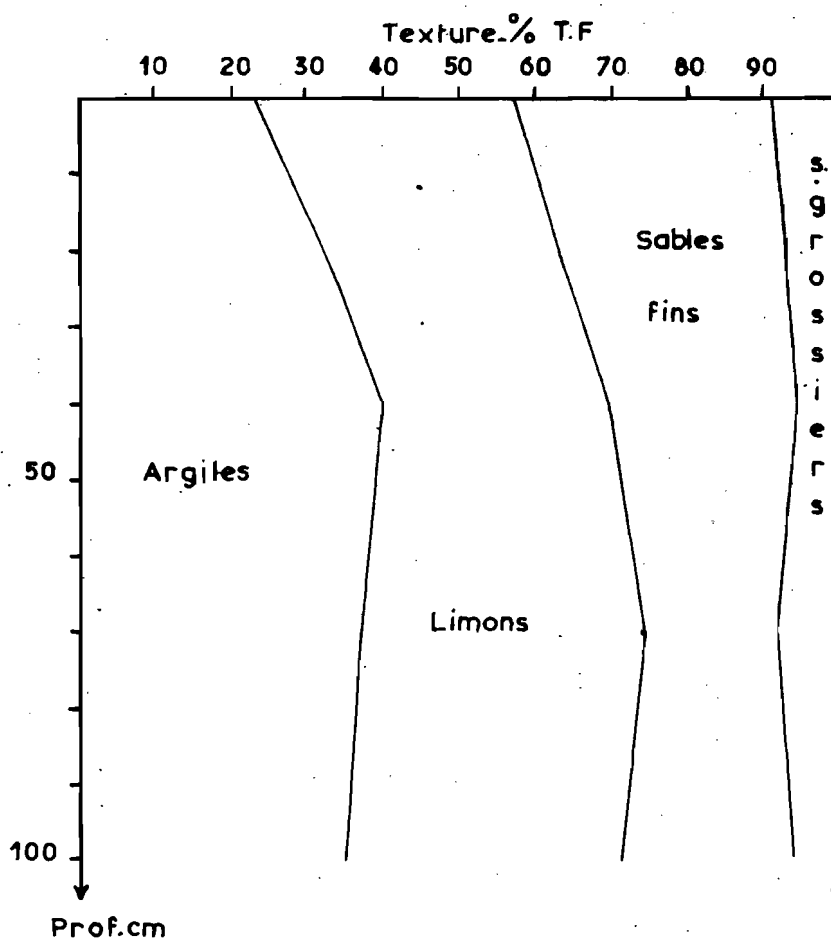
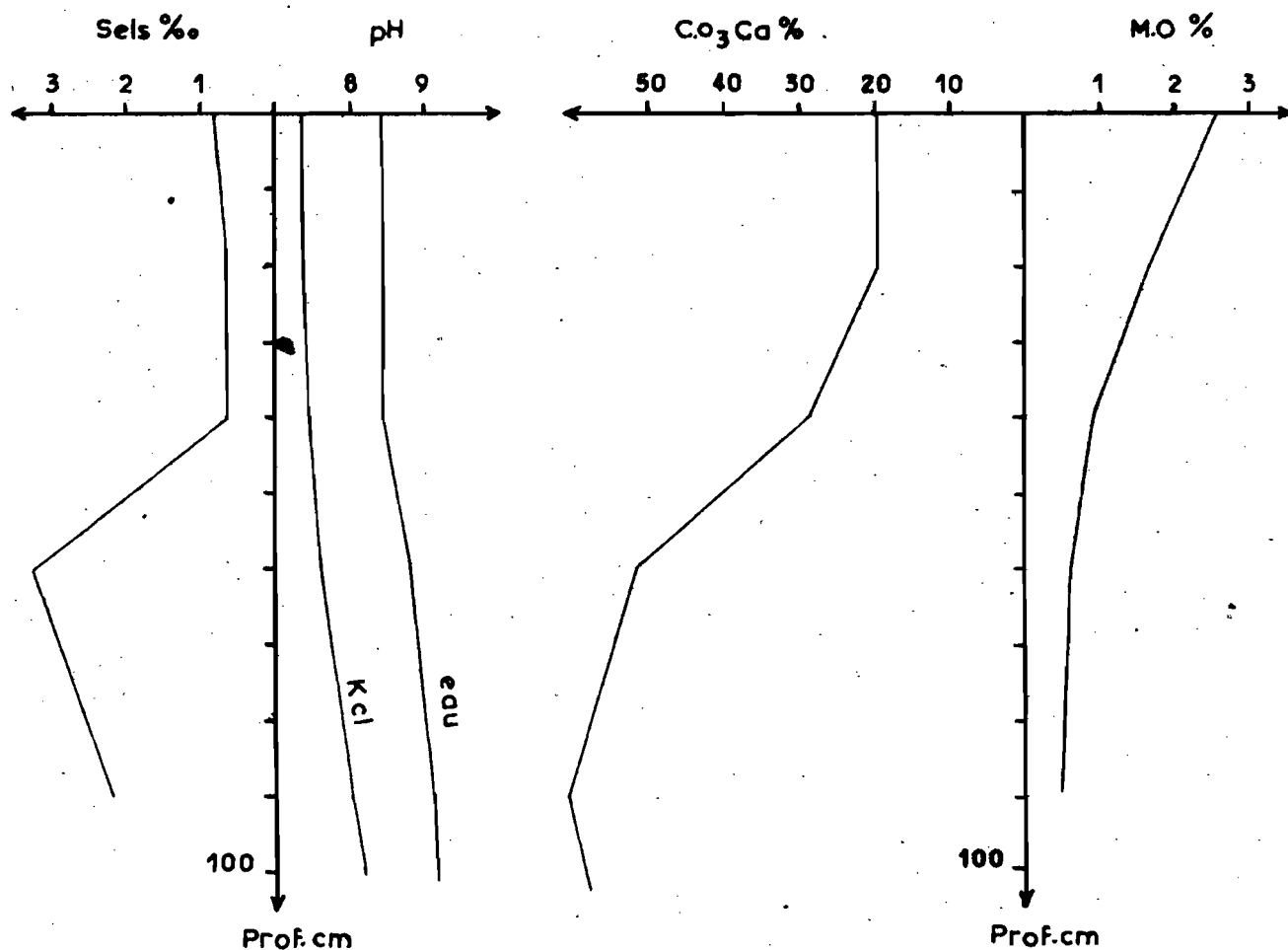
Végétation : culture orge ; Peganum harmala, Calendula algeriensis; Asphodelus microcarpus.

RHARBIEN?	10	Brun gris. Sablo limoneux. Lame schisteuse peu épaisse (1 cm) puis st. polyéd. assez fine en profondeur, agrégats poreux mais moins friables. Horizon poreux, assez meuble.
	30	Id ^e , mais quelques petites taches, blanc rosé, peu marquées. Nombreux petits morceaux dalle et feuillets croûte.
	45	Croûte à feuillets fins, serrés, compacts, peu fissurés, assez durs. Petites taches noires.
TENSIFTIEN	74	Encroûtement assez diffus, riche en granules. Compact, dur (sauf dans certaines zones humides) couleur blanche (jaune dans les taches d'humidité). Nombreuses petites taches noires.
	122	Limon brun rouge. Nombreuses petites taches, assez diffuses. Moyennement argileux. Moins dur que l'encroûtement, mais toujours compact.

Ech	prof cm	calc %	MO %	p H		Sels ‰
				eau	KCl	
A	0	23,4	1,91	8,15	7,35	0,60
B	20	27,0	1,45	8,35	7,10	0,40
C	40	32,2	1,03	8,50	7,45	0,50
D	80	57,9	0,30	9,30	8,25	1,40
E	110	58,9	0,24	8,90	7,75	1,60
F	140	49,6	0,17	9,40	8,20	1,50

Analyse granulométrique - % terre fine												
Ech	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	23,7	32,4	56,1	16,5	10,7	7,5	34,7	4,4	2,6	2,2	9,2	43,9
B	29,3	32,7	62,0	11,9	11,2	5,9	29,0	4,3	2,8	1,9	9,0	38,0
C	35,3	32,2	67,5	10,8	8,0	6,9	25,7	3,2	2,3	1,3	6,8	32,5
D	39,8	36,6	76,4	7,8	5,1	4,3	17,2	3,1	1,8	1,5	6,4	23,6
E	37,7	38,6	76,3	9,2	5,5	5,0	19,7	1,9	1,1	1,0	4,0	23,7
F	35,1	28,5	63,6	13,4	9,1	7,3	29,9	3,2	1,3	0,9	5,5	35,4

SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES PEU PROFONDS À TACHES, CAILLOUTEUX SUR CROÛTE DÉFONÇABLE MOYENNES



sous-jacents, quand il apparaît à moins de 150 cm, il n'y a pas de différence par rapport aux types déjà décrits (cf. sols châtaîns peu profonds sur croûte défonçable).

La teneur en matière organique est moyenne : 2,5 % en surface ; 0,9 % à 40 cm.

La teneur en calcaire est de 20 % en surface, de 28 % ~~au~~ contact de la croûte. Ces sols sont assez souvent tachés, au moins légèrement, de 35 à 45 cm (zone de contact avec la croûte). Dans la croûte et le tuf, le pourcentage de calcaire dépasse 50 %.

La teneur en sels est en moyenne forte dans l'encroûtement (2 à 3 o/oo), mais tous les cas sont possibles : certaines croûtes ne sont pas salées, d'autres le sont moyennement (1,5 à 3 o/oo de sels totaux), enfin il en existe qui sont très fortement salées (plus de 3 o/oo et jusqu'à 8 - 10 o/oo). Le sol est généralement moins salé que la croûte, même lorsque celle-ci est très riche en sels. De même le sol n'est pratiquement jamais alcalisé, par contre la croûte l'est toujours, parfois fortement.

Nous avons classé ces sols bruns rouges peu profonds ~~comme~~ les sols châtaîns peu profonds : la différence des teneurs en calcaire en surface est négligeable devant l'excès de calcaire en profondeur qui est commun à ces deux types de sols. Donc :

- sols profonds sur encroûtements
couvrant de grandes surfaces (croûtes sporadique) : catégorie II.

- Croûte mince non salée : III c

- Croûte mince salée : III d.

- Zone à forte pente (supérieure à 5%) :
catégorie IV.

