

OFFICE NATIONAL DES IRRIGATIONS

MISSION REGIONALE DE LA

BASSE - MOULOUYA

RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT

DE LA RIVE GAUCHE DE LA BASSE MOULOUYA

-:-:-

DEUXIEME PARTIE

Chapitre 9

P E D O L O G I E

Texte

Décembre 1962

S O M M A I R E

.....

	Pages
<u>PREMIERE SECTION : DESCRIPTION DES SOLS.</u>	2
<u>I.- CARACTERES GENERAUX</u>	2
<u>II.- LES SOLS PROFONDS</u>	7
A.- Les sols châtaîns rouges steppiques à taches, ou taches, granules et no- dules calcaires, non calcaires en surface.	7
a) Situation	7
b) Topographie	7
c) Calcaire	7
d) Granulométrie	8
e) Structure	8
f) Porosité	8
g) Capacité de rétention	8
h) Perméabilité	8
i) Matière organique	8
j) Eléments fertilisants	9
k) Salure et alcalisation	9
l) Mise en valeur	9
B.- Les sols châtaîns rouges, steppiques à taches, ou taches et granules cal- caires, légèrement calcaires en sur- face (mêmes subdivisions que dans le paragraphe A).	10
C.- Les sols bruns rouges steppiques à taches, granules et nodules cal- caires, peu calcaires en surface (mêmes subdivisions que dans le paragraphe A).	12

D.- Les sols bruns rouges steppiques à taches, ou taches, granules et nodules calcaires, calcaires dès la surface (mêmes subdivisions que dans le paragraphe A).	16
E.- Les sols bruns rouges steppiques jeunes sur sol tirsifié (mêmes sub- divisions que dans le paragraphe A).	22
F.- Les sols bruns rouges steppiques jeunes et jeunes alluviaux et col- luviaux (mêmes subdivisions que dans le paragraphe A)	24
G.- Les sols halomorphes :	27
1 ^{re} / Les sols à alcalis très salés	27
a) Situation	27
b) Topographie	27
c) Calcaire	28
d) Granulométrie	28
e) Structure	28
f) Perméabilité	28
g) Matière organique	28
h) Salure	28
i) Alcalisation	28
2 ^{de} / Les sols à alcalis peu salés	28
3 ^{de} / Mise en valeur	29

III.- <u>LES SOLS PEU PROFONDS</u>	30
A.- Description des divers types de croûtes calcaires	31
B.- Description des sols peu épais sur croûtes ou encroûtements calcaires	34
a) Calcaire	35
b) Granulométrie	35
c) Structure	36
d) Porosité	36
e) Capacité de rétention	36
f) Perméabilité	36
g) Matière organique	37
h) Eléments fertilisants	37
C.- Les limons situés sous les croûtes et encroûtements	37
a) Calcaire	37
b) Granulométrie	37
c) Structure	37
d) Porosité	38
e) Capacité de rétention.	38
f) Perméabilité	38
D.- La salure et l'alcalisation des sols peu épais, des croûtes et des limons sous-jacents.	38
E.- Aménagement des sols peu profonds.	

DEUXIEME SECTION : MISE EN VALEUR 44

I.- LES PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

DES SOLS ET LEURS INFLUENCES SUR LA

MISE EN VALEUR 45

A.- La salure et l'alcalisation. 45

a) Les sols salés et alcalisés en profondeur 45

1º/ Le dessalage 45

2º/ La désalcalisation. 46

3º/ La structure 47

4º/ Les cultures

b) Les sols halomorphes du Bou-Areg 48

c) Les sols irrigués du Bou-Areg et du Gareb 49

B.- Le calcaire 50

a) Le calcaire fin 50

b) Les dalles, croûtes et en- croûtements 51

1º/ Le défoncement et l'épierrage 51

2º/ Le sous-solage 52

C.- La granulométrie 53

D.- La stabilité structurale 54

E.- La capacité de rétention 55

F.- Les perméabilités 55

G.- La matière organique 56

H.- Les éléments fertilisants 56

II.- LES CULTURES POSSIBLES 58

A.- Les cultures fourragères 58

B.- Les cultures industrielles 59

	Pages
C.- Les cultures maraîchères	60
D.- Les cultures céréalières	60
E.- L'arboriculture	61
III.- <u>CLASSIFICATION DES SOLS</u>	62
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	64

; Ce chapitre consacré aux sols, à leurs vocations, aux problèmes posés par leur mise en valeur à l'aide de l'irrigation, n'est qu'une synthèse de documents assez nombreux résultant d'études entreprises depuis bientôt quatre années (voir la bibliographie en fin de chapitre). Pour toute étude détaillée ultérieure, il ne faut donc pas se contenter, pour la pédologie, de la lecture de ce chapitre ; il est indispensable de se reporter à tous les rapports qui ont servi de base à la rédaction de ce qui va suivre.

Ces études, homogènes dans leur conception, ne le sont pas sur le plan de la précision avec laquelle elles ont été entreprises. Dans la plaine du Zebra, où les problèmes de mise en valeur sont nombreux et souvent difficiles, c'est une étude détaillée à l'échelle du 1/20.000^e qui a été effectuée (voir pièces n° II-9-1, II-9-3, et II-9-5, en annexe). Dans la plaine du Bou-Areg, l'étude n'a été faite qu'à l'échelle du 1/50.000^e (voir pièces n° II-9-2 et II-9-6, en annexe). Enfin, dans la plaine du Gareb, les études ne sont pas encore terminées : elles sont menées à l'échelle du 1/50.000^e ; pour ce rapport, seule une carte du tri des sols à cette échelle (voir pièce n° II-9-7 en annexe) a pu être mise au point, la carte pédologique devant être terminée début 1963 ; nous disposons cependant déjà d'éléments assez complets en ce qui concerne les propriétés des principaux types de sol de cette plaine du Gareb.

PREMIERE SECTION : DESCRIPTION DES SOLS

I.- CARACTERES GENERAUX

Presque tous les sols des plaines du Zebra, Bou-Areg et Gareb appartiennent à la classe des sols steppiques isohumiques, sous-classe des sols steppiques à profil saturé. A l'intérieur de cette sous-classe, ils se répartissent en deux groupes : celui des sols châtaîns, sous-groupe des sols châtaîns-rouges steppiques, qui occupent des surfaces faibles ; celui des sols bruns, sous-groupe des sols bruns-rouges steppiques, qui sont de très loin, en nombre et en surface, les sols les plus fréquents.

Ceci signifie que les sols sont essentiellement dûs à l'action de quatre processus d'évolution (Fig. n° II-9-1) :

1°/ La steppisation proprement dite, c'est-à-dire la répartition isohumique, profonde, d'une matière organique très évoluée. Le taux de matière organique est assez fort en surface : il oscille en général entre 2 et 2,5 %, mais

.../...

il peut atteindre et dépasser 3 %. A 50 cm de profondeur, il y en a en général encore de 0,5 à 0,7 %.

2°/ Le lessivage du calcaire avec accumulation en profondeur :

les sols sont presque toujours pl
calcaires en profondeur qu'en surface, et sont très souvent fortement
calcaires dès la surface : le plus souvent entre 10 et 25 %. Aussi bien
en quantité que morphologiquement, l'accumulation du calcaire est très
variable : simple blanchissement, taches, granules, nodules, encroûtement
plus ou moins puissants et plus ou moins tuffeux, croûtes, dalles, les
résultats d'analyses variant de 30 à 90 %. Cette accumulation commence en
général vers 30 - 50 cm de profondeur.

3°/ La rubéfaction des horizons de profondeur due à l'accumu
lation d'argile et de fer libre'.

4°/ L'accumulation d'argile en profondeur : comme pour le cal-
caire, le taux d'argile augmente or

progressivement avec la profondeur ; il atteint dans les sols profonds
un maximum vers 50 - 80 cm, puis en général rediminue. Le maximum atteint
oscille le plus souvent entre 35 et 40 %.

Les autres caractères essentiels des sols sont :

Texture : la somme argile plus limons dépasse souvent 60 % .

Il y a toujours beaucoup de sables fins (20 à 40 %) et généralement peu de sables grossiers (moins de 20 % souvent moins de 10 %). En dehors des zones proches des montagnes, les sols sont en général peu ou non caillouteux : il faut cependant signaler la présence très fréquente surtout dans la plaine du Zebra, de niveaux caillouteux à l'intérieur du sol ; ces niveaux ont des épaisseurs très variables, en général 5 à 30 cm ; il peut y en avoir plusieurs dans un même profil ; ils sont en général plus épais et plus nombreux près des montagnes.

Structure : elle est en général polyédrique à nuciforme en surface, polyédrique de plus en plus fine en profondeur. Dans les sols châtaîns, elle est prismatique. La stabilité de cette structure est toujours faible et même souvent extrêmement faible. En surface, les sols sont presque toujours "glacés", une faible pluie suffisant pour

provoquer ce glaçage. Dans les zones irriguées des plaines du Gareb et du Bou-Areg, la structure est généralement complètement détruite sur une épaisseur minimum de 20 cm et souvent sur une épaisseur beaucoup plus forte.

Porosité : elle est, avant irrigation, toujours très bonne, en particulier dans les 20 à 30 premiers centimètres du sol où il y a un intense travail animal. Elle devient beaucoup plus faible dans l'horizon . où la structure est détruite, dès que les sols sont irrigués.

Capacité de rétention : Malgré les taux d'argile souvent élevés, elle est toujours assez faible : 20 à 25 %. C'est surtout le taux de matière organique qui la fait varier : elle est donc souvent plus forte en surface qu'en profondeur.

Densité apparente : elle est en général de 1 à 1,2 en surface, de 1,3 à 1,5 en profondeur.

Perméabilité : avant irrigation, elle est en général bonne, ni trop forte, ni trop faible ; les chiffres les plus fréquents oscillent entre 5 et 10 cm/heure (15 à 30. 10^{-6} m/sec). Mais il est certain que ces chiffres diminueront beaucoup dès que l'on commencera les irrigations, ceci en particulier en surface si les irrigations sont mal faites et les travaux culturaux mal conduits. Signalons que dans la plaine des Triffa, après 3 ou 4 ans d'irrigation, des perméabilités de 1 à 3 cm/heure sont fréquentes.

Azote : il y en a toujours très peu : 0,10 à 0,13 % en surface, beaucoup moins en profondeur.

Phosphore : il y en a également toujours très peu, surtout en ce qui concerne le phosphore dit assimilable : P2 O5 total = 1 o/oo en moyenne ; P2 O5 assimilable = 0,10 à 0,15 o/oo en surface, moins en profondeur.

Potassium : il y en a en général beaucoup ; le taux de K2O total peut atteindre et dépasser 10 o/oo ; celui de K2O assimilable varie de 0,3 à 1 o/oo en surface ; il est plus faible en profondeur. Comme pour l'azote et le phosphore assimilable, le taux de potassium assimilable est très lié à celui de la matière organique.

Salure et alcalisation : dans la plaine du Zebra, (voir la carte des sols salés et alcalisés en profondeur : pièce n° II-9-3, en annexe. Voir aussi tableau n° II-9-1), presque tous les sols sont alcalisés (pH eau supérieur à 9, pH KCl supérieur à 7) et beaucoup de sols sont très salés (plus de 3 o/oo), ceci à partir d'une profondeur variable : la surface est très rarement salée (en général moins de 1 o/oo) et rarement alcalisée. Le plus souvent l'alcalisation, qui semble être à la fois sodique et magnésienne, commence vers 30-40 cm de profondeur et la salure (plus de 1,5 o/oo) vers 50 cm. Les sols non salés et ceux, moins fréquents, non alcalisés, ne se trouvent qu'en bordure Nord et Nord-Est de la plaine et, dans le reste de la plaine, que dans les fonds de vallées sur une largeur souvent réduite à quelques mètres. La présence de cette salure et de cette alcalisation constitue bien entendu un obstacle très grave à la mise en valeur de cette plaine du Zebra : la salure et l'alcalisation sont très dangereuses pour de nombreuses cultures et surtout l'alcalisation est responsable de la mauvaise stabilité structurale des horizons de profondeur riches en argile ; une mise en eau sans précaution risque donc de provoquer rapidement la dispersion de l'argile, donc l'imperméabilisation du sous-sol, donc un drainage très défectueux dont les conséquences seraient extrêmement graves. Depuis Février 1960, et surtout depuis Juin 1961, date de la création de la Station Expérimentale de la Plaine du Zebra, nous nous attachons à résoudre les problèmes posés par ces sols : problèmes de desalage, de désalcalisation, de stabilisation de la structure, de maintien des améliorations obtenues tout ceci par des méthodes économiquement valables, c'est-à-dire rapides, peu coûteuses et permettant une rentabilisation immédiate du périmètre. Ces problèmes ne sont pas encore résolus et ne le seront certainement pas d'une façon précise avant deux ou trois années. Il faut donc souligner qu'il est impossible à l'heure actuelle de dire avec précision ce qu'il sera possible de faire sur la plaine du Zebra ; les surfaces cultivables, les cultures possibles, les améliorations nécessaires, le coût de ces améliorations etc..., tout ceci dépend avant tout des résultats de l'expérimentation entreprise. Tout ce qu'il est possible de faire, c'est de supposer le problème résolu : c'est ce qui a été fait pour l'ensemble de cet avant projet qui n'aurait pu autrement être rédigé pour la plaine du Zebra. Ce n'est cependant qu'une hypothèse de travail, fait qu'il est indispensable de garder à l'esprit tout au cours de la lecture de ce rapport pour tout ce qui concerne la plaine du Zebra.