III.- SOLS CHATAINS ROUGES STEPPIQUES, A TACHES, PEU PROFONDS CAILLOUTEUX, SUR CROUTE NON DEFONCABLE

Ces sols couvrent la plus grande partie des surfaces où affleure la croûte moulouyenne. Ils se sont formés sur un dépôt constitué essentiellement du limon soltanien non calcaire, très argileux, parfois recouvert d'un peu de rharbien, le tout

ayant une épaisseur variant de 20 à 60 cm (50 cm en moyenne).

La croûte moulouyenne est très épaisse (plus d'un mètre). En surface, elle comporte toujours une dalle, épaisse de plus de 5 à 10 cm, en un ou plusieurs feuillets ; cette dalle est souvent compacte, massive, toujours très dure. Un réseau de fissures plus ou moins grandes et denses peut toutefois permettre un certain drainage. La zone feuilletée est souvent épaisse de plus de 50 cm, les feuillets étant généralement assez durs. Ils peuvent être très fins, très serrés ou au contraire plus grossiers et plus distincts. Enfin, on passe au tuf d'épaisseur variable mais souvent supérieure à 50 cm, compact, dur. Le tuf passe lui-même au limon moulouyen. Signalons que dans l'Est de la plaine les feuillets ou parfois la dalle, reposent directement sur les couches de calcaire lacustre.

La texture du sol est très fine : 28 % d'argile en surface, plus de 50 % au contact de la croûte (40 cm), le pourcentage de limons étant par ailleurs loin d'être négligeable : 30 % en surface, 20 % à 40 cm. Le sol est toujours très caillouteux : à partir de 20 cm, on trouve des débris de dalle, dont certains de très fortes dimensions (15 à 20 cm d'épaisseur ; 30 de large).

La structure est polyédrique à motteuse, en surface, car ces sols sont souvent irrigués ; en profondeur la structure devient plus prismatique mais reste généralement forte. Dans tous les cas, les agrégats sont durs, peu poreux.

La teneur en matière organique est moyenne en surface (2,5 %), assez forte en profondeur (1,1 %) au contact de la croûte).

La teneur en calcaire est très faible : 0,8 % en surface ; 0,5 % à 20 cm ; 1,6 % au contact de la croûte. Le limon infiltré dans les fissures est légèrement plus calcaire : 6 à 15 %. On trouve parfois des taches et des granules (ceux-ci semblent plutôt résulter de l'altération de débris). au contact de la croûte et dans les fissures.

La salure est variable : le sol peut être non salé, moyennement salé ou très salé. (assez rare bien que la plupart des sols de la zone irriguée par pompage soient du type que nous décrivons). Les sols non salés ne sont généralement pas alcalisés non plus).

La présence de la croûte moulouyenne, très dure et très épaisse, donc très difficile à défoncer nous a fait classer ces sols en catégorie IV.

Type de sol : CHATAIN ROUGE STEPPIQUE, PEU PROFOND, CAILLOUTEUX, SUR CROUTE NON DEFONCABLE

Profil n° D 31 - Surface : caillouteuse, glacée - Relief : plat - Micro relief : uni

RHARB IEN

Brun ocre. Très limoneux. St. motteuse à polyéd. très forte, assez dure ; compacte. Cependant nombreuses racines.

15

Rouge - Argileux. St. polyéd moyenne. agrégats plus poreux, moins durs. Nombreuses racines. Horizon assez poreux, assez meuble.

SOLTANIEN

32

Nombreux blocs dalle massive, dure, fortes dimensions. Entre ces blocs limon rouge, très argileux à st. polyéd. moyenne, riche en cailloux (dalle) de petites dimensions).

57

Dalle épaisse d'environ 10 cm, rose à rouge, dure, compacte. Puis feuillets assez grossiers, devenant de plus en plus fins; durs surtout au sommet. Ces feuillets sont bien distincts, assez fissurés au sommet, vers le bas, ils deviennent plus serrés, plus compacts.

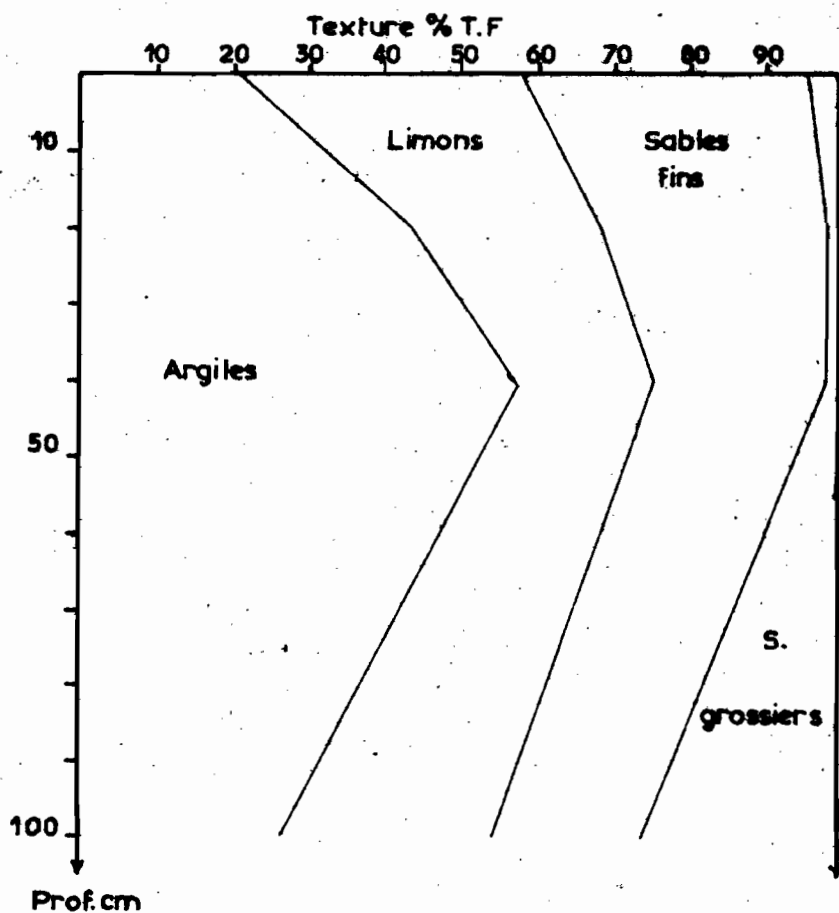
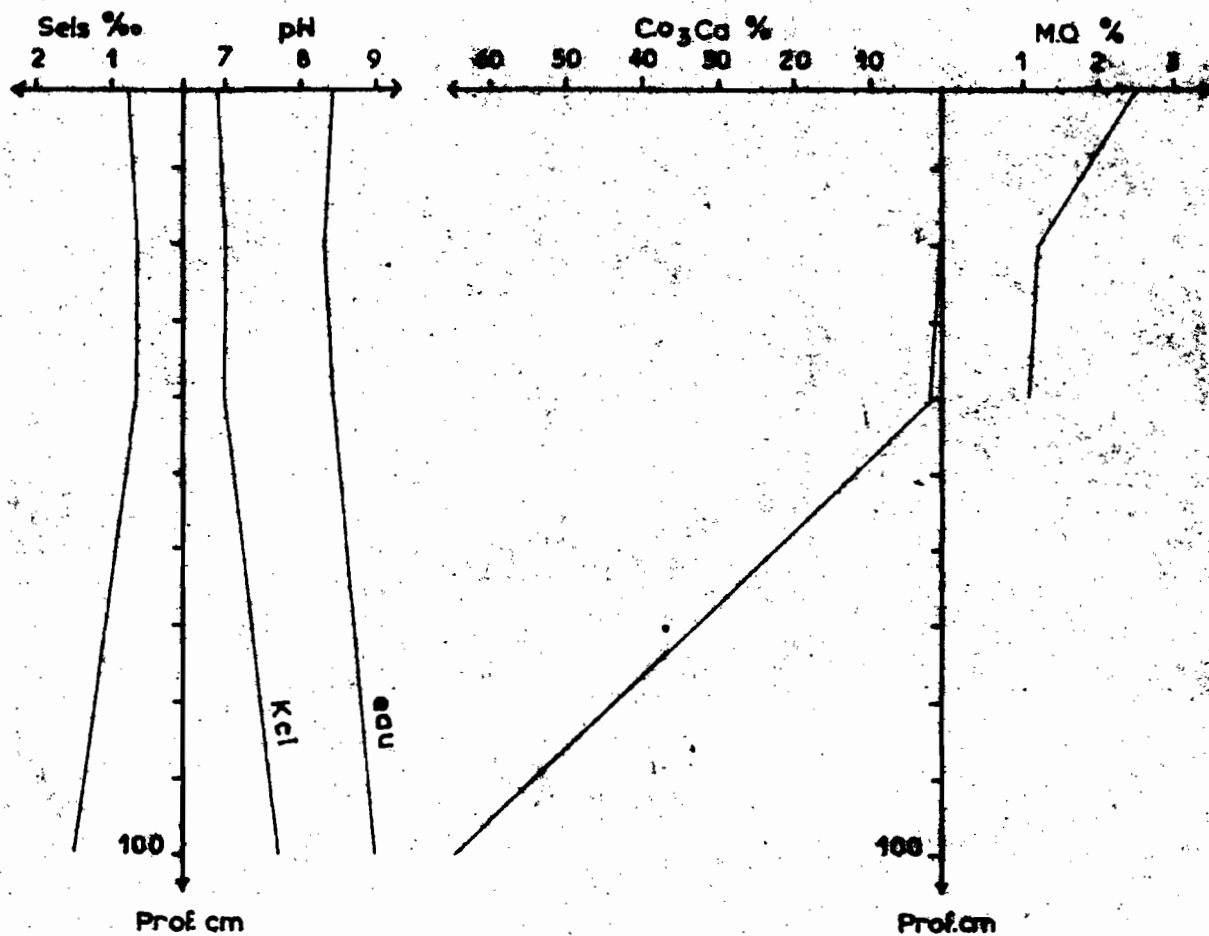
MOULOYEN

Végétation : Ziziphus lotus ; Eryngium campestre ; Scolimus hispanicus ; Asphodelus tenuifolius et microcarpus.