.../...

TABLEAU N° II - 9 - 1

REPARTITION DES SOLS ALCALISES ET SALES

ZEBRI (Salure et alcalisation de profondeur)

- Sols non alcalisés, non salés (moins de 1,5 o/oo).....	: 1389	has
- Sols alcalisés (pH eau supérieur à 9,0 ; pH KCl supérieur à 7,7), non salés	: 994	has
- Sols alcalisés, peu salés (1,5 à 3 o/oo)	: 970	has
- Sols alcalisés, très salés (plus de 3 o/oo).....	: 3001	has
- Sols peu profonds sur croûte calcaire dure, généralement très salés dans et sous la croûte	: 1694	has
- Zone nivelée (majorité de sols alcalisés très salés).....	: 375	has
- Collines Miocène, fonds d'oueds, pentes fortement érodées..	: 175	has

BOU-AREG

• Sols non alcalisés, non salés, ou localement alcalisés et salés par les irrigations (2000 has environ).....	: 10773	has
- Sols à alcalis salés dès la surface :		
- peu salés (2 à 5 o/oo)	: 873	has
- très salés (plus de 5 o/oo).....	: 494	has
- Sols alcalisés et salés en profondeur	: 416	has
- Sols peu profonds sur croûte calcaire dure, généralement très salés dans et sous la croûte	: 1367	has
- Complexe de sols de thalwegs	: 189	has

GAREB

- Sols non alcalisés, non salés	: 1000	has
- Sols alcalisés ou alcalisés salés en profondeur, et sols alcalisés et salés par les irrigations (4000 has environ).. (environ)	: 7400	has
- Sols peu profonds sur croûte calcaire dure, généralement très salés dans et sous la croûte	: 195	has

Dans la plaine du Bou-Areg, (voir tableau n° II-9-1) la majorité des sols ne sont ni salés, ni alcalisés. Seuls les sols situés en bordure de la lagune, les encroûtements situés sous les rendzines et, probablement, les encroûtements situés sous les très grosses dalles calcaires, sont fortement et même souvent très fortement salés et alcalisés. D'autre part, le sont également (mais en général pas très fortement) environ 2.000 hectares de sols irrigués actuellement ou autrefois par l'eau de la nappe phréatique qui est rappelons-le, généralement très salée avec dominance de Chlorure de Sodium (voir la carte de tri des sols pièce n° II-9-6 en annexe) ; le problème n'est cependant pas très grave : les qualités de l'eau de la Moulouya et l'application de certaines techniques culturales que nous développerons plus loin, permettront certainement d'améliorer très rapidement ces sols.

Dans la plaine du Gareb, (voir Pièce n° II-9-4 et tableau n° II-9-1), en dehors des zones qui furent ou qui sont irriguées par des eaux de la nappe phréatique (environ 4.000 hectares), les sols ne sont généralement pas ou peu salés ; seuls les encroûtements sont parfois fortement salés. Par contre il semble que, comme dans la plaine du Zebra, la plupart des sols soient assez fortement et même souvent très fortement alcalisés en profondeur. Les possibilités de mise en valeur de la plaine du Gareb, sont donc, comme pour la plaine du Zebra, suspendues aux résultats de l'expérimentation qui est en cours. Comme pour le Zebra, rien de précis ne peut actuellement être avancé quant à l'avenir de cette plaine.

o

o o

D'après le type d'accumulation du calcaire, nous avons classé les sols en deux grandes catégories :

- les sols profonds : sols ne présentant pas à moins de 50 cm de profondeur un horizon très fortement encroûté.
- les sols peu profonds : sols de moins de 50 cm d'épaisseur sur encroûtement tuffeux ou croûte calcaire.

.../...

II.- LES SOLS PROFONDS

A.- Les sols châtaîns rouges steppiques à taches ou taches, granules et nodules calcaires, non calcaires en surface (voir fig. n° II-9-9)

Sur la carte pédologique du Zebra, ces sols ont reçu la dénomination suivante : Châtaîns-rouges steppiques, à taches, granules, et nodules calcaires, sur roche-mère complexe très argileuse (plus de 40 %) non salés, non alcalisés. Sur la carte pédologique du Bou-Areg, ils ont reçu la dénomination de : complexe de sols rouges méditerranéens remaniés et steppisés et de sols châtaîns-rouges à taches, non calcaires en surface, très argileux en profondeur.

a) Situation : dans la plaine du Zebra, ils forment une petite tache de 90 hectares dans la zone Nord du périmètre, à l'Est de ZAIO. Dans la plaine du Bou-Areg ils couvrent des surfaces limitées (569 hectares), à l'Ouest sur d'anciens cônes de déjection étalés par des oueds venant du Massif des Béni Bou Ifeur, à l'Est sur les hauts glacis villafranchiens.

b) Topographie : pentes variables, souvent assez fortes (surtout dans le Bou-Areg : 2 à 5 %) Micro-relief accentué.

c) Calcaire : excepté une légère calcarification superficielle (1 à 3 %) ces sols sont complètement décalcariés jusque vers 40-60 cm de profondeur. Au-dessous, le calcaire augmente progressivement, avec apparition de taches, granules et même nodules nombreux. Il atteint 20 à 50 % vers 70-100 cm, puis en général rediminue. Localement, cet horizon le plus calcaire peut devenir très tuffeux et même s'encroûter en croûte.

d) Granulométrie : mis à part ceux qui sont situés dans le secteur Est du Bou-Areg, ces sols sont toujours fortement caillouteux en surface et assez fortement caillouteux dans les 10 à 30 premiers centimètres. Ils sont presque toujours fortement graveleux et finement caillouteux à tous les horizons. Les niveaux entièrement ou presque entièrement caillouteux, de 5 à 10 cm d'épaisseur, sont fréquents. La granulométrie de la terre fine, peu argileuse en surface (15 à 25 %), devient brutalement très fortement argileuse à partir de 10-30 cm de profondeur : 45 à 50 %, quelque fois plus (60 à 70 %); ce taux se maintient jusqu'à 70-90 cm de profondeur puis diminue progressivement. Sur l'ensemble du profil il y a très peu de limons et beaucoup de sables (30 à 60 % ; majorité de sables fins).

e) Structure : elle est polyédrique à nuciforme dans l'horizon supérieur peu argileux. Elle devient prismatique : très forte, assez large dans l'horizon très argileux non calcaire (de 10-30 à 40-60 cm de profondeur). Plus profondément, dès que le calcaire commence à s'accumuler, elle devient polyédro-cubique fine à facettes lissées. La stabilité structurale est faible à très faible en surface (horizon cultivé) : $I_s = 3$ à 7 ; meilleure en profondeur : $I_s = 1,5$ à 3.

f) Porosité : la porosité grossière est très bonne ; la porosité fine est bonne sauf dans l'horizon à structure prismatique.

g) Capacité de rétention : dans l'horizon très argileux à structure prismatique elle est assez forte en moyenne 30 % ; en surface et en profondeur elle est de 20 à 25 %

h) Perméabilité : elle est forte en surface, mais elle peut être très faible en profondeur, dans l'horizon fortement argileux : des chiffres inférieurs à 1 cm/heure sont fréquents.

i) Matière organique : 1,8 à 2,5 % en surface : 0,6 à 0,9 % à 50 cm de profondeur.

.../...

j) Eléments fertilisants : comme tous les sols de la région, ces sols sont pauvres en azote et riches en potassium. Mais pour le phosphore ils sont particulièrement riches : il y a 1 à 2 o/oo de P₂O₅ total, et, jusqu'à 40 cm de profondeur, il y a 0,2 à 0,4 o/oo de P₂O₅ assimilable.

k) Salure et alcalisation : ces sols ne sont jamais salés (salure toujours inférieure à 1 o/oo) et ne sont généralement pas alcalisés (ils le sont quelque fois un peu dans le limon tensiftien, à partir de 70-90 cm de profondeur).

1) Mise en valeur : Sur le plan de la mise en valeur, il faut retenir :

- D'abord que ces sols ne sont ni salés, ni alcalisés; il n'y a donc pas de problème de ce côté-là.

- Ils sont toujours fortement caillouteux en surface et assez caillouteux dans l'ensemble du profil. Des travaux d'épierreage, à faire par le propriétaire, seront donc nécessaires et une culture comme la betterave ne pourra y être introduite, du moins pendant les premières années.

- La discontinuité, vers 10-30 cm de profondeur, entre l'horizon de surface peu argileux et l'horizon sous-jacent très argileux et assez peu perméable, pose des problèmes pour l'irrigation : il faudra éviter les fortes doses qui risquent d'entraîner un engorgement de surface. Cette discontinuité peut, d'autre part, être un obstacle à la pénétration des racines. On pourra essayer de remédier à ces inconvénients par un travail profond du sol pour mélanger les horizons, ou par des sous-solages.

- Ces sols retiendront bien l'eau en profondeur.

- Ils sont profondément non calcaires : c'est donc une des seules zones du périmètre où on pourrait penser faire des cultures sensibles au calcaire actif. C'est également une zone où les problèmes de fertilisation seront les moins nombreux.

.../...

- La structure de ces sols sera probablement particulièrement sensible à l'irrigation : l'horizon argileux aura tendance à se tirsifier rapidement (apparition d'une structure cubique large, très compacte) : des façons culturales fréquentes et profondes, des cultures fourragères fréquentes et des apports massifs de fumier seront donc particulièrement indispensables.

- Il faudra éviter de consacrer ces sols aux cultures maraîchères, leur vocation étant surtout céréalière et fourragère (blé dur, maïs, bersin, luzerne, mélange fourrager).

Ces sols ont généralement été classés en catégorie 2, quelque fois en catégorie 3 quand la pente est trop forte (supérieure à 3 %) et quand ils sont très caillouteux.

Nota : très localement, dans la plaine du Bou-Areg, dans le haut-service Nord de la plaine du Zebra, et dans le Secteur Est de la plaine du Gareb, ces sols peuvent passer à des sols rouges méditerranéens steppisés : il y a disparition de la structure prismatique et présence d'un encroûtement puissant ou d'une croûte vers 40 cm de profondeur. La profondeur du sol est donc moindre ; ces sols occupent cependant de très faibles surfaces.

B.- Les sols châtaîns rouges steppiques à taches ou tâches et granules calcaires, légèrement calcaires en surface. (voir fig.II-9-

Sur la carte pédologique du Bou-Areg, ces sols ont reçu la dénomination de : châtaîns-rouges à taches, légèrement calcaires en surface, moyennement argileux en profondeur.

a) Situation : ils couvrent des surfaces limitées dans la zone Ouest du Bou-Areg (425 hectares) et dans la région de Tistoutine (Gareb) (542 hectares).

- b) Topographie : glacis à pentes assez faibles ; fond de vallées.
- c) Calcaire : il y en a moins de 10 %, quelquefois moins de 5 %, jusque vers 70 - 100 cm de profondeur. La surface est souvent plus calcaire que la profondeur. A partir de 70-100 cm de profondeur à laquelle commencent les taches et granules, le taux de calcaire monte à 20 - 40 %.
- d) Granulométrie : le taux d'argile augmente progressivement avec la profondeur pour atteindre 40 à 60 % vers 70-100 cm ; il rediminue plus profondément. Le reste de la terre fine est essentiellement composé de limons et sables fins : il y a peu de sables grossiers. Ces sols sont peu ou non caillouteux. Les niveaux entièrement caillouteux sont rares.
- e) Structure : elle est nuciforme en surface, puis prismatico-cubique assez forte entre 20 et 50 cm, puis polyédrique. La stabilité structurale est faible en surface.
- f) Porosité : bonne
- g) Capacité de rétention : 25 % en moyenne.
- h) Perméabilité : elle est en général assez faible, ceci dès la surface : 1 à 5 cm/heure.
- i) Matière organique : le taux, normal en surface (2 à 2,5 %) peut rester très fort jusque vers 50 cm de profondeur (2 %) Il diminue ensuite rapidement.
- j) Eléments fertilisants : identiques à ceux du type de sol précédent.

.../...

k) Salure et alcalisation : en dehors des zones irriguées par pompage, ces sols ne sont jamais salés et sont rarement alcalisés.

l) Mise en valeur : ces sols sont certainement parmi les meilleurs du périmètre : ils peuvent être consacrés à un assolement riche. Comme les précédents, ils peuvent être consacrés à des cultures sensibles au calcaire.

Etant donnée leur perméabilité assez faible, il faudra cependant surveiller de près leur évolution hydrique : des doses d'irrigation trop fortes risquent de provoquer des engorgements. D'autre part, l'observation dans la plaine du Bou-Areg de leur évolution sous irrigation montre que leur structure se dégrade en surface d'une façon particulièrement rapide ; ils ont en particulier tendance à se tirsifier. Des façons culturales nombreuses, des cultures fourragères fréquentes et des apports importants de fumier seront donc sur ces sols, comme sur ceux décrits précédemment, particulièrement nécessaires.

Nous avons classé ces sols en catégorie 1.

C.- Les sols bruns-rouges steppiques à taches ou taches, granules et nodules calcaires, peu calcaires en surface (voir fig. n° II-9-11 et II-9-12)

Sur la carte pédologique du Zebra, ces sols ont reçu la dénomination de : bruns-rouges steppiques à taches, granules et nodules calcaires, peu calcaires en surface (moins de 10 %), sur roche-mère complexe assez argileuse (25 à 35 %), généralement non salée et non alcalisée. Sur la carte pédologique du Bou-Areg, ils ont reçu la dénomination de : bruns-rouges steppiques à taches, non ou peu calcaires en surface.

a) Situation : dans le Zebra, ils forment des taches assez peu importantes dans le Nord et le Nord-Ouest de la plaine (216 hectares); dans le Bou-Areg on les trouve sur des surfaces

limitées dans le centre et l'Est de la plaine (786 hectares). Dans le Gareb, il en existe quelques taches éparses.

b) Topographie : pentes variables, souvent assez fortes (2-3 %) Micro relief accentué.

c) Calcaire : 0 à 10 % sur les 20 premiers cm de sol ; 10 à 20 % jusqu'à 40 cm ; 20 à 40 % en dessous (granules et nodules mis à part), avec un maximum situé à une profondeur très variable. Ce maximum, dans des zones de passage à des encroûtements peut atteindre et dépasser 50 %. (dans la plaine du Bou-Areg, le lessivage du calcaire est généralement plus accentué que dans la plaine du Zebra, et l'accumulation est plus faible). Les taches, granules et nodules calcaires commencent en général vers 30-40 cm ; la zone la plus tachée se situe en général entre 40 et 80 cm : c'est cette zone qui, latéralement, peut passer à des encroûtements plus ou moins tuffeux et à des croûtes.

d) Granulométrie : dans le Zebra, ces sols sont souvent fortement caillouteux en surface, et dans le profil, ils sont toujours fortement graveleux et finement caillouteux à tous les horizons ; d'autre part, les niveaux entièrement ou presque entièrement caillouteux sont fréquents : il y en a toujours 1 à 3 par profil de 1,50 mètres de profondeur, ces cailloutis étant souvent assez épais, le sol pouvant même devenir entièrement caillouteux à partir de 70 - 100 cm de profondeur. Dans le Bou-Areg et le Gareb, ces sols peuvent être également caillouteux en surface, mais c'est plus rare ; d'autre part ils ne sont ni graveleux, ni finement caillouteux et les niveaux entièrement caillouteux sont rares et peu épais. La terre fine est riche en sable grossier dans le Zebra (10 à 20 %), plus pauvre dans le Bou-Areg et le Gareb (moins de 10 %). Le taux d'argile augmente progressivement avec la profondeur, puis rediminue : 15 à 20 % en surface, 35 à 40 % dans le niveau d'accumulation qui se situe en général entre 30 et 60 cm, 20 à 35 % au-dessous (dans le Bou-Areg, le taux d'argile du niveau d'accumulation est souvent plus faible : 27 à 40 %). Il y a toujours plus de sables fins que de limons.

e) Structure : elle est polyédrique à nuciforme en surface, dans l'horizon cultivé (5-10 cm) , puis polyédrique de plus en plus fine avec la profondeur : elle devient souvent polyédro-cubique à facettes lisses à partir de 40 - 50 cm de profondeur ; plus profondément, la structure peut redevenir plus large ; quelque fois elle disparaît. La stabilité structurale est toujours très faible en surface, dans l'horizon cultivé : Is de 3 à 8. En profondeur elle est en général meilleure : Is de 2 à 4.; localement elle peut être cependant très faible : Is de 4 à 10.

f) Porosité : Bonne

g) Capacité de rétention : elle est de 20 à 25 % à tous les horizons.

h) Perméabilité : elle est forte en surface (5 à 15 cm/heure) ; en profondeur, dans la plaine du Zebra, étant donnée la granulométrie, elle reste forte ; par contre, dans la plaine du Bou-Areg et dans la plaine du Gareb, elle est beaucoup plus faible : 2 à 6 cm/heure.

i) Matière organique : elle est de 1,5 à 2,5 % en surface ; 0,4 à 0,6 à 50 cm ; il y en a donc moins que dans les sols châtaîns.

j) Elements fertilisants : pauvres en azote et riches en potassium. Pour le phosphore, ils sont généralement pauvres, sauf quand on se rapproche des sols châtaîns ; ils ne sont cependant jamais aussi riches que ces derniers.

k) Salure et alcalisation : ces sols ne sont jamais ou très rarement salés ; ils ne sont jamais très salés : salure presque toujours inférieure à 1,5 o/oo, toujours inférieure à 3 o/oo. Par contre, dans le Zebra et le Gareb, ils sont souvent alcalisés à partir de 40 cm de profondeur.

.../...

1) Mise en valeur : dans les plaines du Zebra et du Gareb, la mise en valeur de ces sols dépend avant tout, pour la plupart d'entre eux, de la résolution des problèmes posés par l'alcalisation. Cependant, étant donnée leur richesse en graviers et petits cailloux, nous croyons pouvoir avancer qu'ils seront probablement faciles à améliorer et même que l'on ne risque pas grand chose à les irriguer sans améliorations préalables, avec des cultures résistantes à l'alcalisation (dans la plaine du Gareb, ceci est peut-être moins vrai, les sols n'étant généralement pas graveleux et finement caillouteux .)

Il faut d'autre part se rappeler que :

- ces sols auront souvent besoin d'un épierrage, à faire par le propriétaire, en particulier dans le Zebra ; d'autre part, les niveaux caillouteux, toujours dans le Zebra, sont souvent particulièrement développés ; une culture comme la betterave est donc à déconseiller du moins pendant les premières années;

- si ces sols sont peu calcaires en surface, ceci n'intéresse qu'une faible épaisseur ; dès 40 cm de profondeur il y a plus de 20 % de calcaire et, dans la plaine du Zebra, on atteint souvent les 40 % dès 50-60 cm (plus haut dans les zones de passage à des encroûtements) ; la culture de plantes à enracinement profond sensible au calcaire sera donc à proscrire;

- bien qu'ils soient moins sensibles à l'irrigation que les sols châtaîns, leur structure, donc leur fertilité se dégraderont rapidement : en surface, si on ne prend pas quelques précautions indispensables : cultures fourragères, façons culturales nombreuses, fumier.

Mises à part ces restrictions, ces sols pourront recevoir des cultures variées.

Nous les avons classés en catégorie 2 dans la plaine du Zebra ; en catégorie 1 dans la plaine du Bou-Areg.

.../...

D.- Les sols bruns-rouges steppiques à taches, ou taches, granules et nodules calcaires, calcaires dès la surface.

Parmi les sols profonds, ces sols sont, dans les trois plaines, les plus fréquents. D'après leurs caractères granulométriques, leur richesse en calcaire, leur salure et alcalisation, nous les avons séparés en plusieurs types :

- dans la plaine du Zebra :

type 1 : les sols bruns-rouges steppiques à taches, granules et nodules calcaires, calcaires en surface (plus de 10 %), sur roche-mère complexe assez argileuse (25 à 35 %), salure et alcalisation de profondeur, variables (voir fig. n° II-9-13 et 14) ;

type 2 : les sols bruns-rouges steppiques à taches calcaires, calcaires en surface (plus de 10 %), sur roche-mère complexe très argileuse en profondeur (plus de 40 %), généralement salés (plus de 3 o/oo) et alcalisés (pH eau supérieur à 9) en profondeur (voir fig. n° II-9-15) ;

type 3 : les sols bruns-rouges steppiques à taches calcaires, calcaires en surface (plus de 10 %), sur roche-mère assez argileuse (25 à 30 %), salés (plus de 3 o/oo) et alcalisés (pH eau supérieur à 9) en profondeur (voir fig. n° II-9-16) ;

type 4 : les sols bruns-rouges steppiques à taches calcaires, calcaires en surface (plus de 10 %), sur roche-mère assez argileuse (25 à 30 %), non ou peu salés en profondeur, alcalisation variable (voir fig. n° II-9-17) ;

- dans la plaine du Bou-Areg :

type 5 : les sols bruns-rouges steppiques à taches calcaires, calcaires dès la surface (voir fig. n° II-9-18) ;

- dans la plaine du Gareb :

type 6 : les sols bruns-rouges steppiques à taches et granules calcaires, calcaires en surface (plus de 10 %), sur roche-mère complexe très argileuse en profondeur (plus de 40 %), non salés, alcalisés en profondeur (voir fig. n° II-9-19).

type 7 : les sols bruns-rouges steppiques à taches ou taches et granules calcaires, calcaires en surface (plus de 10 %), sur rochemère assez argileuse (30 à 40 %), non salés, alcalisation variable (voir fig II-9-20).

a) Situation et topographie : dans la plaine du Zebra, le type 1 (984 hectares) couvre des surfaces importantes dans la moitié Nord et Nord-Est du périmètre, sur des glacis à pente assez régulière de 1 à 3 %, les pentes devenant progressivement plus faibles quand on s'éloigne de la montagne ; le type 2 (582 hectares) se situe en général dans les fonds de vallées assez peu creusées ou sur les bords (à pentes quelquefois assez fortes) des vallées plus profondes, ceci dans l'ensemble de la plaine sauf dans la partie Nord ; le type 3 (219 hectares) couvre de petites surfaces sur des terrasses de l'Oued Zebra et de son principal affluent orienté SSW-NNE ; enfin le type 4 (723 hectares) occupe, dans l'ensemble de la plaine, des fonds de vallées souvent étroites, et des terrasses de l'oued Zebra et de ses deux grands affluents. Dans la plaine du Bou-Areg, le type 5 (4327 hectares), très répandu, couvre les zones à pentes faibles et régulières les plus basses du périmètre, à l'exception de celles occupées par les sols salés et les sols bruns-rouges steppiques jeunes sur sol tirsifié. Dans la plaine du Gareb le type 6 (1418 hectares) moins fréquent que le type 7, est surtout présent dans le centre de la plaine ; le type 7, (3000 hectares) très répandu, est plus fréquent sur le pourtour de la plaine que dans le centre. Les pentes sont faibles et très régulières.

b) Calcaire : 10 à 20 % de calcaire en surface pour les types 1, 3, 5 et 7 ; 15 à 20 % pour les types 4 et 6 ; 20 à 25 % pour le type 2. L'accumulation de calcaire, commençant généralement vers 30-40 cm, est faible dans les types n° 3, 4, 5 et 7 (20 à 30 %) elle est forte dans les types n° 1, 2 et 6 (30 à 40 %, quelquefois 50 %). Dans le type n° 1 (Zebra), elle est souvent très forte : ces sols sont très souvent mélangés avec des sols peu épais de 40-50 cm sur encroûtements plus ou moins tuffeux (50 à 60 % de calcaire) granulaire et nodulaire (Bruns-rouges steppiques, à taches, granules et nodules calcaires, localement fortement encroûtés en profondeur : 475 hectares.) Dans le type n° 1, l'accumulation de calcaire se fait sous forme de taches,

granules et nodules comme dans les sols peu calcaires en surface (voir p 12) ; dans les types n° 6 et 7, elle se fait sous forme de taches et granules ; dans les types n° 2, 3, 4 et 5 elle se fait sous forme de taches ; ces taches sont souvent peu nombreuses, diffuses dans le type n° 4.

c) Granulométrie : seuls les sols de type 1 sont fortement caillouteux en surface et seulement quand ils sont proches de la montagne ; ce sont également les seuls qui soient graveleux et finement caillouteux sur l'ensemble du profil, ceci d'autant plus qu'on se rapproche de la montagne. En ce qui concerne les niveaux entièrement caillouteux, ils ne sont fréquents et souvent très développés que dans le type 1 et le type 4. Dans les autres types de sols ils sont assez rares et peu épais, surtout dans les plaines du Gareb et du Bou-Areg. En ce qui concerne l'horizon d'accumulation d'argile, il est très épais et très argileux dans les types 2 et 6 (40 à 50 % à partir de 30-40 cm dans le type 2, 50-60 cm dans le type 6) ; il est moyennement épais (50 à 80 cm) et assez fortement argileux (30 à 40 %) dans les types 1 et 7 ; il est moyennement épais et moyennement argileux (25 à 40 %) dans les types 4 et 5 ; enfin il est assez peu épais (30 à 50 cm) mais assez fortement argileux (35 à 40 %) dans le type 3. Le type 1 est généralement assez riche en sables grossiers (10 à 20 %) ; au contraire les types 2, 6 et 7 sont généralement très pauvres en sables grossiers (moins de 5 %) surtout en profondeur ; les autres types en contiennent 5 à 10 %. En ce qui concerne la répartition limons-sables fins, ce sont généralement ces derniers qui dominent surtout dans les types 3 et 4.

d) Structure : elle est polyédrique à nuciforme en surface.

En profondeur elle est généralement polyédrique fine ; dans les types 1, 2, 3 et 7, elle est polyédro-cubique fine à facettes lissées dans l'horizon d'accumulation d'argile. Dans les types 3 et 4, la structure peut disparaître en profondeur, à partir de 100 cm. La stabilité structurale est toujours faible en surface, dans l'horizon cultivé (Is de 3 à 8). Dans le type 1, elle s'améliore en profondeur (Is de 1 à 4). Au contraire, dans les types 2 et 3, et probablement également dans les types 6 et 7, elle devient extrêmement faible en profondeur, à partir de 30-40 cm : Is généralement supérieurs à 5, souvent supérieurs à 10 et même 20.

.../...