Ech.	Prof cm	Calc %	M O %	p eau	H KCl	Sels 0/00
A	0	0,35	2,05	8,40	7,10	0,8
B	25	0,15	1,33	8,20	6,95	1,1
C	40	1,65	1,02	8,25	7,00	1,0
D	130	63,2	0,19	9,00	7,75	1,55

Analyse granulométrique - % de terre fine												
Ech	A	L	A+L	F3	F2	F1	FT	G3	G2	G1	GT	ST
A	18,7	41,6	60,3	16,0	16,6	4,4	37,0	1,6	1,0	0,1	2,7	39,7
B	39,2	29,8	69,0	10,8	15,0	3,9	29,7	1,0	0,3	0,0	1,3	31,0
C	51,9	19,5	71,4	12,6	12,4	2,8	27,8	0,6	0,1	0,1	0,8	28,6
D	28,4	37,4	65,8	4,8	3,4	2,7	10,9	5,8	7,9	9,6	23,3	34,2

SOLS CHÂTAINS ROUGES STEPPIQUES, PEU PROFONDS
— CAILLOUTEUX, SUR CROÛTE NON DÉFONÇABLE
MOYENNES



IV. - SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES PEU PROFONDS, CAILLOUTEUX SUR
CROUTE NON DEFONCABLE

Ils se différencient par leur teneur en calcaire plus forte (20 % en surface ; 30 % au contact de la croûte), et leur texture plus grossière. Ils sont souvent beaucoup moins épais (30 à 40 cm), ce qui semble dû en particulier à leur situation ; on les trouve en effet surtout dans les zones de piedmont à très forte pente : plus de 5 %. Nous les avons donc classés en catégorie IV.

TROISIEME PARTIE

MISE EN VALEUR

I.- LES PRINCIPAUX CARACTERES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES SOLS DU GAREB

A. Profondeur

Sur une superficie de 3.000 à 3.500 ha, la présence d'une croûte plus ou moins épaisse, ou d'un encroûtement, à une profondeur de 40 à 50 cm, crée un obstacle physique à la pénétration de l'eau (donc risque d'engorgement sous irrigation), physique et chimique à la pénétration des racines (donc limitation des rendements) : Il est possible d'améliorer ces sols, mais dans certaines limites seulement.

1.- Du point de vue physique :

Nous pouvons distinguer 3 cas :

a/ - Croûte non défonçable : la présence d'une dalle, souvent épaisse de plus de 10 cm, continue, reposant sur des feuillets également assez durs, rend extrêmement difficile et coûteux, sinon impossible, le défoncement par des moyens mécaniques (rooter). Les quelques tentatives qui ont déjà été faites, même avec un engin très lourd, montrent que le seul résultat est de basculer les blocs déjà détachés existant dans le sol. Les seuls moyens utilisables restent donc l'explosif, la barre à mine et la masse. Il sera ainsi possible de disloquer la dalle et, ce qui est au moins aussi important, les feuillets sous-jacents.

L'épierrage de la masse du sol n'est pas à recommander nous ~~peine~~ de réduire par trop l'épaisseur déjà limitée des

couches non encroûtées; de plus la présence de ces éléments grossiers peut faciliter le drainage. L'épierrage devra donc être limité à la surface.

b/ - Croûte défonçable : il est possible d'utiliser pour le défoncement des moyens mécaniques, mais, étant donné que la profondeur de travail devra être de 80 cm, cette opération sera coûteuse : il faudra en effet utiliser des rooters très lourds (6 T au moins), à deux dents, et multiplier les passages : deux passages parallèles, chevauchants (le second doit être tel que l'une des dents passe entre les deux sillons creusés au premier) et au moins un passage croisé avec les premiers.

Ce défoncement devra être suivi d'un sous-solage à 1 m de profondeur et d'un épierrage, de la surface et de la masse du sol (les éléments pierreux ne représentant, en effet, qu'une proportion bien moindre des couches superficielles que dans le cas des sols sur croûte épaisse). Il s'agit là d'un travail de longue haleine, à parfaire par les exploitants après chaque opération de travail du sol.

c/ - Encroûtement : un des inconvénients des opérations de défoncement par rooter est que l'on provoque ainsi une certaine remontée des horizons profonds (très calcaires, alcalisés et souvent salés) dans les horizons superficiels moins défavorisés. Il est donc souhaitable de limiter ces opérations aux seules zones où elles soient vraiment indispensables, ce qui contribuera par ailleurs à diminuer le prix de revient de la mise en valeur. Sur les encroûtements, en particulier, un simple sous-solage pourra suffire à atténuer la brutalité du changement des conditions de milieu. De plus les sols sur encroûtement sont généralement moins caillouteux ~~que les sols sur croûte et ne demandent qu'un épierrage réduit~~. Mais il sera alors nécessaire de dresser des cartes de tri des sols au 1/5.000 afin de préciser au maximum les limites des zones de sols sur croûte et des zones de sols sur encroûtement.

2 - Du point de vue chimique :

La présence d'une croûte ou d'un encroûtement entraîne trois caractéristiques défavorables : excès de calcaire, alcalisation et, assez souvent, salure.

a/ Salure et alcalisation : les horizons situés au-dessus de la croûte sont rarement salés et alcalisés (sauf dans le cas de sols déjà irrigués avec l'eau de la nappe). Par contre, croûtes et encroûtements sont toujours

alcalisés et, surtout en ce qui concerne les croûtes, souvent salées. Les essais menés à la S.E.H.A. du Zebra montrent que si la salure disparaît assez facilement à la suite de lessivages répétés, l'alcalisation est par contre plus tenace.

b/ - Excès de calcaire : si le sol reste relativement peu calcaire au-dessus de la croûte (0 à 30 % suivant les types), les teneurs sont extrêmement élevées dans les croûtes et encroûtements (plus de 50 %), et il sera impossible de les diminuer. Tout ce que l'on peut faire est d'atténuer la brutalité de l'augmentation par des sous-solages. Le choix des cultures à pratiquer sera toujours restreint à des espèces résistant à l'excès de calcaire si l'on veut obtenir des rendements satisfaisants.

B. - Texture

La texture intervient dans les rapports du sol avec l'eau et avec les plantes à la fois par son degré de **finesse** et par ses variations dans le profil.

Une grande partie des sols du Gareb a une texture très fine, la teneur en argile dans l'horizon d'accumulation dépassant 60 % pour les uns (sols châtaîns, profonds, sur roche-mère très argileuse ; une partie des sols châtaîns, peu profonds, sur croûte non défonçable) ou variant entre 40 et 60 % pour d'autres (divers sols "sur roche-mère argileuse"). De plus, il arrive souvent que les 40 % d'argile soient atteints dès 20 ou 30 cm de profondeur. Dans ces conditions, l'horizon à structure massive qui se forme sous irrigation est particulièrement compact et particulièrement gênant pour la pénétration de l'eau et des racines, ce qui obligera **à multiplier les travaux.** Par ailleurs, certaines opérations (arrachages des betteraves, des pommes de terre) seront rendues délicates : il faudra peut être prévoir une petite irrigation supplémentaire peu avant la récolte afin d'ameublir un peu le sol.

Lorsque les fortes teneurs en argile ne sont atteintes qu'en profondeur, les inconvénients en sont un peu plus limités, du fait, que mis à part les sols "sur roche-mère complexe, argileuse en profondeur", l'augmentation est assez progressive. Il y a cependant, dès maintenant, une nette diminution de la perméabilité en profondeur, et il est à craindre que sous irrigation régulière, ce phénomène ne s'aggrave par formation d'un niveau d'autant plus compact que le sol est plus argileux et la structure peu stable.

D'autres sols ont par contre une texture trop sableuse (certains sols sur limons rharbiens) qui entraînera un drainage important. Comme il est probable que ces couches sont suivies d'un niveau relativement beaucoup plus argileux (limon soltanien ou quaternaire moyen), donc où le drainage sera plus difficile et plus lent, il risque d'apparaître à la base du limon de surface des phénomènes d'hydromorphie.

Enfin, un certain nombre de sols sont caillouteux, parfois simplement en surface, parfois aussi en profondeur. Dans ce dernier cas, les cailloux peuvent être soit répartis dans la masse du sol, soit groupés en poches ou en lentilles. Une série d'épierrages, pratiqués après chaque opération de travail du sol, permettra de nettoyer les couches superficielles du sol.

Nous avons dressé une carte de répartition des différents types de texture. Les limites ne sont qu'approximatives étant donné que le passage se fait de manière graduelle et que nous n'avons disposé que d'un nombre relativement restreint d'analyses granulométriques (300 environ). Dans le cas des sols profonds nous avons indiqué la texture des horizons superficiels (teinte des surcharges) et des horizons de profondeur (teinte de fond) ; dans le cas des sols peu profonds sur croûte défonçable ou encroûtement nous n'avons indiqué que la texture des horizons situés au-dessus de la croûte. Enfin, nous avons signalé les sols profonds caillouteux (rappelons que les sols sur croûte sont eux-mêmes presque toujours caillouteux).

C - Structure :

Nous avons déjà signalé que de nombreux sols comportaient, vers 10 à 15 cm de profondeur, un horizon épais de 10 à 25 cm à structure polyédrique à prismatique forte ou très forte, dure, compacte. Ce niveau apparaît surtout dans les sols irrigués et constitue une gêne certaine pour le développement des plantes et la pénétration de l'eau. Il est possible de le détruire par des labours à 30 cm, mais on risque alors de le voir se reconstituer plus profondément.

Il faudra donc agir surtout par le choix des cultures et du mode d'irrigation. Le problème s'est posé à propos d'une plantation d'agrumes dans les Triffa (ferme Boutin) et la méthode utilisée a consisté à irriguer par aspersion, les bandes entre les arbres étant abandonnées à la végétation naturelle, et simplement fauchées. D'après l'exploitant, l'amélioration de la

structure serait déjà nette. Il est donc souhaitable d'opérer ~~adaptable~~ une méthode analogue dans le Gareb et afin de ne pas limiter la production par des années de jachère, d'introduire une forte proportion de cultures fourragères dans les assolements.

Le choix de plantes fourragères à racines fasciculées et profondes (graminées, ou mélange graminées-légumineuses de préférence à la luzerne seule), le maintien d'une certaine proportion de céréales, permettront ainsi d'obtenir une augmentation de la finesse de la structure en profondeur et en surface. Ces cultures permettront en outre le développement de l'élevage et la production de fumier. Il importe en effet d'augmenter la teneur en matière organique du sol afin d'améliorer la stabilité de la structure.

Il faudra également choisir un mode d'irrigation qui ne soit pas trop néfaste ; l'aspersion semble être la meilleur. A défaut, on utilisera la raie, étroite et profonde.

Enfin, il sera nécessaire de travailler le sol fréquemment et soigneusement (labours et griffages profonds, binages).

D.- Perméabilité

Les résultats que nous avons cités à propos de l'étude des différents types de sols sont ceux d'une campagne rapide de mesures menée par la SOGETIM (50 stations, 3 points de mesure par station ; mesures à 0 et 50 cm en sols profonds ; en surface, dans l'encroûtement et sous l'encroûtement pour les sols peu profonds). Malheureusement, les résultats n'étaient pas accompagnés de la description des profils ce qui rend délicate l'interprétation, particulièrement en ce qui concerne les encroûtements.

D'une manière générale, la perméabilité est actuellement satisfaisante ; elle est meilleure en surface qu'en profondeur et sur la périphérie de la plaine qu'au centre, ce qui semble dû à des variations de la texture. Cependant, dès maintenant, certains sols sont très peu perméables et ceci par suite d'une mauvaise structure, semble-t-il, autant que d'une structure trop fine.

Il est probable que l'irrigation ne fera que diminuer encore cette perméabilité si l'on ne prend pas toutes les précautions nécessaires à l'obtention d'une bonne structure et d'une bonne stabilité structurale.

* SOGETIM - Convention particulière n° 4 - Secteur du Gareb - Juillet, Août, Septembre 1962.

E - Matière organique et éléments fertilisants.

Comme les autres sols de la région, ceux du Gareb sont suffisamment pourvus en potasse totale et assimilable ; par contre, leur richesse en azote et en phosphore est très nettement insuffisante. Il faudra donc prévoir une fumure potassique d'entretien et une fumure azotée et phosphorique beaucoup plus importante. On pourra apporter de l'azote ammoniacal (sulfate d'ammoniaque, pour son action désalcalisante en milieu calcaire) et du superphosphate. Dans les sols calcaires, il faudra prévoir des oligo-éléments pour combattre les carences dues à l'excès de calcium.

La teneur en matière organique, très moyenne actuellement dans la plupart des sols, risque d'être abaissée par la culture intensive sous irrigation. Il est donc indispensable d'introduire dans les assolements une proportion importante de cultures fourragères qui, outre leur action directe (décomposition des racines), permettront de développer l'élevage et la production du fumier. Il importe en effet que celui-ci soit fourni en fortes quantités car l'augmentation du stock de matière organique est capital pour l'amélioration du sol (stabilité de la structure, désalcalisation, augmentation de la capacité de rétention).

F - Calcaire :

Nous avons déjà traité des croûtes et encroûtements. Mais indépendamment de la présence de ces formations, tous les sols montrent une accumulation calcaire nette, à une profondeur plus ou moins grande, et à un taux variable.

En particulier, dans les sols bruns rouges, la teneur en calcaire est presque toujours supérieure à 10 % en surface, à 20 % à 40 cm de profondeur et à 30 % ou 40 % vers 50 ou 60 cm. Le dosage du calcaire actif n'est effectué que depuis peu de temps au laboratoire de BERKANE, nous n'avons donc que peu de résultats : toutefois dans presque tous les cas, la proportion de calcaire actif est de 50 % du calcaire total.

Cette abondance de calcaire obligera à proscrire certaines cultures trop sensibles (agrumes). De plus, il risque de se poser des problèmes de carences en oligo-éléments.

G - Salure :

Une grande partie des sols salés du Gareb est due à la pratique de l'irrigation avec l'eau de la nappe, mis à part certains encroûtements et surtout certaines croûtes (et encore n'est-il pas impossible que la salure originelle ait pu être ainsi augmentée). Aussi les teneurs en sels totaux, ainsi que la répartition des sels dans le profil, sont-elles très variables. Assez souvent l'accumulation commence vers 50 ou 60 cm, mais il n'est pas rare d'avoir un maximum de salure à 20 ou 30 cm, ou en surface.

Quelle que soit l'origine de cette salure, et son importance, les essais menés à la S.E.H.A. du Zebra permettent cependant de penser que l'on pourra facilement en débarrasser les sols par un lessivage massif ou fractionné. A la S.E.H.A., la salure est actuellement stabilisée à 10/00 en sols profonds, entre 1 et 20/00 en sols sur croûte et on peut espérer encore l'abaisser dans ce dernier cas en poursuivant le lessivage. Notons que le déssalage ne pourra jamais être total, les eaux de la Moulouya comportant elles-mêmes une certaine teneur en sels.

H - Alcalisation :

L'alcalisation du sol est très fréquente dans le Gareb et, d'après les essais menés dans le Zebra, semble plus difficile à combattre que la salure: les ions Na^+ sont bien chassés du complexe mais sont remplacés par des ions Mg^{++} qui semblent aussi néfastes, (et cela malgré l'apport d'ions Ca^{++} par mélange de gypse à l'eau d'irrigation). Ce point est particulièrement important pour la mise en valeur du Gareb où les sols sont souvent très argileux. (En effet, cette argile alcalisée, à structure particulièrement instable, risque sous irrigation de donner naissance à un horizon massif, difficilement pénétrable par l'eau et les racines). Les modalités de mise en valeur, les possibilités d'amélioration de ces sols alcalisés ne pourront donc être précisées qu'en fonction des résultats obtenus à la station d'expérimentation du Zebra.

II. - CLASSIFICATION DES SOLS

Nous avons utilisé la classification déjà employée dans le Bou-Areg et le Zebra et qui tient compte essentiellement :

- de la présence éventuelle et des caractéristiques (dureté, salure, alcalisation) d'une croûte ou d'un encroûtement.

- de la texture des sols (répartition entre les différentes catégories de particules, présence de cailloux).

- de la salure et de l'alcalisation des sols.

- de la topographie.

Ces caractères commandent la nature des travaux à effectuer, la difficulté des améliorations, l'étendue du choix de cultures possibles.

A - Catégorie II :

1.- Sols châtaîns rouges steppiques, profonds, à taches et granules, sur roche-mère très argileuse :

Ces sols sont parfois alcalisés en profondeur ; de plus, leur texture très fine et la stabilité assez médiocre de leur structure font craindre une imperméabilisation du sol sous irrigation intense. Il faudra fournir à ces sols du fumier en grande quantité, opérer des travaux de labours et de griffage profonds, éventuellement des sous-solages.

Les plantes demandant un sol bien drainant sont à écarter (ricin par exemple). L'arrachage des plantes à tubercules pourra être délicat si la structure superficielle n'est pas maintenue assez fine et si le sol est trop sec. Par contre, la teneur en calcaire très faible autorise la culture des plantes qui y sont sensibles, agrumes en particulier. On pourra également cultiver sur ces sols plantes fourragères (indispensables pour l'amélioration), coton, céréales...

2 - Sols châtaîns rouges steppiques, profonds, à taches et granules, légèrement calcaires en surface, sur roche-mère argileuse :

Ces sols sont parfois alcalisés en profondeur, plutôt riches en argile (l'accumulation est toutefois assez progressive) ; la teneur en calcaire est inférieure à 10 % jusqu'à environ 80 cm. Nous les avons cependant classés en catégorie II, et non en catégorie I, du fait que les mesures de perméabilité ont souvent donné des résultats très faibles.

Le problème consistera à améliorer la perméabilité : on devrait y parvenir par l'introduction dans l'assolement de cultures fourragères, par l'apport de fumier et par des travaux du sol soignés. Dans la mesure où ces précautions sont prises, ce type de sol est apte aux cultures les plus riches et les plus intensives.

3 - Sols bruns rouges steppiques, profonds, peu évolués.

Dans la plupart des cas ces sols devront subir un épierrage, au moins de la surface. Le déssalage sera parfois nécessaire, mais devrait être assez faible étant donné la texture. Enfin, ces sols sont souvent affectés d'une pente sensible et le micro-relief est assez ondulé.

Il faudra faire une large place aux cultures fourragères dans l'assolement afin d'améliorer la stabilité structurale actuellement faible.

4 - Sols bruns rouges steppiques, profonds, à taches, sur roche-mère, assez argileuse ou argileuse

Ces sols sont assez fréquemment alcalisés en profondeur et l'amélioration nécessaire sera peut être délicate à réaliser sur le type le plus argileux. Dans les zones de piedmont, ces sols ont parfois l'inconvénient d'être caillouteux, au moins en surface ; le micro-relief peut de plus y être assez contrasté.

Dans la mesure où la désalcalisation se révélera possible, on pourra pratiquer sur ces sols des assolements intensifs (cultures industrielles, maraîchères, fruitières), en ménageant toutefois une place importante aux fourrages et en écartant les cultures par trop sensibles au calcaire.

5 - Sols bruns rouges steppiques, profonds, à taches et granules, sur roche-mère complexe assez argileuse en profondeur.

Nous avons classé ces sols en catégorie II dans la mesure où ils ne sont pas trop salés (sinon catégorie III a). Ils ont deux défauts principaux : l'alcalisation et la forte teneur en calcaire (40 %) débutant à 50 cm de profondeur.

La texture n'étant pas trop argileuse, on peut espérer que la désalcalisation en sera facilitée. Cependant ces sols ne pourront jamais passer en catégorie I, leur teneur en calcaire limitant toujours le choix et le rendement des cultures, (en particulier, pas d'agrumes sur ces sols).

6 - Sols bruns rouges steppiques, peu profonds, à taches, sur encroûtements.

Nous avons classé ces sols en catégorie II, dans la mesure où ils ne sont pas salés et où ils se distinguent des sols sur croûte sur une superficie importante. Les travaux nécessaires se borneront alors à un sous-solage et à un épierrage assez réduit.

Les sols sur encroûtement présentent les mêmes défauts que les sols sur roche-mère complexe : alcalisation et très forte teneur en calcaire (50 à 60 %) à faible profondeur. Ils pourront être cultivés de la même manière, mais il faudra être encore plus strict sur le choix de plantes tolérant le calcaire.

B - Catégorie III

- 1 - Sols bruns rouges steppiques, profonds, à taches et granules, sur roche-mère complexe, argileuse en profondeur, salés (assez)

A l'alcalisation et à l'excès de calcaire, s'ajoute la salure qui vient limiter encore le choix des cultures possibles aux espèces résistantes. Cependant l'amélioration devrait être assez facile étant donnée la texture et ces sols pourront alors être classés en catégorie II et non plus III a.

- 2 - Sols bruns rouges steppiques, profonds, à taches et granules, sur roche-mère complexe, argileuse en profondeur.

Les principaux défauts sont les mêmes que ceux des sols sur roche-mère complexe assez argileuse : alcalisation et excès de calcaire (40 à 50 %), à faible profondeur. Il s'y ajoute une texture plus fine, une perméabilité plus faible et une structure encore moins stable. Ils seront donc plus difficiles à améliorer. Nous les avons donc classés en catégorie III b. Cependant, même après amélioration, les cultures possibles seront limitées par la teneur en calcaire.