Dans le type 4, elle s'améliore entre 10 et 50-60 cm de profondeur (Is de 2 à 4), puis redevient très faible (Is de 4 à 10).

e) Porosité : bonne

f) Capacité de rétention : elle est de 20 à 28 % à tous les horizons, sauf dans le type n° 3 où elle est un peu plus faible : 18 à 23 % . Elle est toujours nettement plus forte en surface qu'en profondeur.

g) Perméabilité : dans la plaine du Bou-Areg (type 5), les perméabilités sont bonnes (5 à 10 cm/heure). Dans la plaine du Zebra, elles sont fortes sur les types 1, 3 et 4 (5 à 15 cm/heure); par contre, elles sont faibles, surtout en profondeur, dans le type 2 qui est très argileux et très alcalisé (2 à 5 cm/heure, quelquefois moins). Dans la plaine du Gareb, les perméabilités sont moyennes à faibles (2 à 10 cm/heure).

h) Matière organique : 1,5 à 2,5 % en surface ; 0,4 à 0,9 % à 50 cm de profondeur.

i) Éléments fertilisants : ces sols sont dans l'ensemble pauvres en azote et phosphore, riches en potassium.

j) Salure et alcalisation : Les sols de type 1, sont très rarement non salés, non alcalisés (quelques axes de drainage) ; près de la montagne, ils sont généralement alcalisés non salés ; quand on descend vers le Sud, ils deviennent peu salés (1,5 à 3 o/oo) et alcalisés, puis très salés (plus de 3 o/oo) et alcalisés. Les sols de type 2 et 3 sont presque toujours très salés et très alcalisés ; on peut trouver jusqu'à plus de 10 o/oo de sels totaux ; ils ne sont dessalés que tout à fait au fond de certains talwegs, sur une largeur souvent incartographiable ; ils ne sont désalcalisés

.../...

que tout à fait exceptionnellement. Les sols de type 4 sont généralement non ou peu salés ; par contre ils sont assez souvent alcalisés mais, semble-t-il, assez faiblement. Dans la plaine du Bou-Areg, en dehors des zones irriguées par pompage, les sols (type 5) ne sont ni salés, ni alcalisés. Enfin, dans la plaine du Gareb, les sols (type 6 et 7) sont presque toujours fortement alcalisés ; mais, en dehors des zones irriguées par pompage, ils ne sont pas salés.

k) Mise en valeur : la mise en valeur de la plupart de ces sols dépend donc, une fois de plus, de la résolution des problèmes posés par l'alcalisation. Nous pouvons les classer de la façon suivante :

1^{re}) Type 5 (Bou Areg) : ces sols, non salés, non alcalisés, présentant un niveau d'accumulation du calcaire et de l'argile relativement peu marqué, non caillouteux, couvrant des surfaces importantes sur des pentes faibles, sont parmi les meilleurs du périmètre : ils peuvent recevoir un assolement intensif ; seules des cultures trop sensibles au calcaire sont à proscrire. Nous les avons classés en catégorie 1.

2^{de}) Type 4 (Zebra) : ces sols, étant donnée leur granulométrie, seront, quand ils sont salés et alcalisés (ce qui est assez rare) probablement facilement améliorables ; nous les avons donc classés en catégorie 2. Quand ils ne sont ni salés ni alcalisés, nous aurions pu les classer en catégorie 1, mais rappelons les points suivants :

- ils sont souvent fortement caillouteux, avec de nombreux niveaux caillouteux ;

- il y a souvent à partir de 100 à 120 cm, un limon nettement plus argileux, salé et alcalisé ;

- ils couvrent presque toujours des surfaces faibles isolées au milieu de sols de catégorie 3 ;

- ils se situent dans des conditions topographiques généralement délicates : terrasses assez basses de l'Oued Zebra et de

.../...

ses deux principaux affluents, pouvant subir de temps en temps l'action des très grosses crues ; ou bien fonds de vallées, souvent délicats à aller irriguer, et soumis périodiquement à l'action des eaux ruisselantes (érosion et dépôts) (quand ces vallées sont très étroites et profondes, nous avons même classé ces sols en catégorie 3).

3^e) Type 7 (Gareb) : nous pensons que ces sols seront également assez faciles à améliorer ; nous les avons donc classés en catégorie 2 : s'ils sont améliorables, ils pourront être cultivés comme ceux de la catégorie 1.

4^e) Type 1 (Zebra) : ces sols, demandant souvent un épierage de surface, présentant de nombreux niveaux caillouteux dans le profil, couvrant une topographie un peu mouvementée, mais ayant une granulométrie riche en graviers et petits cailloux, favorable au dessalage et à la désalcalisation, ont été classés en catégorie 2 quand ils ne sont qu'alcalisés ou alcalisés peu salés ; ils ont été classés en catégorie 3a quand ils sont alcalisés très salés (plus de 3 o/oo) : sols qui seront irrigables comme ceux de la catégorie 2 après une amélioration probablement assez facile.

5^e) Type 3 (Zebra) : ces sols, presque toujours très salés et très alcalisés, seront également probablement assez faciles à améliorer : l'horizon argileux est peu épais et situé à une profondeur assez faible. Nous les avons donc classés en catégorie 3 a : après amélioration ils seront identiques à des sols de catégorie 2 (et non de catégorie 1 étant donnée leur position topographique et leur très mauvaise stabilité structurale).

6^e) Type 6 (Gareb) : ces sols alcalisés, très argileux sur une grande épaisseur, seront probablement plus difficiles à améliorer que les précédents; nous les avons donc classés en catégorie 3 b : sols qui seront irrigables comme ceux de la catégorie 1 après une amélioration probablement difficile.

7^e) Type 2 (Zebra) : ces sols généralement très salés, et très alcalisés, très argileux sur une grande épaisseur, seront probablement également difficiles à améliorer.

Nous les avons donc classés comme les précédents, en catégorie 3b ; mais étant données les positions topographiques qu'ils occupent et leur dispersion en petites taches au milieu de sols peu profonds de catégorie 3, nous pensons qu'ils ne pourront être assimilés, après améliorations, qu'à la catégorie 2.

Tenant compte de facteurs topographiques, d'isolement, de granulométrie (graviers, cailloux), nous avons donc classé ces sept types de sols soit en catégorie 1 (Types 5, 6 et 7), soit en catégorie 2 (Types 1, 2, 3 et 4), le problème de la salure et de l'alcalisation étant supposé résolu plus ou moins facilement. Mais cela ne veut pas dire qu'il faut prévoir, une fois le problème des sels et de l'alcalisation résolu, des assolements différents : les sols de catégorie 2 ou améliorés en 2 pourront être cultivés comme ceux de catégorie 1 ou améliorés en 1 (avec cependant quelques restrictions concernant la betterave sur le type n° 1 souvent très caillouteux) ; la différence sera d'une part que les sols de catégorie 2 seront plus coûteux et plus difficiles à équiper que ceux de catégorie 1, d'autre part qu'ils seront probablement moins productifs. Par contre, les assolements devront bien entendu être différents pendant la période d'amélioration des sols salés et alcalisés : les sols du type 5 et ceux du type 4 non salés et non alcalisés pourront être immédiatement consacrés à un assolement intensif avec, bien entendu, des cultures résistantes au calcaire actif et suffisamment de cultures fourragères ; par contre les autres types devront, pendant la période d'amélioration, recevoir un assolement plus axé sur des plantes améliorantes et résistantes au sel et à l'alcalisation, plantes qui seront surtout des céréales d'une part, des graminées et des légumineuses fourragères d'autre part. Cette période d'amélioration sera certainement plus longue pour les sols de catégorie 3 b que pour ceux de : catégorie 2 ou 3 a.

E.- Les sols bruns-rouges steppiques jeunes sur sol tirsifié
(voir fig. n° II-9-21)

a) situation : secteur Nord-Ouest du Bou Areg(1364 hectares.)

.../...

- b) Topographie : plane, pente faible (0,5 à 1 %) micro-relief légèrement ondulé.
- c) Calcaire : il est faible sur l'ensemble du profil : 1 à 5 %. Il n'y a ni taches ni granules.
- d) Granulométrie : ces sols sont formés par la superposition de deux dépôts très différents (ou ayant subi des pédogénèses très différentes). Le dépôt supérieur contient, en moyenne, 30 % d'argile, 40 % de limons, 20 à 30 % de sables fins et 5 % de sables grossiers ; il est légèrement moins argileux en surface qu'en profondeur. Le dépôt inférieur, tirsifié, qui commence brutalement à une profondeur variant entre 40 et 80 cm, est nettement plus argileux : 40 à 50 %, avec environ 30 % de limons, 20 à 25 % de sables fins et 5 % de sables grossiers. Il y a donc une discontinuité marquée à une profondeur assez faible.
- e) Structure : elle est nuciforme en surface ; puis, cubique assez friable ; puis, dans l'horizon tirsifié argileux, polyédrique large à faces lisses, les agrégats étant compacts et durs ; plus profondément, vers 120 cm, la structure a tendance à disparaître. La stabilité structurale est très faible à tous les horizons.
- f) Porosité : elle est bonne dans l'horizon supérieur, faible dans l'horizon tirsifié, puis de nouveau meilleure plus profondément.
- g) Perméabilité : elle est bonne dans l'horizon supérieur (5 à 15 cm/heure), faible dans l'horizon tirsifié (1 à 3 cm/heure)
- h) Matière organique : son taux est faible, mais elle est répartie très profondément : 1 à 1,5 % en surface, 1 % à un mètre de profondeur.

i) Eléments fertilisants : ces sols sont pauvres en azote et phosphore, riches en potassium.

j) Salure et alcalisation : en dehors des zones irriguées par l'eau de la nappe phréatique, ces sols ne sont ni salés ni alcalisés.

k) Mise en valeur : ces sols, à structure très instable, présentant en profondeur un horizon très argileux, peu perméable, commençant brutalement, ne seront pas faciles à irriguer : des doses trop importantes risquent de provoquer rapidement des engorgements dangereux ; des sous-solages profonds, à refaire fréquemment seront peut-être nécessaires. D'autre part, comme les sols châtaîns, ils ont tendance, sous irrigation, à se tirsifier rapidement.

Ces sols peuvent cependant convenir à une gamme très étendue de cultures, leur faible teneur en calcaire étant un élément très favorable ; mais ceci à condition comme sur tous les autres sols du périmètre, de consacrer une proportion importante de l'assolement aux cultures fourragères, d'apporter beaucoup de fumier et d'intensifier au maximum les façons culturales.

Nous avons classé ces sols en catégorie 2.

F.- Les sols bruns-rouges steppiques jeunes et jeunes alluviaux et colluviaux (voir fig. n° II-9-22 et II-9-23)

Sur la carte pédologique du Zebra, ces sols ont reçu la dénomination de : bruns-rouges steppiques jeunes et jeunes alluviaux, non salés, non alcalisés, soit non ou peu caillouteux, soit caillouteux. Sur la carte pédologique du Bou-Areg, ils ont reçu la dénomination de : sols jeunes alluviaux et colluviaux.

a) Situation et topographie : dans la plaine du Zebra, ces sols couvrent de petites surfaces (296 hectares) éparpillées dans l'ensemble de la plaine : fonds de vallées généralement très encaissées, basses terrasses le long de l'Oued Zebra et de son principal affluent orienté S SW - N NE, petits cônes de déjection près des montagnes. Dans les plaines du Gareb et du Bou-Areg (868 hectares), ils peuvent couvrir des surfaces plus grandes sous forme de cônes de déjection appuyés aux montagnes. Le micro-relief est toujours très mouvementé.

b) Calcaire : ces sols sont en général presque isocalcaires : les taux de calcaire n'augmentent pas ou très peu avec la profondeur ; mais ces taux de calcaire sont assez variables d'un profil à l'autre : 10 à 30 %. Il n'y a jamais de taches calcaires, sauf tout à fait en profondeur, au delà d'1 mètre, quand on trouve un limon plus ancien, soltanien, tensiftien ou amirien ; le taux de calcaire peut alors monter à plus de 40 %.

c) Granulométrie : S'agissant de sols jeunes sur dépôts récents, la granulométrie est extrêmement variable d'un profil à l'autre et à l'intérieur même d'un profil. Près de la montagne et sur les basses terrasses du Zebra, ces sols sont généralement composés d'une succession de niveaux entièrement caillouteux alternant avec des niveaux limono-caillouteux très pauvres en argile (10 à 20 %), la surface étant très caillouteuse. Dans les fonds de vallée, on peut également trouver cette succession mais avec des niveaux limoneux moins caillouteux, souvent plus argileux (20 à 25 %) ; généralement on trouve des sols peu caillouteux, formés d'une succession de dépôts limoneux séparés par des lits de cailloux ayant 5 à 30 cm d'épaisseur (sur 1,50 m d'épaisseur il y a deux ou 3 lits de cailloux) ; les dépôts limoneux ont des granulométries assez variables (20 à 40 % d'argile, 45 à 70 % d'argile + limon) ; ils sont généralement plus argileux en profondeur qu'en surface, mais il est fréquent de voir l'inverse ; en surface il y a souvent, par petites taches, des dépôts sablo-graveleux (dépôts actuels). Signalons qu'il est fréquent de retrouver, en général à 70-100 cm de profondeur, un limon plus ancien, généralement plus argileux.

d) Structure : elle est polyédrique à nuciforme en surface et inexistante en profondeur (sauf quand on retrouve un limon plus ancien). La stabilité structurale est très faible.

e) Porosité : bonne

f) Capacité de rétention : elle est souvent particulièrement forte (20 à 30 %), ceci étant dû à la richesse en matière organique et peut-être à l'inexistence de la structure.

g) Perméabilité : elle est très variable : dans le Bou-Areg et le Gareb, où ce type de sol a toujours une granulométrie assez grossière, elle est toujours très forte. Par contre dans le Zebra, dans les fonds de vallées où la granulométrie est souvent fine, la perméabilité peut être faible (2 à 5 cm/heure).

h) Matière organique : dans le Zebra ces sols sont particulièrement riches en matière organique dans les fonds de vallées : 2 à 3 % jusqu'à 10-15 cm de profondeur ; 1,5 à 2,3 % à 20 cm ; 1 % et même plus à 50 cm ; on peut encore souvent trouver des taux de 1 à 2 % à 80 - 90 cm de profondeur. Par contre, sur les basses terrasses du Zebra et dans le Bou-Areg, les sols sont nettement moins riches en matière organique : 0,8 à 1,4 % en surface ; 0,4 à 0,6 % à 50 cm.

i) Eléments fertilisants : pauvres en azote et phosphore, riches en potassium.

j) Salure et alcalisation : ces sols ne sont presque jamais salés ; ils sont rarement alcalisés .

k) Mise en valeur : les possibilités de mise en valeur de ces sols sont, étant donnée leur diversité, très variables : dans les meilleurs cas (non caillouteux, perméabilité moyenne,

topographie régulière) ils peuvent être consacrés à toutes les cultures habituelles, à condition, leur stabilité structurale étant particulièrement faible, d'introduire beaucoup de cultures fourragères. Au contraire, dans les cas les plus mauvais (très caillouteux, fonds de vallées très encaissées, zones d'érosion ou d'alluvionnement actuel), ils ne peuvent être consacrés qu'à des arbres : eucalyptus, amandiers, figuiers. Nous avons classé ces sols suivant les cas, en catégorie 1, 2, 3 ou 4.