D'ici là, il sera possible d'y développer le coton, les cultures fourragères (indispensables), les céréales (qui améliorent la structure par leur système racinaire et permettront la production de paille pour le fumier), les cultures maraîchères. La betterave risque de souffrir sur ces sols alcalisés.

- 3 - Sols châtaîns rouges et bruns rouges steppiques, peu profonds, caillouteux, sur croûte défonçable ou encroûtement : non salés

Il s'agit ici, des encroûtements couvrant de faibles surfaces difficiles à distinguer des croûtes qui les entourent. Tous ces sols devront être défonçés au roter, à 80 cm de profondeur, épierrés, sous-solés. Il faudra également les désalcaliser. Nous les avons classés en catégorie III c.

Certaines cultures sont à éviter sur les sols de ce type : betterave (à cause des cailloux et de l'alcalisation), agrumes (excès de calcaire à faible profondeur). Il est par

contre possible d'y cultiver les abricotiers, la vigne, les oliviers (signalons que les plantations d'oliviers existant déjà dans le Gareb souffrent de fumagine, mais il semble que cela soit dû à un approvisionnement en eau insuffisant). Les cultures fourragères améliorantes ne devront pas être oubliées. Enfin, les cultures maraîchères, se satisfaisant généralement de sols assez peu profonds, calcaires pourraient être généralisées sur ces sols (les sols plus profonds étant réservés à des cultures moins tolérantes).

4 - Sols châtaîns rouges et bruns rouges steppiques, peu profonds caillouteux sur croûte défonçable ou encroûtement salés :

Ces sols exigeront un dessalage en plus des opérations déjà indiquées pour les précédents. Les possibilités de culture sont les mêmes, moins les plantes sensibles au sel. Nous avons classé ce type de sol en catégorie III d.

C - Catégorie IV

L'essentiel de cette catégorie est formé par les sols peu profonds, caillouteux sur croûte non défonçable. En fait, il faudrait distinguer deux cas, l'épaisseur du sol au-dessus de la croûte variant de 20 à 60 cm.

Dans les sols les plus profonds, les exploitants obtiennent actuellement des rendements non négligeables (voisins de 15 qtx/ha en coton, par exemple) en irrigant avec l'eau de la nappe. Les cultures existantes pourront donc être maintenues, mais l'eau de la Moulouya devra être consacrée en priorité aux autres catégories de sols dont on peut espérer des rendements supérieurs. Ce n'est que, au cas, peu probable, où l'on disposerait d'un excès d'eau que l'on pourrait envisager d'en consacrer à une partie des sols de catégorie IV.

Les sols très peu profonds sur croûte épaisse, et les sols à pente forte (supérieure à 5 %) seront consacrés à des cultures arbustives (amandiers, caroubiers, figuiers, eucalypts, ~~pins~~ d'Alep). Il sera également possible d'y développer le cactus ~~inerte~~ qui constituera un aliment pour le bétail.

III.- CONCLUSIONS

La mise en valeur de la plaine du Gareb bénéficie d'un certain nombre de conditions (topographie assez régulière, existence d'un noyau de cultivateurs déjà familiarisés avec l'irrigation), mais elle nécessitera d'importants travaux ; en dehors même de l'amenée de l'eau, il faudra installer un réseau de drainage qui permettra de contrôler la remontée de la nappe ; assurer le défoncement et l'épierrage de vastes superficies. Il sera également nécessaire de compléter les études pédologiques par un tri des sols portant essentiellement sur la délimitation exacte des croûtes et encroûtements, et celle des zones où la texture est par trop fine. Il serait également intéressant de compléter les études amorcées sur la perméabilité . Mais en définitive, du point de vue pédologique, la mise en valeur du Gareb dépendra avant tout des résultats qui seront obtenus à la S.E.H.A du Zebra en ce qui concerne la désalcalisation des sols.

x favorables

B I B L I O G R A P H I E

A.M. DEREKOY et F. MORTIER : "Hydrogéologie de la plaine du Gareb et du Bou-Areg" -- Mines et géologie ; 4^e année ; n° 14 ; Rabat -- 1961.

A. JEANNETTE et Ch. HAMEL : "Présentation géologique et structurale Rif Nord-Oriental" -- Mines et Géologie ; 4^e année ; n° 14 ; Rabat -- 1961.

Ph. MAHLER : "Notice de la carte de tri des sols du Gareb"

Ph. MAHLER : "Note sur la salure des sols du Gareb"

J. MARCAIS et G. SUTER : Congrès géologique international -- Alger -- 1952 excursions A 31 et C 31 -- livret guide n° 7 -- pp. 13 -- 30.

I. PERSOGLIO : "Rapport sur l'aménagement de la rive gauche de la Basse-Moulouya -- Etude phytosociologique" -- 1963.

"Exécution d'une campagne de mesures de perméabilité dans les plaines du Boarg, du Zebra et du Gareb" -- Convention particulière n° 4 -- SOGETIM ; Juillet -- Août -- Septembre 1962.

ROYAUME DU MAROC
OFFICE NATIONAL DES IRRIGATIONS
MISSION REGIONALE DE LA
BASSE MOULOUYA

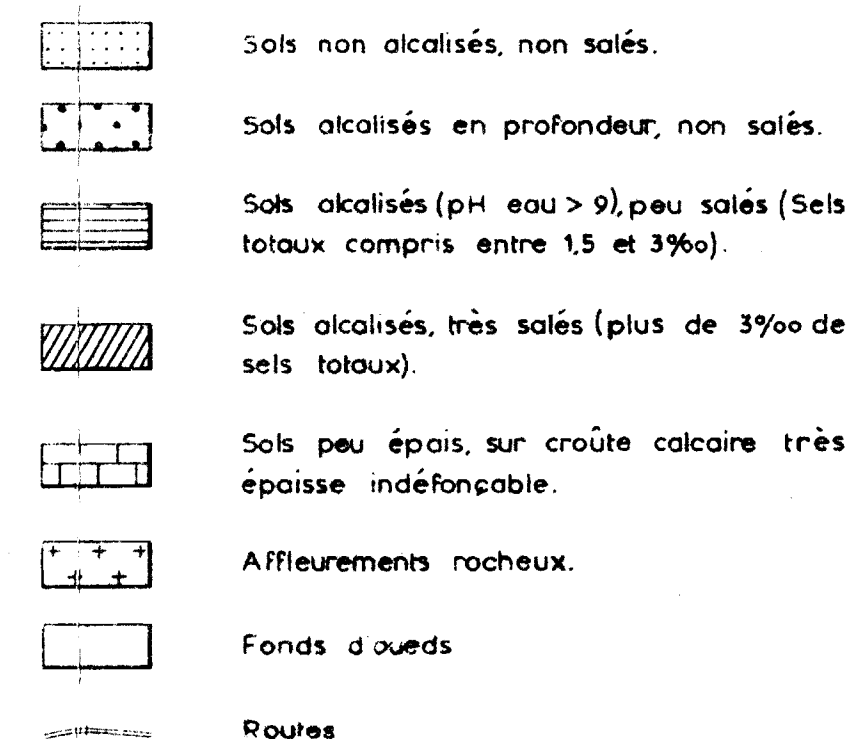
المملكة المغربية
المكتب الوطني للري
المهمة الإقليمية بملوية السفلى

ETUDE PEDOLOGIQUE

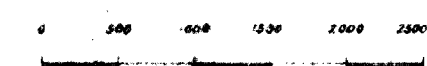
DE LA

PLAINE DU GAREB

CARTE PEDOLOGIQUE

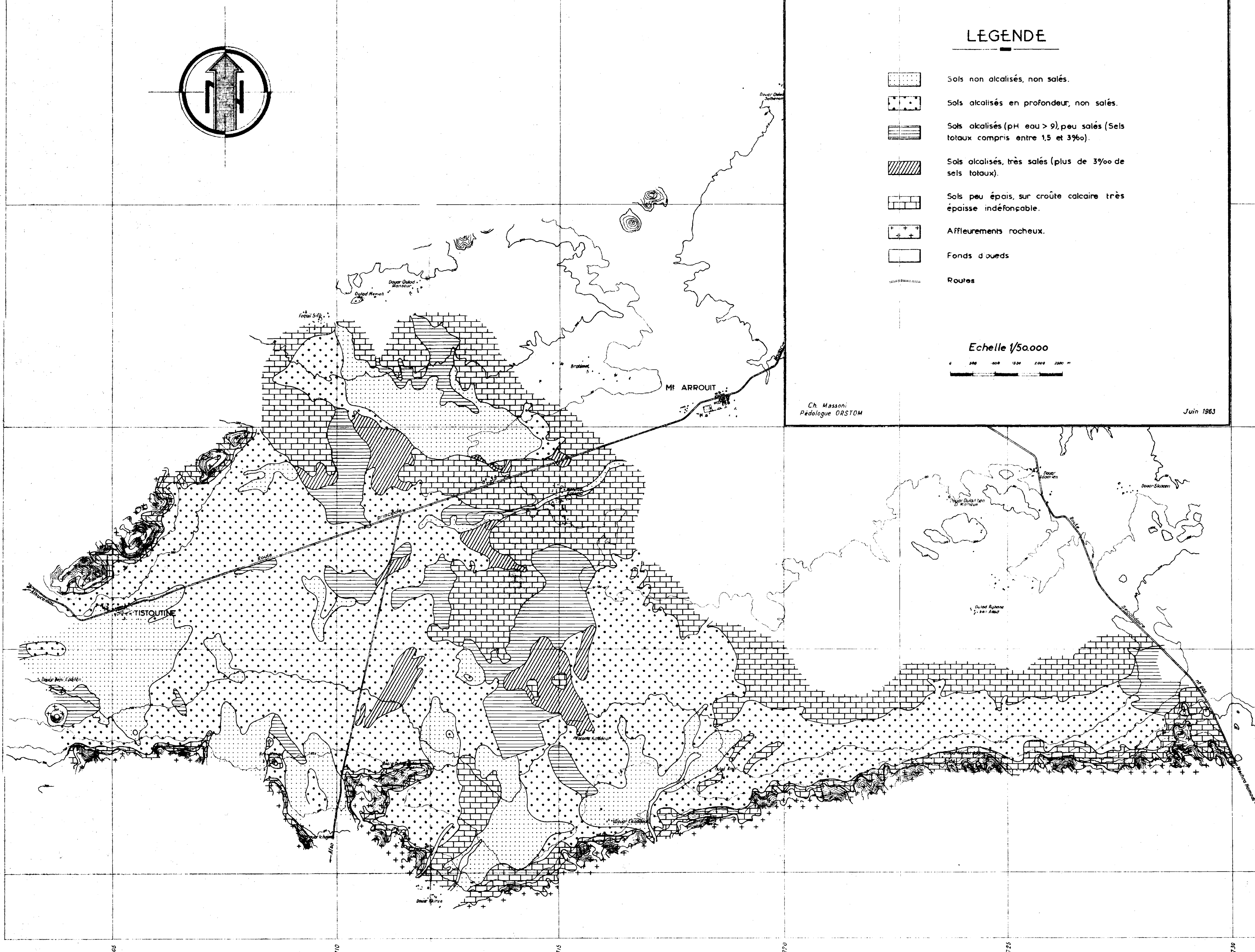


Echelle 1/50.000



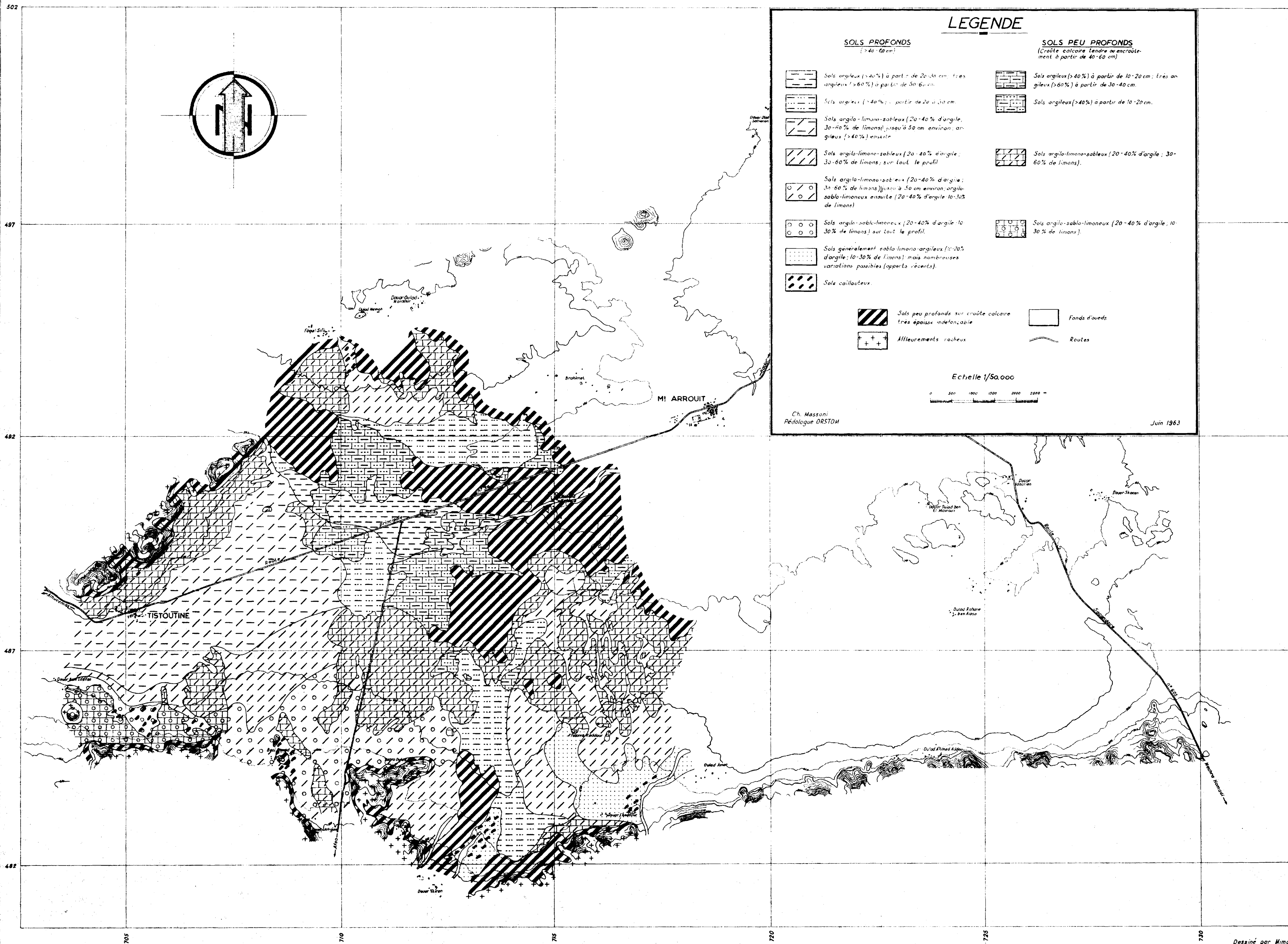
Ch. Massoni
Pédologue ORSTOM

Juin 1963



PLAINE DU GAREB

CARTE DE LA REPARTITION DES TYPES DE TEXTURE



GAREB
CARTE PEDOLOGIQUE

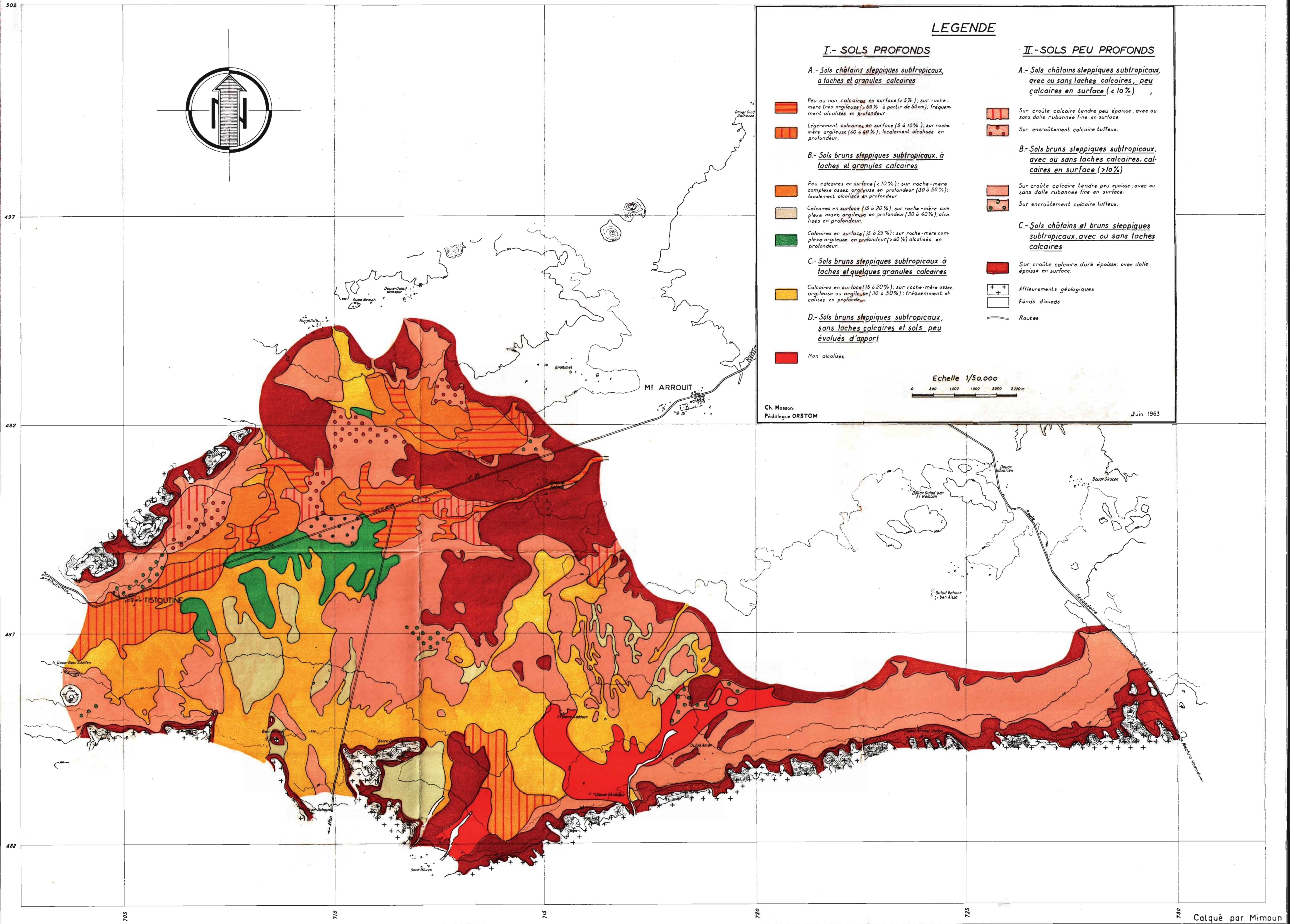
I. SOLS PROFONDS

- Sols châtaux rouges stéppiques profonds à fines et granules, sur roche mère très argileuse ($> 40\%$), à partir de 10 cm. Peu calcaires en surface ($< 5\%$). Souvent alcalisés en profondeur.
- Sols châtaux rouges stéppiques profonds à fines et granules, légèrement calcaires en surface ($5 \text{ à } 10\%$), sur roche mère argileuse ($20 \text{ à } 30\%$). Localement alcalisés en profondeur.
- Sols bruns rouges stéppiques profonds, peu argiles.
- Sols bruns rouges stéppiques profonds à fines et granules, sur roche mère assez argileuse ($10 \text{ à } 20\%$), à partir de 10 cm. Souvent alcalisés en profondeur.
- Sols bruns rouges stéppiques profonds à fines et granules, sur roche mère complète assez argileuse en profondeur ($30 \text{ à } 40\%$). Alcalisés en surface ($10 \text{ à } 20\%$). Alcalisés en profondeur.
- Sols bruns rouges stéppiques profonds à fines et granules, sur roche mère complète assez argileuse en profondeur ($> 40\%$). Alcalisés en surface ($10 \text{ à } 20\%$). Alcalisés en profondeur.
- Sols bruns rouges stéppiques profonds à fines et granules, sur roche mère complète assez argileuse en profondeur ($30 \text{ à } 50\%$).

II. SOLS PEU PROFONDS (60 cm)

- Sols châtaux rouges stéppiques peu profonds, un peu calcaires en surface ($< 10\%$). Peu calcaires ($< 10\%$).
- Idem, sur encroûtement.
- Sols bruns rouges stéppiques peu profonds, calcaires en surface ($> 10\%$). Calcaires de la surface ($> 10\%$).
- Idem, sur encroûtement.
- Sols châtaux rouges et bruns rouges, peu profonds, calcaires en surface ($> 10\%$). Sols à forte pente ($> 5\%$).
- Lits d'oueds.
- Altérations géologiques.