G.- Les sols halomorphes (voir fig. II-9-24, II-9-25 et II-9-26)

Ces sols, situés sur une largeur variable, en bordure de la lagune du Bou-Areg, doivent leur existence à la présence, à une profondeur faible, d'une nappe phréatique très salée. Nous les avons subdivisés en deux types :

- les sols à alcalis très salés (plus de 15 o/oo en surface), très hydromorphes en profondeur : la nappe est située, au plus bas, à 50-100 cm de profondeur ; en hiver, elle peut remonter jusqu'à la surface. Les sels s'accumulent facilement dans le sol uniquement par évaporation ;

- les sols à alcalis peu salés (2 à 5 o/oo), peu ou non hydromorphes en profondeur : la nappe est située entre 1 et 3 m de profondeur. Les sels s'accumulent moins facilement par évaporation, mais cette accumulation est parfois accrue par des irrigations.

1^a) Les sols à alcalis très salés

a) Situation : en bordure même de la lagune (494 hectares)

b) Topographie : très plane ; pente très faible

- c) Calcaire : 10 à 20 %, répartis uniformément dans le profil ;
5 % dans le secteur proche de Nador.
- d) Granulométrie : elle est très fine : 35 à 50 % d'argile et
65 à 90 % d'argile + limons. Les horizons
profonds sont dans l'ensemble moins argileux (35 à 50 % de sables).
- e) Structure : polyédrique sur les 30-40 premiers centimètres ,
puis massive, c'est-à-dire inexistante.
- f) Pernéabilité : elle est généralement extrêmement faible :
inférieure à 1 cm/heure, quelquefois infé-
rieure à 0,5 cm/heure.
- g) Matière organique : son taux est très élevé en surface :
4 à 7 % ; cependant il décroît rapide-
ment en profondeur.
- h) Salure : elle dépasse toujours 15 o/oo en surface ; elle
peut atteindre 80 o/oo. En profondeur, elle baiss
progressivement pour atteindre, au niveau de la nappe, une valeur qui est
fonction de la salure de cette nappe : 4 à 10 o/oo.
- i) Alcalisation : elle est toujours très forte. En surface, le
complexe adsorbant est entièrement saturé en
sodium et magnésium ; en profondeur il y a 15 à 20 % de sodium et 30 à
40 % de magnésium sur le complexe adsorbant.

2°) Les sols à alcalis peu salés

Il est difficile de présenter un profil-type ; en
effet, les sols qui ont été groupés sous cette appellation (873 hec-
tares) forment, en réalité, toute une gamme de profils qui constituent

.../...

le passage des sols à alcalis très salés aux sols bruns rouges steppiques à taches (ou aux sols bruns-rouges jeunes sur sol tirsifié dans la région de Nador).

Ils ont en commun les caractères suivants :

- Topographie plane (pente inférieure à 1 %).
- Glaçage superficiel.
- Structure fondue en profondeur.
- Taches et pseudomyceliums de sels très nombreux dans le profil.
- Apparition d'une couleur rouge-brun en profondeur, caractéristique des horizons salés, humides en hiver.

3°) Mise en valeur :

Nous avons classé les sols très salés à alcalis en catégorie 4 : en effet nous pensons, étant donnée la proximité de la mer, qu'il est impossible de les drainer d'une façon suffisante pour limiter l'accumulation des sels en surface (on estime d'une façon générale que les phénomènes de salinisation des sols par remontée capillaire commencent dès que la nappe est à moins de 2,50 à 3 m de profondeur). Certaines méthodes permettent d'utiliser de tels sols : décapage en fin de saison sèche de l'horizon superficiel où la concentration en sels est la plus élevée ; travail intensif du sol, en surface et en profondeur, pour limiter l'évaporation et faciliter le drainage ; apport massif de fumier et de plâtre pour lutter contre l'alcalisation ; constitution de grandes planches surélevées ; irrigations de lessivage fréquentes ; introduction de cultures fourragères. Nous pensons cependant que leur application exigerait de trop gros investissements pour une productivité qui restera toujours faible. Nous croyons donc qu'il est préférable d'abandonner ces sols à des près-salés.

.../...

Nous avons classé les sols peu salés à alcalis, en catégorie 3. En effet, nous pensons que leur amélioration est peut-être possible, par drainage, travail intensif du sol et du sous-sol, lessivages, apports de gypse et de fumier, du moins pour ceux où le drainage n'implique pas de mettre les drains au-dessous du niveau de la mer : le drainage devant abaisser la nappe à un minimum de 2,50 à 3 m, nous pensons que seuls les sols situés au-dessus de la côte 4 mètres méritent d'être améliorés. Sur ceux situés plus bas, on pourrait essayer de cultiver sur grandes planches (cultures maraîchères, cultures fourragères) ou peut-être de faire du riz en assolement avec des cultures fourragères : il serait plus prudent et moins coûteux d'en faire des prés-salés.

III.- LES SOLS PEU PROFONDS

Nous avons regroupé sous ce titre les types de sols suivants (voir fig. n° II-9-27 à 34)

Les sols rouges méditerranéens steppisés, ou châtaîns rouges steppiques peu profonds, sur encroûtement, croûte tendre peu épaisse ou croûte dure très épaisse ; ces sols, peu répandus, existent dans le Gareb (sur croûte épaisse avec dalle), dans la Bou-Areg où ils n'ont pas été séparés des sols châtaîns-rouges profonds non calcaires en surface (sur croûte tendre peu épaisse ou encroûtement) et dans le haut-service Nord du Zebra (sur croûte tendre peu épaisse ou encroûtement).

- les sols bruns-rouges steppiques à taches, non ou peu calcaires en surface, sur encroûtement ou croûte tendre peu épaisse.

- Les sols bruns-rouges steppiques à taches, calcaires en surface, et les sols bruns-calcaires rendziniiformes sur encroûtement, croûte tendre peu épaisse ou croûte dure très épaisse avec dalle épaisse.

.../...

TYPES DE SOLS ET DE CROUTES	ZEBRA (Has)	BOU-AREG (Has)	GAREB (Has)	TOTAUX (Has)
- Sols profonds, calcaires en surface, localement fortement encroûtés en profondeur.	475		3200	9759
- Sols peu profonds, peu calcaires en surface, sur ENCROUTEMENT		880		
- Sols peu profonds, peu calcaires en surface, sur ENCROUTEMENT ou CROUTE TENDRE peu épaisse, défongable	237			
- Sols peu profonds, calcaires en surface, sur ENCROUTEMENT	2997	1554		
- Sols peu profonds, calcaires en surface, sur CROUTE TENDRE peu épaisse, défongable		416		
- Sols peu profonds ou squelettiques, peu calcaires en surface (rares) ou calcaires en surface, sur CROUTE DURE épaisse, très difficilement défongable	1694	1367	195	3256
TOTAUX	5403	4217	3395	13015

TABLEAU N° II - 9 - 2 : Surfaces couvertes par les sols peu profonds sur croûtes et encroûtements.

-Les sols squelettiques sur croûte dure très épaisse avec dalle épaisse.

En dehors des sols squelettiques qui ont moins de 20 cm d'épaisseur, les sols peu profonds ont de 20 à 50 cm d'épaisseur, le plus souvent 30 à 40 cm.

A.- Description des divers types de croûtes calcaires

Une croûte calcaire complète comprend, du haut vers le bas :

1^o) Une dalle rubannée, qui peut avoir quelques millimètres à plusieurs centimètres d'épaisseur ; cette dalle, très riche en calcaire (75 à 85 %) est très dure surtout quand elle est épaisse. Elle est de couleur saumon, avec des filets plus ou moins sombres, quelque fois bien noirs.

2^o) Une dalle compacte, qui peut avoir jusqu'à 20 cm d'épaisseur. Cette dalle, très riche en calcaire (70 - 80 %) est extrêmement dure. Elle est souvent très continue, non brisée. Elle est de couleur saumon. Elle peut être caillouteuse.

3^o) Une croûte feuilletée pouvant avoir un mètre et plus d'épaisseur. Cette croûte est constituée par la superposition de feuillets épais en surface, de plus en plus fins en profondeur. Ces feuillets ne sont pas continus, surtout ceux de surface ; ils sont séparés par des fentes sub-horizontales s'anastomosant entre elles, les fentes étant de plus en plus fines quand on va du haut vers le bas : vers le haut ces fentes peuvent avoir quelques cm d'épaisseur, et être remplies de terre provenant du sol situé au-dessus de la croûte. Le durcissement de la croûte diminue toujours quand on va du haut vers le bas ; elle est souvent très dure sur plusieurs dizaines de cm.

.../...

Quand il n'y a pas de dalle compacte, le feuillet supérieur, qui peut avoir une dizaine de centimètres d'épaisseur, est généralement très brisé par des fentes verticales, la dalle rubannée qui le recouvre descendant dans ces fentes. La croûte est très riche en calcaire (70 à 75 %); elle est généralement blanche à blanc-crème, avec des taches noires ; quand elle est très durcie, elle a tendance à devenir plus rose. Elle est souvent caillouteuse.

4°) Un encroûtement, qui peut également avoir 1 mètre et plus d'épaisseur. Dans sa zone supérieure, où il est en transition avec la croûte supérieure, il est finement feuilleté, puis il devient assez compact. Les encroûtements sont soit tuffeux, soit granulaires et nodulaires. Quand ils sont tuffeux, ils passent généralement en profondeur, progressivement, à un limon à taches calcaires ; quand ils sont granulaires et nodulaires, le sommet de l'encroûtement peut être tuffeux (tuff entre les granules et les nodules), et ils passent en profondeur, progressivement, à un limon à granules et nodules. Les encroûtements sont généralement blanchâtres au sommet, de plus en plus jaunes, bruns, vers la profondeur. Ils peuvent être assez durs en surface, mais ils ne sont jamais très durs. Les encroûtements très tuffeux contiennent 60 à 70 % de calcaire en surface, le taux de calcaire diminuant progressivement avec la profondeur. Les encroûtements granulaires et nodulaires contiennent, mis à part les granules et nodules, 50 à 60 % de calcaire en surface. Les encroûtements peuvent être caillouteux, mais le sont généralement moins que les croûtes.

Nous parlons de :

a) Sol sur encroûtement, quand le sol repose directement sur un encroûtement ; il n'y a ni croûte, ni dalle en surface de l'encroûtement. Cet encroûtement a généralement 20 à 50 cm d'épaisseur : sa limite supérieure est presque toujours bien marquée ; par contre sa limite inférieure est le plus souvent difficile à déterminer étant donné que le passage avec le limon sous-jacent est progressif. Sur le plan de la cartographie, il n'est pas toujours possible d'individualiser avec suffisamment de précision les sols peu épais sur encroûtements ; dans le Zebra en particulier, nous avons du faire deux complexes de sols :

.../...

- un complexe de sols bruns-rouges steppiques profonds à taches, granules et nodules calcaires, pouvant localement, sur des surfaces faibles, par accentuation de l'accumulation du calcaire, passer à des sols peu profonds sur encroûtement granulaire et nodulaire. Signalons que ce passage ne correspond pas à une augmentation très forte du taux de calcaire : ces encroûtements n'ont souvent guère plus, mis à part les granules et nodules, de 50 % de calcaire ; or l'horizon d'accumulation des sols bruns-rouges steppiques, granules et nodules mis à part, a souvent, dans ces zones de complexes de sols, 40-45 % et même plus de calcaire. C'est donc plus une raison de physique du sol qui nous a amené, très souvent, à séparer les sols profonds des sols sur encroûtements, ces derniers présentant un horizon d'accumulation du calcaire (l'encroûtement), plus dur, plus compact, commençant plus brutalement.

- un complexe de sols peu profonds sur croûte tendre peu épaisse ou sur encroûtement, dont nous reparlerons un peu plus loin. Dans le Bou-Areg, par contre, la topographie étant plus régulière, il a été possible de séparer les sols sur encroûtements des sols profonds d'une part, des sols peu profonds sur croûte tendre peu épaisse d'autre part.

b) Sol sur croûte tendre peu épaisse : quand le sol repose sur une croûte ayant le plus souvent 10 à 25 cm d'épaisseur, quelque fois moins, quelque fois un peu plus ; croûte généralement pas très dure et qui n'est jamais surmontée par une dalle compacte. Elle est par contre assez souvent coiffée par une dalle rubannée mais qui n'est jamais très épaisse (2 cm maximum) et qui est généralement très brisée. La croûte elle-même repose sur un encroûtement passant progressivement en profondeur à un limon à taches ou à granules et nodules. L'ensemble croûte plus encroûtement a une épaisseur très variable : 20 à 70 cm, le plus souvent 30 à 50 cm.