PLAINE DU GAREB CARTE PEDOLOGIQUE



LEGENDE

I.- SOLS PROFONDS

A.- Sols châtaîns steppiques subtropicaux, à taches et granules calcaires

- Peu ou non calcaires en surface ($\leq 5\%$); sur roche-mère très argileuse ($> 60\%$ à partir de 50 cm); fréquemment alcalisés en profondeur.
- Légèrement calcaires en surface (5 à 10%); sur roche-mère argileuse (40 à 60%); localement alcalisés en profondeur.

B.- Sols bruns steppiques subtropicaux, à taches et granules calcaires

- Peu calcaires en surface ($\leq 10\%$); sur roche-mère complexe assez argileuse en profondeur (30 à 50%); localement alcalisés en profondeur.
- Calcaires en surface (15 à 20%); sur roche-mère complexe assez argileuse en profondeur (30 à 40%); alcalisés en profondeur.
- Calcaires en surface (15 à 25%); sur roche-mère complexe argileuse en profondeur ($> 40\%$) alcalisés en profondeur.

C.- Sols bruns steppiques subtropicaux à taches et quelques granules calcaires

- Calcaires en surface (15 à 20%); sur roche-mère assez argileuse ou argileuse (30 à 50%); fréquemment alcalisés en profondeur.

D.- Sols bruns steppiques subtropicaux, sans taches calcaires et sols peu évolués d'apport

- Non alcalisés.

II.- SOLS PEU PROFONDS

A.- Sols châtaîns steppiques subtropicaux, avec ou sans taches calcaires, peu calcaires en surface ($\leq 10\%$)

- Sur croûte calcaire tendre peu épaisse, avec ou sans dalle rubannée fine en surface.
- Sur encroûtement calcaire luffeux.

B.- Sols bruns steppiques subtropicaux, avec ou sans taches calcaires, calcaires en surface ($> 10\%$)

- Sur croûte calcaire tendre peu épaisse; avec ou sans dalle rubannée fine en surface.
- Sur encroûtement calcaire luffeux.

C.- Sols châtaîns et bruns steppiques subtropicaux, avec ou sans taches calcaires

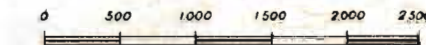
- Sur croûte calcaire dure épaisse; avec dalle épaisse en surface.