Signalons qu'il peut y avoir plusieurs croûtes superposées, séparées par des zones non encroûtées ; c'est ce que l'on trouve souvent très près des montagnes quand les dépôts qui sont encroûtés sont très caillouteux.

.../...

Les croûtes peuvent localement disparaître très rapidement ; de même les encroûtements peuvent localement et rapidement se recouvrir d'une croûte. Il suffit d'un changement de relief souvent insignifiant, d'un changement de granulométrie, pour que l'on passe de l'un à l'autre. Il aurait donc été dans la plupart des cas très difficile de tracer des limites précises entre les sols sur croûtes et les sols sur encroûtements, et cela aurait beaucoup surchargé les cartes : d'où le complexe de sol que nous avons déjà cité plus haut. Signalons que même dans les zones que nous avons cartographiées en croûte, il est probable qu'il existe de petites plages où il n'y a seulement que l'encroûtement ; de même, dans le Bou-Areg, à l'intérieur des zones cartographiées en sols sur encroûtement, il y a quelques petites taches où l'encroûtement se coiffe d'une petite croûte.

c) Sol sur croûte dure épaisse, avec dalle épaisse en surface,

quand le sol repose sur une croûte ayant généralement 60 cm à plus d'1 mètre d'épaisseur. Cette croûte est très dure en surface et est surmontée soit d'une dalle rubannée très épaisse (plusieurs centimètres) généralement assez continue, soit d'une dalle compacte très dure, très continue, pouvant avoir jusqu'à 20 cm d'épaisseur. La croûte elle-même repose sur un encroûtement pouvant avoir 30 cm à plus d'un mètre d'épaisseur.

Signalons qu'il est fréquent de trouver une croûte tendre de 20 à 50 cm d'épaisseur posée par dessus la dalle.

B.- Description des sols peu épais sur croûtes ou encroûtements calcaires

Ces sols ont donc 25 à 50 cm d'épaisseur, le plus souvent 30 à 40 cm. Signalons que sur les grands plateaux situés dans le Secteur Est de la plaine du Zebra, que nous avons cartographiés en sols peu épais sur croûte dure épaisse avec dalle, les sols peuvent avoir localement, une épaisseur plus grande : 60 - 70 cm. D'autre part, dans la

.../...

plaine du Gareb, les sols sur encroûtement ou croûte tendre peu épaisse sont dans l'ensemble un peu plus épais que dans le Bou-Areg et le Zebra 40 à 60 cm.

a) Calcaire : en dehors de quelques sols assez peu répandus, ces sols sont toujours très calcaires dès la surface : 15 à 25 %. Le taux de calcaire augmente généralement progressivement avec la profondeur pour atteindre 30 à 40 % au contact de la croûte ou de l'encroûtement. Il existe cependant des cas (rendzines et sols bruns calcaires renziniformes) où le sol est iso-calcaire : 20 à 30 % sur l'ensemble du profil. Très souvent, en particulier dans les sols sur encroûtement, il y a des taches et même des granules calcaires à partir de 20 - 40 cm de profondeur.

Les sols peu calcaires sur croûte tendre ont 0 à 10 % de calcaire en surface, 10 à 30 % en profondeur au niveau de la croûte ; ils contiennent souvent des taches et granules en profondeur.

b) Granulométrie : les sols sur encroûtements ne sont généralement pas ou peu caillouteux ; ils le sont cependant dans deux cas : d'une part dans les plaines du Zebra et du Gareb, dans les zones proches des montagnes, là où ils sont, dans le Zebra, en mélange avec des sols bruns-rouges steppiques profonds à taches granules et nodules ; d'autre part, dans le Zebra et le Bou-Areg, quand il s'agit de sols peu calcaires en surface. Par contre, les sols sur croûtes sont presque toujours caillouteux, et généralement d'autant plus que la croûte est plus dure. Très souvent, en particulier ceux sur croûte dure épaisse avec dalle, les sols sont extrêmement caillouteux.

Dans la terre fine, il y a généralement, 10 à 25 % d'argile en surface, 20 à 30 % en profondeur ; 35 à 50 % d'argile plus limons en surface, 40 à 60 % en profondeur ; le reste est essentiellement composé de sables fins. Dans les rendzines et les sols bruns-calcaires renziniformes, le taux d'argile est le même en surface qu'en profondeur 20 à 30 %.

.../...

c) Structure : elle est nuciforme ou polyédrique à nuciforme en surface, polyédrique assez fine en profondeur. Quelque fois, en particulier dans les sols sur encroûtement, une structure légèrement polyédro-cubique à facettes lisses apparaît en profondeur. Dans les rendzines, elle est généralement finement grenue sur l'ensemble du profil. La stabilité structurale est faible, surtout en surface, mais d'une façon générale elle est un peu meilleure que dans les sols profonds Is de 2 à 5.

d) Porosité : elle est bonne jusqu'à la croûte. La porosité des dalles est nulle : l'eau ne peut pénétrer que par les zones où la dalle est brisée. La porosité des croûtes est également nulle ou très faible, l'eau ne pouvant pénétrer que par les fentes qui généralement, quand la croûte est assez épaisse, ne la traversent pas entièrement ; l'eau ne peut donc circuler facilement que sub-horizontalement, entre les feuilletts de croûte. La porosité des encroûtements est assez variable mais dans l'ensemble assez faible.

e) Capacité de rétention : elle est de 20 à 25 % dans le sol situé au-dessus de la croûte ou encroûtement.

f) Perméabilité : elle est toujours très forte dans les sols. Dans les croûtes, la perméabilité dépend avant tout de la surface de ces croûtes ; si cette surface est une dalle continue où une croûte très dure non brisée, la perméabilité sera bien entendu nulle : les irrigations sans défoncement préalable (défoncement qui est dans ce cas généralement impossible à réaliser) provoqueront rapidement une hydromorphie juste au-dessus de la croûte ; si par contre cette croûte est très brisée en surface, l'eau pénétrera plus facilement et circulera ensuite (probablement très lentement) entre les feuilletts de croûte. La perméabilité des encroûtements dépend beaucoup du type d'encroûtement : s'il s'agit d'un encroûtement granulaire ou nodulaire relativement peu tuffeux, la perméabilité pourra être forte (5-10 cm/h) Au contraire s'il s'agit d'un encroûtement tuffeux, compact, la perméabilité sera dans l'ensemble beaucoup plus faible. Mais qu'il s'agisse d'une croûte ou d'un encroûtement granulaire, nodulaire ou tuffeux,

.../...

il faut se souvenir, que la limite entre le sol supérieur et la croûte ou l'encroûtement est toujours brutale : il y a là une discontinuité qui gêne toujours la circulation de l'eau si des défoncements et des sous-solages ne sont pas effectués.

g) Matière organique : il n'y en a, le plus souvent, pas plus de 1,5 à 2 % en surface et c'est donc peu.

En profondeur, au contact de la croûte ou de l'encroûtement, le taux est assez variable, mais le plus souvent il y en a encore beaucoup 0,7 à 1,0 % et plus. Puis c'est la chute brutale : même quand l'encroûtement est de faible puissance, la matière organique tombe le plus souvent à moins de 0,3 - 0,4 % ; ceci prouve bien que l'encroûtement, même quand il est faible, est un obstacle physique à la pénétration des racines.

h) Éléments fertilisants : les sols sont pauvres en azote et phosphore, riches en potassium sauf en potassium assimilable dans l'encroûtement.

C.- Les limons situés sous les croûtes et encroûtements

a) Calcaire : son taux diminue avec la profondeur. Juste sous l'encroûtement, il est en général encore de 40 à 50 %, puis il diminue rapidement à 20 - 30 %. Il y a toujours des taches et souvent des granules et nodules.

b) Granulométrie : ces limons sont assez souvent fortement caillouteux ; le plus souvent ils sont au moins graveleux et finement caillouteux. Les lits de cailloux sont assez fréquents. Dans la terre fine, il peut y avoir 20 à 40 % d'argile, 50 à 80 % d'argile plus limon. C'est donc très variable.

c) Structure : presque toujours polyédrique ; souvent polyédro-cubique à facettes lisses. La stabilité structurale est faible.

.../...

d) Porosité : bonne

e) Capacité de rétention : 20 à 25 %.

f) Pernéabilité : généralement forte.

D.- La salure et l'alcalisation des sols peu épais, des croûtes et des limons sous-jacents

Les sols peu épais situés sur croûte ou encroûtement ne sont généralement ni salés ni alcalisés, sauf en profondeur, près de la croûte, où ils peuvent être, mais assez rarement, légèrement salés (2 à 2,5 o/oo), et où ils sont, plus généralement, alcalisés.

Par contre, les croûtes, et surtout les encroûtements et les limons sous-jacents, sont toujours alcalisés et sont souvent très fortement salés (plus de 3 o/oo ; souvent plus de 5 o/oo). Ce n'est que dans le secteur Nord de la Plaine du Zebra près de la chaîne des Kebdana, dans les sols sur encroûtement du Bou-Areg, et dans quelques secteurs du Garab, que l'on trouve des encroûtements et limons sous-jacents peu non salés.

E.- Aménagement des sols peu profonds

Avant d'entamer ce paragraphe, nous voulons souligner la difficulté qu'il y a quelque fois à classer certaines croûtes calcaires soit dans la catégorie des croûtes tendres donc facilement défonçables, soit dans la catégorie des croûtes dures donc très difficilement défonçables. Nous avons pensé faire une 3ème catégorie : croûtes difficilement défonçables mais que l'on pouvait quand même tenter de

.../...

défoncer ; cela aurait trop compliqué notre cartographie, n'aurait pas tellement facilité notre travail, et de toutes façons il n'y aurait pas eu tellement de croûtes à classer dans cette catégorie.

La mise en valeur des sols peu profonds sur encroûtement ou croûte, exige :

- a) le défoncement et l'épierrage des croûtes ;
- b) le sous-solage des encroûtements ;
- c) le dessalage, la désalcalisation, la stabilisation de la structure, du sol et du sous-sol.

Nous reparlerons dans la 2ème section de ce chapitre consacré aux sols, de l'aménagement de ces sols peu profonds. Il nous faut cependant souligner dès maintenant les points suivants :

1º) Le défoncement n'est à faire que sur les sols sur croûte tendre peu épaisse. Dans les sols sur croûte dure il est, à notre avis, impossible, à moins de mettre en oeuvre des moyens démesurés. Dans les sols sur encroûtement, il est à déconseiller car il entraîne la remontée dans le sol superficiel de grandes quantités de calcaire.

2º) L'épierrage n'est à effectuer que dans les sols sur croûte tendre peu épaisse, après défoncement ; superficiellement dans les sols sur croûte dure ; dans les sols sur encroûtement quand ils sont caillouteux : dans ce dernier cas, cet épierrage, peu important, peut être laissé aux soins des agriculteurs.

3º) Le sous-solage sera probablement nécessaire dans les sols sur encroûtement d'une part, dans les sols sur croûte tendre d'autre part (après le défoncement).

En ce qui concerne le dessalage, la désalcalisation, la stabilisation de la structure des sols et surtout des sous-sols, c'est, à peu près partout, le problème majeur à résoudre avant la mise en place d'une agriculture irriguée intensive. Et nous pensons qu'il sera pour ces sols encroûtés plus délicat et plus long à résoudre que dans la plupart des sols profonds.

.../...

Voyons maintenant rapidement quelles sont les cultures possibles sur l'ensemble de ces sols peu profonds.

a) Les sols sur encroûtement : dans les zones où ces sols prédominent nettement sur les sols sur croûte tendre, zones dont les limites devront être précisées par un tri des sols à l'échelle du 1/5.000^e, il est possible de prévoir, une fois l'alcalisation et la salure supprimées, des cultures très variées, à condition qu'elles soient résistantes au calcaire actif (un arbre comme l'oranger est à proscrire) et que la fertilité soit maintenue par des cultures fourragères fréquentes et des apports massifs de fumier. Par contre, pour les zones où les encroûtements couvrent de faibles surfaces en mélange avec des croûtes, il faut prévoir les mêmes assolements que ceux prévus pour ces dernières.

b) Les sols sur croûte tendre peu épaisse : Ces sols ont avant tout une vocation maraîchère (primeurs, ces sols se réchauffant probablement rapidement au printemps), céréalière, fourragère (prairies temporaires à base de graminées et légumineuses) et arboricole : olivier dans le Zebre et le Gareb, (dans le Bou-Areg, le climat est probablement trop humide), abricotier et vigne. Comme culture industrielle, seul le coton sera intéressant, mais il ne donnera des résultats valables que si les défoncements sont parfaitement réalisés. La betterave est à déconseiller du moins tant que les sols ne seront pas parfaitement défoncés et épierrés.

c) Les sols sur croûte dure épaisse avec dalle : en dehors de la salure et de l'alcalisation, la mise en valeur de ces sols est limitée par :

- la profondeur;
- l'abondance des cailloux, qu'on ne peut pas enlever sans diminuer la profondeur ;
- Le drainage : les croûtes et dalles sont très imperméables et leur surface a un micro-relief très accentué ; sous irrigation, un risque de voir se constituer rapidement, au contact de la dalle, des

.../...

poches d'hydromorphie permanente. D'autre part, ce manque de drainage interdit toute possibilité de lessivage des sels et de désalcalisation.

Ces sols ne peuvent donc être consacrés qu'à des cultures à enracinement peu profond, adaptées à des sols caillouteux, peu exigeantes en eau et résistantes à la salure : étant donné que pour éviter l'hydromorphie en profondeur il faudra apporter des doses d'eau faibles, il y aura assez rapidement, l'eau de la Moulouya étant assez salée, augmentation de la salure des sols.

Par un travail de tri des sols à l'échelle du 1/50000 (un trou tous les 100 à 150 m), on pourra distinguer dans ces sols trois catégories :

1^{re}) les sols ayant moins de 30 cm d'épaisseur, ou ceux très caillouteux ayant 30 à 50 cm d'épaisseur ; ces sols doivent être consacrés aux arbres forestiers : Eucalyptus, Pin d'Alep qu'il faudra planter dans des trous creusés à l'explosif, la profondeur des trous dépendant de l'épaisseur de la croûte. Ces arbres devront être irrigués en hiver. On pourra également essayer certains arbres fruitiers comme l'amandier, le caroubier, le figuier, qu'il faudra planter, comme les arbres forestiers, dans des trous creusés à l'explosif, et qu'il faudra irriguer en hiver. On pourra également essayer de créer, entre les arbres, des prairies permanentes à base de plantes peu exigeantes en eau, à enracinement fasciculé peu profond ; dans son rapport sur la plaine des Triffa, BEUSH propose des espèces qu'il serait intéressant d'essayer : *Pennisetum Villosum*, *Oryzopsis miliacea*, *Dactylis glomerata*, *Cenchrus ciliata*.

2^e) Les sols ayant soit 30 à 50 cm d'épaisseur mais n'étant pas caillouteux ; soit 50 à 80 cm d'épaisseur (avec souvent une croûte tendre en profondeur), mais étant fortement caillouteux à partir d'une profondeur inférieure à 40 cm. Ces sols peuvent recevoir en plus des arbres et des prairies permanentes, des cultures de céréales et des plantations de vigne.

3^e) Les sols ayant 50 à 80 cm d'épaisseur et n'étant pas caillouteux sur les 40 premiers centimètres ; ces sols, assez peu nombreux, ont souvent un encroûtement ou une croûte tendre entre 40 et 80 cm. Ils pourraient être consacrés à une agriculture plus intensive : maraîchage,

.../...

coton, betterave, prairies temporaires. Nous conseillons cependant une très grande prudence, les risques d'hydromorphie, d'augmentation de la salure, d'épuisement des sols, étant grands. Il serait préférable de les cultiver comme les sols de la catégorie précédente.

L'ensemble de ces sols peu épais sur croûte dure épaisse avec dalle ne doit donc pas faire l'objet d'un équipement hydraulique coûteux, mais seulement d'un équipement sommaire permettant de faire quelques irrigations d'automne, d'hiver et de printemps, époques à laquelle on ne manque pas d'eau.

o

o o

Nous avons classé en catégorie 2 les sols sur encroûtements non salés, quand ils couvrent des surfaces importantes (Bou-Areg). Nous avons classé en catégorie 3, d'une part les sols sur croûte tendre, d'autre part les sols sur encroûtement couvrant de faibles surfaces. Dans les plaines du Zebra et du Gareb, nous les avons classés en catégorie 3c quand ils ne sont pas salés, en catégorie 3 d, quand ils le sont. Enfin nous avons classé en catégorie 4 les sols sur croûte dure épaisse : sols ne pouvant recevoir qu'une agriculture irriguée très extensive.

Nota : Dans la plaine du Bou-Areg, les thalwegs qui ont entaillé profondément les surfaces villafranchiennes, font apparaître sous les dalles calcaires, des limons plus ou moins encroûtés. Les écoulements y ont d'autre part installé un système de terrasses rudimentaires. On peut ainsi observer un ensemble assez varié de sols qui ont comme caractéristiques communes d'être profonds, souvent encroûtés et caillouteux, assez peu évolués, et à pente forte. C'est ce que nous avons appelé : complexe des sols des thalwegs.

.../...

Ces thalwegs ont généralement 100 à 200 m de large. Compte tenu de la faible superficie qu'occupent ces sols (189 hectares), de leur situation au milieu de zones non irrigables (sols squelettiques sur croûte épaisse), de leur pente et de leur richesse en cailloux, il paraît difficile d'envisager leur irrigation.

En aménageant des petites banquettes, on peut proposer d'y faire des plantations d'amandiers, caroubiers, figuiers, Eucalyptus ou Pins d'Alep.

Ces sols ont été classés en catégorie 4.

DEUXIEME SECTION : MISE EN VALEUR

Ayant passé en revue, dans la première section de ce chapitre, les différents types de sols, en insistant à chaque fois sur leurs qualités, leurs défauts, leur fertilité et leurs vocations, nous allons maintenant procéder à une synthèse de toutes ces données. Cette synthèse nous amènera à souligner les principaux problèmes que pose la mise en valeur des sols des trois plaines étudiées ; à souligner également les exigences de ces sols si on désire obtenir une production importante pendant de longues années ; à proposer quelques solutions à ces problèmes et ces exigences. Tout ceci nous conduira enfin à parler du nivellement des sols, à énumérer les cultures possibles, et à résumer le classement des terres irrigables que nous avons adopté.

.../...

I.- LES PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES SOLS ET LEURS INFLUENCES
SUR LA MISE EN VALEUR

A.- La salure et l'alcalisation

a) Les sols salés et alcalisés en profondeur
(voir pièce n° II-9-3, en annexe)

En introduction à ce chapitre et tout au long de la description des divers types de sols, nous avons déjà longuement insisté sur la gravité des problèmes posés par la présence de sels dans la plupart des sous-sols du Zebra et dans quelques sous-sols encroûtés du Gareb et du Bou-Areg, et surtout par la présence de sodium et de magnésium sur le complexe adsorbant de presque tous les sous-sols du Zebra et du Gareb et sur celui de quelques sols du Bou-Areg, sous-sols qui sont généralement fortement argileux. C'est de la résolution possible ou non de ces problèmes, qui sont à la fois techniques et économiques, que dépend avant tout l'avenir et l'économie du projet de mise en valeur.

Les solutions de problèmes aussi complexes ne pouvant être recherchées que dans les résultats d'une expérimentation sur le terrain, une station expérimentale d'une certaine importance (trois hectares, 144 parcelles) fut lancée dans la plaine du Zebra en Juin 1961. Bien que la mise en route de cette station ait été précédée par plus d'une année d'essais à très petite échelle, sur le terrain et au laboratoire, il est bien sûr encore beaucoup trop tôt pour pouvoir tirer des conclusions importantes à partir des quelques résultats déjà obtenus.

Voyons cependant quels sont ces premiers résultats.

1°) Le dessalage : sur les petites parcelles de luzerne, irriguées depuis Février 1960, par camion citerne, il a fallu un an, soit 20.000 m³ pour dessaler le sol sur

un mètre d'épaisseur. Etant donné la salure de l'eau de la Moulouya, le dessalage n'est pas total : malgré des doses d'eau énormes, l'équilibre s'établit à 1,5 - 2 o/oo en surface (il s'agit de calants), à 1,0 o/oo en profondeur.

Sur la Station Expérimentale, les essais de submersion ont été un succès sur les sols profonds : avec 5.000 m³/Ha, la salure a été ramenée à 1 o/oo sur plus d'un mètre d'épaisseur. Dans les sols sur croûte, ce succès a été moins total, surtout moins régulier : on trouve encore fréquemment en profondeur des salures de 2 à 3 o/oo. Sans submersion préalable, sous luzerne billonnée (petits billons : 33 cm du sommet d'un billon à l'autre), ayant reçue de Juillet à Mars 1962 (8 mois d'irrigation) environ 14.000 m³, la salure a nettement diminué en profondeur; elle est tombée en moyenne à 2 à 3 o/oo à partir de 60 cm de profondeur; sous culture billonnée de coton suivie d'une betterave, ayant reçu de Juin à Mars 1962 (9 mois d'irrigation) environ 10.000 m³, le dessalage s'est également effectué, mais un peu moins bien.

Donc le dessalage des sols en profondeur n'est pas difficile ; on peut l'effectuer très rapidement par submersion, ou bien plus lentement, sous culture résistante au sel (Plantes fourragères, coton, betterave) avec des doses d'irrigation assurant un bon drainage à chaque irrigation. Ce dessalage semble cependant un peu plus difficile, moins régulier, dans les croûtes et encroûtements calcaires qui ont pourtant été assez bien défoncés par deux passages croisés d'un roter léger à 3 dents.

29) La désalcalisation : sur les petites parcelles de luzerne, irriguées depuis Février 1960 il semble que, par la seule action de l'eau de la Moulouya qui est riche en sulfate de calcium, la désalcalisation sodique soit à peu près terminée jusque vers 60 cm de profondeur, et bien entamée au-dessous. Par contre l'alcalisation magnésienne ne semble pas avoir le moindrement évolué : elle aurait même eu tendance à augmenter, l'eau de la Moulouya étant riche en magnésium.

Sur la Station Expérimentale, pour accélérer la désalcalisation sodique qui est longue et pour provoquer la désalcalisation magnésienne, une méthode d'apport de gypse fin dans l'eau d'irrigation est essayée, l'expérience ayant montré que la méthode classique

.../...

d'apports de gypse en surface ne donnait aucun résultat. Il semble que cette nouvelle méthode donnera des résultats intéressants ; il est cependant encore beaucoup trop tôt pour se prononcer. Signalons seulement les difficultés auxquelles on se heurte pour dissoudre le gypse dans l'eau ; et pourtant l'apport n'est que de 0,6 Gr/Litre.

3^e) La Structure : sur la Station Expérimentale, aucune observation sur l'évolution de la structure des horizons de profondeur n'a encore été faite.

Sur les petites parcelles de luzerne irriguées depuis deux ans, quelques observations ont déjà pu être faites ; elles sont cependant encore très limitées et il faut être très prudent dans leur interprétation. Signalons une baisse certaine de la perméabilité des horizons de profondeur et une modification probable de la structure des horizons profonds ; il semble que cette structure commence à se dégrader, les indices étant une augmentation de l'instabilité structurale et une légère augmentation de la capacité de rétention.

4^e) Les cultures : le coton et la luzerne donnent d'excellents résultats. Malgré un semis tardif (1^{ère} quinzaine de Juin), un rendement moyen de 15 quintaux/Ha en coton Egyptien a été obtenu. Pour la luzerne les coupes sont actuellement de 5 à 8 tonnes/Hectare. (environ 10 coupes par an).

La betterave, par contre, donne des résultats très médiocres (15 à 20 tonnes/hectare) : les racines sont souvent très irrégulières, couvertes d'un chevelu dense de radicelles et elles sont très riches en sucres ; ce sont autant de signes qui prouvent qu'elles souffrent. Est-ce du à l'alcalisation ? Sur les sols profonds non alcalisés, les résultats sont nettement meilleurs : 30 à 50 tonnes/Ha ; racines très régulières.

Depuis peu, des essais de napier et de bersim ont été entrepris.

L'ensemble de ces résultats permet peut-être de montrer un certain optimisme. Il faut cependant rester très prudent : si de

.../...

graves ennuis, concernant en particulier le drainage, doivent un jour se produire, ce n'est pas dans un an ou deux que l'on pourra s'en rendre compte, mais peut-être seulement d'ici cinq ou dix ans. Doit-on pour autant attendre si longtemps avant de mettre au point un avant projet de mise en valeur pour les plaines du Zebra et du Gareb ? Ce n'est pas ici, dans ce chapitre, que l'on peut répondre à cette question, d'autres facteurs techniques et économiques devant être pris en ligne de compte. Nous pensons cependant que lorsque dans deux ans, au plus tôt, il sera possible de commencer l'irrigation de la plaine du Zebra, il faudra le faire, en commençant par les secteurs Nord de la plaine où les conditions topographiques sont les meilleures et où il existe à la fois des sols très mauvais et des sols très corrects. D'ici là l'expérimentation aura déjà donné des résultats importants sur l'évolution des sols et les cultures possibles : un assolement améliorateur, probablement à base de nombreuses cultures fourragères, et exigeant des apports massifs de fumier et un travail du sol très soigné, pourra être proposé. Mais d'ici là, nous tenons à souligner, on ne saura toujours pas avec précision, si, à longue échéance le projet de mise en valeur du Zebra et surtout celui, plus coûteux du Gareb, seront rentables : ce n'est que dans plusieurs années, quand les sols auront évolué dans un sens favorable ou non, quand on saura si l'amélioration permet l'installation d'une agriculture intensive normale, quand on connaîtra les moyens nécessaires à cette amélioration, que l'on pourra se prononcer.

b) Les sols halomorphes du Bou-Areg

Dans le paragraphe consacré à la description de ces sols, nous avons déjà assez longuement parlé des méthodes qu'il faudrait appliquer pour améliorer ces sols. Rappelons seulement que nous pensons que seuls les sols situés au-dessus de la côte 4 mètres, donc une partie seulement des sols peu salés à alcalis, méritent que l'on s'attache à leur amélioration par l'installation d'un réseau de drainage qui pourra être mis à une profondeur suffisante, par un travail intensif du sol en profondeur et en surface qui permettra de limiter l'évaporation et facilitera le drainage, par des lessivages avec des doses répétées de 2.000 - 3.000 m³/Ha, par des apports massifs de gypse (20 tonnes/Ha) et de fumier, par l'introduction de cultures fourragères améliorantes de la structure (bersim, graminées). Pour les sols situés en aval de la côte 4m,

.../...

pour lesquels le drainage à la profondeur minimum nécessaire 2,50-3m semble impossible, nous conseillons de les abandonner à des près-salés.

c) Les sols irrigués du Bou-Areg et du Gareb

Sur la carte de tri des sols du Bou-Areg (pièce n° II-9-6 en annexe) et, pour le Gareb, sur la pièce n° II-9-4, les zones irriguées localement par des pompages dans les nappes phréatiques ont été délimitées. Dans ces zones, les sols (environ 4.000 Ha dans le Gareb et 2.000 Ha dans le Bou-Areg) ont été plus ou moins profondément dégradés par 10 à 20 ans d'irrigation à l'aide d'une eau souvent fortement salée et toujours très alcalisante.