- Affleurements géologiques

- Fonds d'oueds

- Routes

Echelle 1/50.000



Ch. Masson
Pédologue ORSTOM

Juin 1963

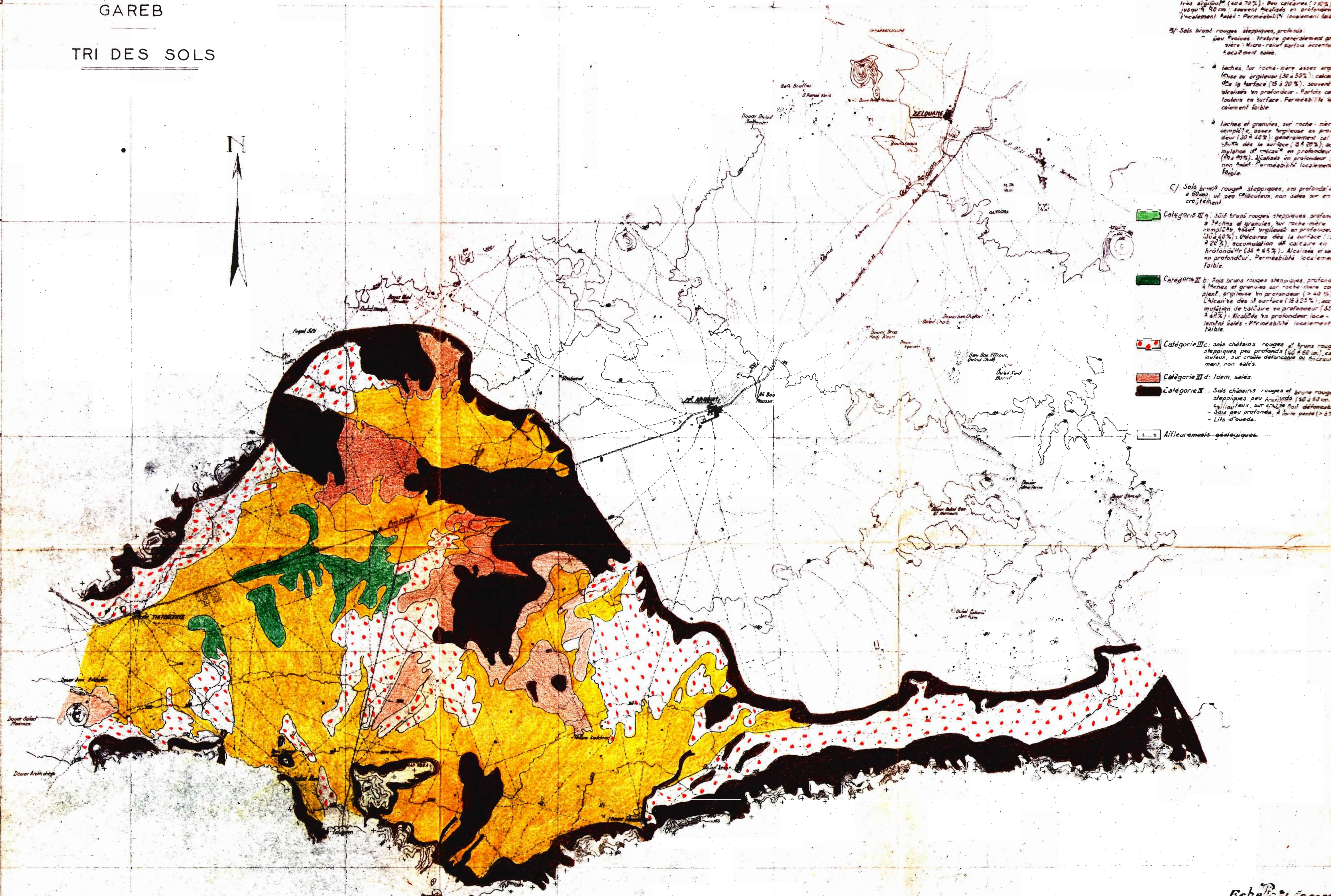
GAREB

TRI DES SOLS



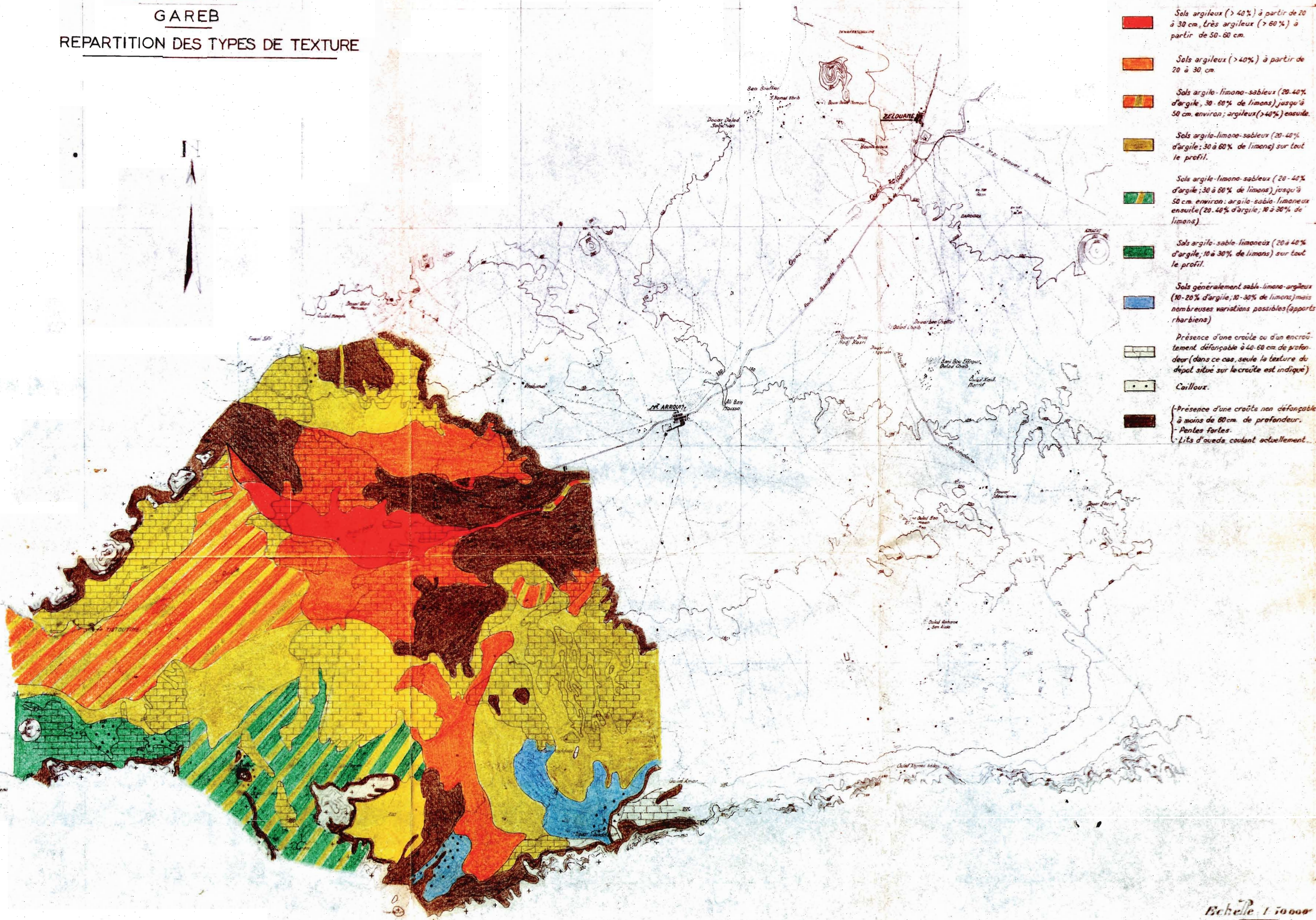
LEGENDE

- Catégorie II**
 A/ Sols châtains rouges steppiques profonds, à tâches et granules, sur roche-mère argileuse ou très argileuse (40 à 70%) - Peu calcaires (> 20%) jusqu'à 40 cm - souvent alcalisés en profondeur. Localement salés - Perméabilité localement faible.
 B/ Sols bruns rouges steppiques profonds, peu foliés, texture généralement grossière - Micro-relief parfois accentué. Localement salés.
 à laches, sur roche-mère assez argileuse ou argileuse (30 à 55%) - calcaires de la surface (15 à 20%), souvent alcalisés en profondeur - Parfois caillouteux en surface. Perméabilité localement faible.
 à laches et granules, sur roche-mère complète, assez argileuse en profondeur (30 à 40%) - généralement calcaires de la surface (5 à 20%), accumulation de calcaire en profondeur (35 à 45%) - alcalisés en profondeur non salés - Perméabilité localement faible.
 C/ Sols bruns rouges steppiques, peu profonds (40 à 60 cm), peu caillouteux, non salés sur en-croisement.
- Catégorie III a** - Sols bruns rouges steppiques profonds, à tâches et granules, sur roche-mère complète, assez argileuse en profondeur (30 à 40%) - Calcaires de la surface (15 à 20%), accumulation de calcaire en profondeur (35 à 45%) - alcalisés et salés en profondeur - Perméabilité localement faible.
- Catégorie III b** - Sols bruns rouges steppiques profonds, à tâches et granules, sur roche-mère complète, argileuse en profondeur (> 40%) - Calcaires de la surface (15 à 25%), accumulation de calcaire en profondeur (35 à 45%) - alcalisés en profondeur localement salés - Perméabilité localement faible.
- Catégorie III c** - Sols châtains rouges et bruns rouges steppiques peu profonds (40 à 60 cm), caillouteux, sur croûte d'effacement ou érosion, non salés.
- Catégorie III d** - Idem, salés.
- Catégorie IV** - Sols châtains rouges et bruns rouges steppiques peu profonds (40 à 60 cm), caillouteux, sur croûte d'effacement ou érosion, non salés.
 - Sols peu profonds, à forte pente (> 5%).
 - Lits d'oueds.
- Altéremonts géologiques.**



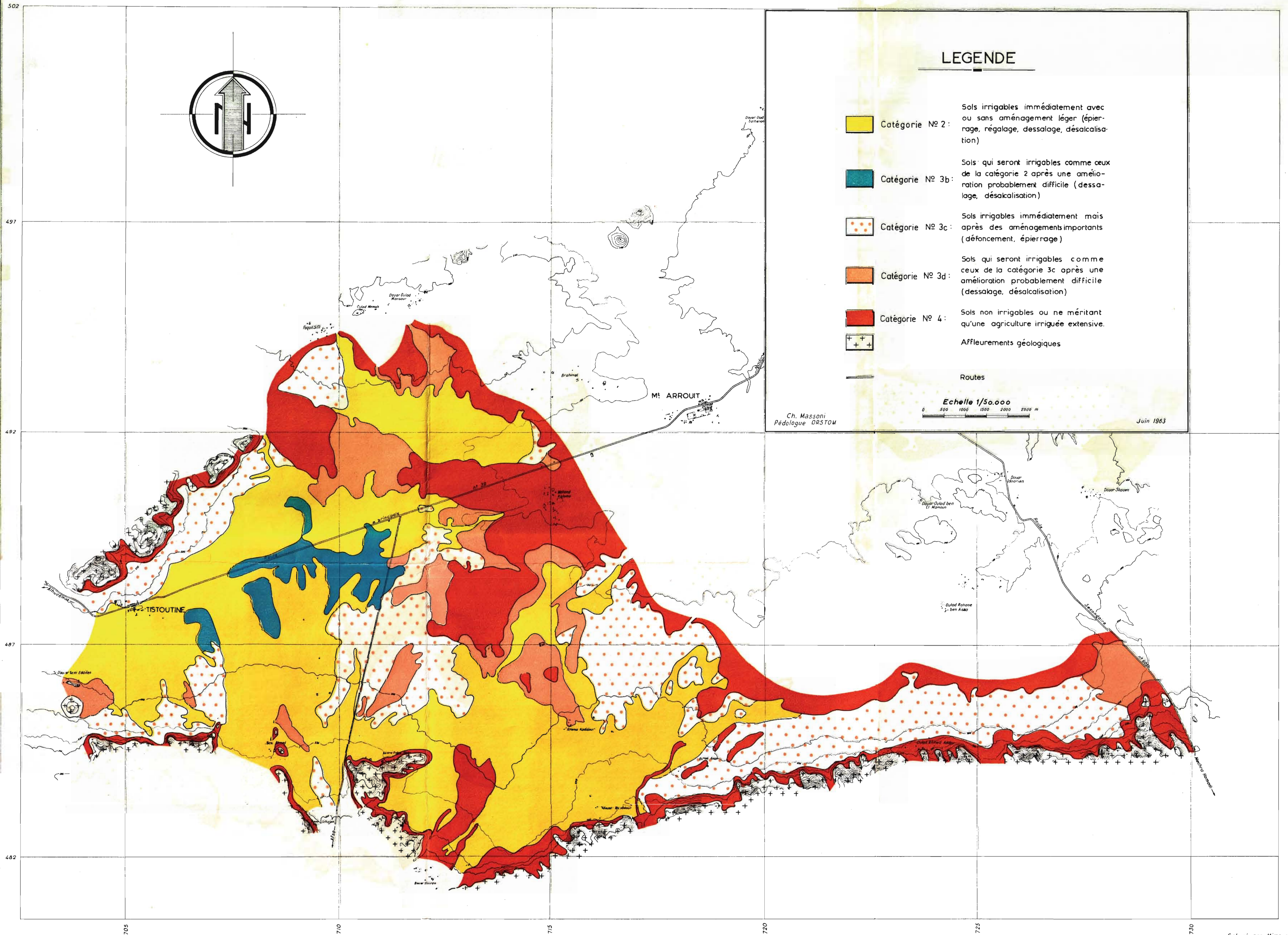
GAREB

REPARTITION DES TYPES DE TEXTURE



PLAINE DU GAREB CARTE DE CLASSEMENT DES SOLS POUR LA MISE EN VALEUR

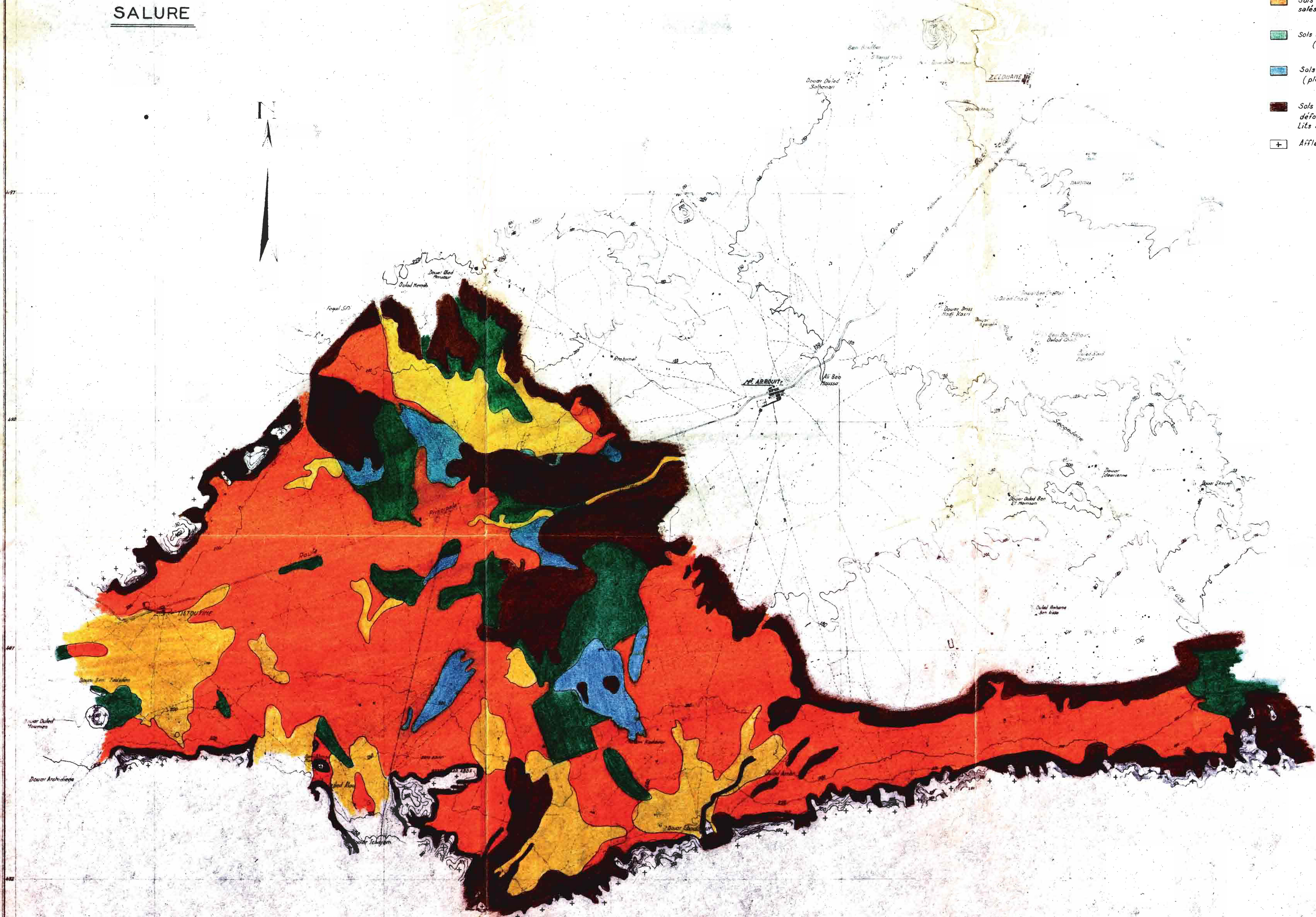
PERIMETRE DE LA BASSE MOULOUIYA



GAREB

SALURE

- Sols non alcalisés ($pH \leq 9$), non salés
(Sels totaux $< 1,5 \text{ ‰}$)
- Sols alcalisés ($pH > 9$), légèrement
salés (Sels totaux compris entre 1,5 et 3 ‰)
- Sols alcalisés ($pH > 9$), non salés
(sels totaux $< 1,5 \text{ ‰}$)
- Sols alcalisés ($pH > 9$), très salés
(plus de 3 ‰ de sels totaux)
- Sols peu profonds, sur crête non
défonçable.
Lits d'oueds
- + Affleurements rocheux.



Echelle 1:50.000