Cette dégradation consiste :

1°) En une destruction de la structure superficielle du sol sur 20 à 30 cm d'épaisseur : il y a élargissement de cette structure (tir-sification) et augmentation de la compacité. Les sols les plus sensibles à ce phénomène sont ceux qui sont peu ou non calcaires en surface.

2°) En une augmentation de la salure du sol, surtout en surface : en fin de saison des pluies, elle atteint 1 à 4 o/oo; ce n'est donc pas énorme ; mais il est probable qu'elle est nettement plus forte en fin de saison sèche.

3°) En une alcalisation de l'ensemble des sols ; il y a généralement 10 à 25 % de sodium sur le complexe adsorbant, les sols argileux et peu calcaires étant les plus sensibles à ce phénomène.

Il est intéressant de signaler que c'est sous luzerne, irriguée en bassins et exigeant de grosses quantités d'eau toute l'année, que la dégradation est, de loin, la plus violente.

Cette dégradation n'est donc pas, dans l'ensemble, catastrophique. Vues les qualités de l'eau de la Moulouya, et à condition de prendre certaines précautions (apports de fumier, travail du sol, cultures fourragères, irrigations à la raie ou par aspersion) ces sols doivent s'améliorer rapidement.

.../...

B.- Le calcaire

Le calcaire, sur le plan de son importance agronomique se présente dans les sols, essentiellement sous deux formes :

- le calcaire fin, (en particules inférieures à 2 mm), intimement mélangé aux autres constituants du sol ; c'est en gros, celui que l'on dose ; quand on fait une analyse de calcaire total ;

- les dalles, croûtes et encroûtements.

Voyons quelles sont les influences de ces deux formes sur la mise en valeur.

a) Le calcaire fin

Nous avons vu que la très grande majorité des sols sont fortement calcaires dès la surface (plus de 10 %, souvent plus de 15 %) et que les taux de calcaire sont presque toujours supérieurs à 20 % dès 30-40 cm de profondeur, atteignant facilement des valeurs de 30 à 50 % vers 50 - 80 cm de profondeur.

Une grande proportion de ce calcaire étant actif, c'est-à-dire suffisamment fin pour avoir une action sur la vie des plantes, il faut en tenir compte pour le choix des cultures et surtout des variétés. Cela limite en particulier les possibilités de l'arboriculture et tout spécialement celles de l'oranger.

D'autre part, cette richesse en calcaire, associée aux pH élevés, posera assez rapidement des problèmes de fertilisation assez graves : celui des oligo-éléments qui sont dans ces sols en grande partie inassimilables ; des carences risquent de se produire, en particulier sur les arbres fruitiers, carences qui sont toujours difficiles à étudier avec précision et difficiles à éliminer.

.../...

b) Les dalles, croûtes et encroûtements

La présence dans le sol de cette accumulation de calcaire sous une forme plus ou moins durcie et à faible profondeur, impose avant toute mise en valeur, la réalisation de certains travaux d'aménagements internes qui sont : le défoncement, l'épierrage et le sous-solage.

1°) Le défoncement et l'épierrage : ce travail n'est à effectuer que lorsqu'il s'agit de croûtes tendres peu épaisses.

Sur les croûtes dures épaisses, ce travail n'est pas à entreprendre car, à moins d'utiliser des moyens énormes et très coûteux, il est impossible. Nous mettons en garde les responsables de la mise en valeur qui ont déjà tenté de défoncer de telles croûtes et qui croient avoir réussi. Le résultat du passage d'un roter dans les sols peu profonds sur croûte dure avec dalle, est en effet très impressionnant : l'engin sort du sol des blocs de dalle souvent énormes ce qui fait croire que la croûte est défoncée. Or il n'en est rien : les blocs sortis étaient dans le sol peu profond ; la dalle compacte et continue, n'a pas été touchée ; si cette dalle n'existe pas, la croûte très dure elle-même reste intacte. La dalle ou la croûte dure a pu cependant être légèrement ébranlée, et on peut penser qu'en effectuant plusieurs passages croisés du roter on pourrait quand même réussir à les percer. Mais rappelons que ces croûtes ont un minimum de 60 cm d'épaisseur, et que généralement elles ont plus d'un mètre d'épaisseur. En comptant les 30 ou 40 cm de sols qui sont au dessus, il faudrait donc pour traverser toute la croûte, utiliser des engins travaillant au minimum à 120 - 130 cm : c'est impensable dans un matériel aussi dur.

Le seul résultat important du passage du roter est donc de faciliter l'épierrage du sol peu profond. Or nous déconseillons absolument cet épierrage qui amincira le sol, souvent de moitié, facilitera son tassement, rendra encore beaucoup plus difficile un drainage déjà problématique. Seul doit être effectué un épierrage superficiel afin de faciliter les façons culturales.

Sur les encroûtements, le défoncement avec un roter ne devrait également pas être effectué ; en effet le résultat est souvent de remonter dans le sol superficiel des morceaux de l'encroûtement sous-jacent, ce qui serait à éviter. Cependant étant donné que souvent :

../...

les encroûtements et les croûtes tendres passent latéralement en permanence de l'un à l'autre, il n'est pas possible de conseiller dans tous les cas de limiter les défoncements aux seules croûtes tendres ; cela exigerait d'abord une cartographie très précise, ensuite un travail du roofter extrêmement délicat. Nous conseillons cependant qu'une cartographie de tri des sols au 1/5.000^e soit effectuée dans tous les sols prévus pour le défoncement. Cette cartographie permettra de différencier des zones où les croûtes tendres sont majoritaires et des zones où au contraire, les croûtes sont rares, les sols peu profonds étant le plus souvent directement sur encroûtement : le défoncement ne sera pas à effectuer dans ces zones à encroûtement majoritaire.

Sur les croûtes tendres le défoncement doit atteindre au minimum la profondeur de 70 cm, l'idéal étant 80 cm : c'est en effet entre 60 et 80 cm que se trouve la base de la plupart des croûtes (encroûtement non compris). Pour atteindre ces profondeurs, il faut travailler avec des engins très lourds : 6 à 7 tonnes, ayant au maximum 2 dents (et non 3) de 90 cm de long (pour tenir compte du fait que la terre est "soufflée" en surface par le passage de la dent). Nous avons pu observer que des défoncements faits avec des engins de 3 - 4 tonnes et à trois dents, n'ont donné que des résultats très médiocres : la profondeur du travail a rarement dépassé 50 cm ; les croûtes n'ont donc été qu'effleurées, elles n'ont jamais été défoncées.

Le défoncement à 2 dents doit être fait "à cheval" afin de faire le travail de la 3^e dent qui manque ; d'autre part, afin de faire un travail vraiment efficace, nous conseillons deux passages croisés, le deuxième passage devant être fait parallèlement aux courbes de niveaux ; un premier épierrage doit être effectué entre les deux passages croisés.

Les défoncements doivent naturellement être suivis d'un travail d'épierrage. Ce travail sera très long : il sera à reprendre après chaque travail du sol, ceci pendant de nombreuses années.

2/Le sous-solage : ce travail, qui a pour but de faciliter la pénétration de l'eau et surtout des racines, d'atténuer la discontinuité que constitue le sommet d'une croûte ou d'un encroûtement, doit suivre le défoncement. Sur les encroûtements, c'est en principe le seul travail à réaliser quand ils couvrent des surfaces suffisamment importantes qui permettent d'éviter le défoncement (~~de sous-solage~~).

devra également être effectué dans les zones du Zebra où les encroûtements n'ont pas été séparés des sols profonds, ceci après un tri des sols au 1/5.000^e). La profondeur du sous-solage devra être au minimum de 100 cm : l'idéal serait 120 cm. Enfin c'est un travail qui, étant donnée l'instabilité structurale, sera probablement à refaire assez souvent.

C.- La granulométrie

Nous voulons, sous cette rubrique, simplement rappeler trois points :

1^o) L'accumulation d'argile en profondeur dans presque tous les sols. Cette accumulation est très gênante quand il s'agit d'argile alcalisée : nous ne reviendrons pas sur ce sujet déjà longuement exposé. Cette accumulation est également gênante quand elle commence trop brutalement (sols châtaîns, sols bruns-jeunes sur sol tirsifié), gênante pour la pénétration de l'eau et des racines : des sous-solages profonds seront probablement nécessaires.

2^o) Certains sols profonds, près des montagnes, sont caillouteux en surface; des épierrages seront donc nécessaires; mais étant donné qu'ils ne seront jamais énormes, ils pourront être réalisés par les propriétaires.

3^o) L'existence de niveaux caillouteux à l'intérieur des sols. La présence de ces lits de cailloux sera à la fois bénéfique et néfaste. Bénéfique, car dans la mesure où ils sont continus, ces niveaux faciliteront le drainage ; d'autre part, séparant généralement deux limons de granulométries différentes, ils peuvent faciliter la pénétration de l'eau dans l'horizon inférieur qui est en général le plus argileux. Néfaste pour deux raisons : il est fréquent que ces niveaux ne soient pas continus mais soient sous forme de lentilles plus ou moins proches les unes des autres mais non reliées entre elles ; ils ne peuvent alors assurer le drainage ; bien au contraire, ils peuvent favoriser, dans la mesure où l'horizon sous-jacent est assez imperméable, la formation de

.../...

poches d'eau à faible profondeur. D'autre part, quand ils sont situés à faible profondeur, ce qui est fréquent (30, 40, 50 cm), ils constituent un obstacle certain pour le développement des racines, obstacle qu'il est impossible d'éliminer.

D.- La stabilité structurale

En ce qui concerne la stabilité structurale des horizons de profondeur alcalisés, nous en avons déjà longuement parlé.

Pour les horizons de surface, il suffit de regarder l'état actuel des sols irrigués par l'eau de la Moulouya, dans la plaine des Triffa, pour se rendre compte des résultats d'une culture irriguée mal conduite sur des sols à structure superficielle instable (ce qui est le cas de tous les sols des trois plaines étudiées) : il y a d'une part destruction à peu près complète de la structure sur les 30 premiers centimètres du sol, d'autre part compactage et diminution de la porosité sur une dizaine de centimètres entre 20 et 30 cm de profondeur ; ce compactage s'accompagne presque toujours d'un noircissement (tirsification).

Pour lutter contre la dégradation de cette structure, et cette lutte est indispensable si on désire ne pas perdre une grande partie du bénéfice apporté par l'irrigation, il faudra :

1^o) Apporter beaucoup de matière organique,

2^o) Développer les cultures fourragères à enracinement fasciculé (graminées).

3^o) Intensifier les façons culturales : labours profonds plus fréquents (il faudrait un labour à 30 - 35 cm tous les deux ans, ou plutôt des griffages profonds, destinés à lutter contre le compactage en profondeur), binages beaucoup plus fréquents, si possible, tant que l'on peut entrer dans les cultures, après chaque irrigation, une fois le sol ressuyé mais non encore complètement sec et durci.

4^e) Modifier les méthodes d'irrigation dans le sens d'une réduction au strict minimum du contact direct en surface de l'eau d'irrigation avec la terre. Les irrigations par bassin, calant ou corrugation sont des méthodes très dangereuses pour les sols. L'irrigation à la raie doit être modifiée par une diminution de la largeur et un approfondissement des raies. L'irrigation idéale est, sans aucun doute, l'aspersion, si elle est bien menée (pluie fine ; débit suffisamment faible pour éviter toute accumulation d'eau en surface) ; il est certain que les rendements des cultures seraient bien meilleurs si on utilisait l'aspersion plutôt que n'importe quelle autre méthode.

E.- La capacité de rétention

Dans tous les sols, elle est étonnamment faible vue la richesse en argile des horizons de profondeur. Une série d'études, que nous ne pouvons détailler ici, nous amène à penser que ceci est du à une micro-structure particulière ; il est donc probable que la capacité de rétention augmentera lentement quand les sols seront irrigués : ce phénomène semble déjà se produire sur les parcelles que nous irriguons depuis 2 ans. Elle augmentera également par l'apport de matière organique.

F. Les perméabilités

Nous avons vu que dans l'ensemble ces perméabilités sont actuellement bonnes. Il faut cependant s'attendre à une baisse générale dès les premières années d'irrigation. Rappelons d'autre part que c'est du comportement des perméabilités en profondeur après plusieurs années d'irrigation que dépend la mise en valeur des sols salés et alcalisés du Zebra et du Gareb.

.../...

G.- La matière organique

Les taux de matière organique sont faibles dans tous les sols et il faut s'attendre, si des précautions ne sont pas prises, à ce que ces taux diminuent encore, et rapidement, sous irrigation en culture intensive. Or il est capital que tous les sols, sans exception, ne s'appauvrissent pas mais au contraire s'enrichissent en matière organique. N'oublions pas que la matière organique, apportée sous forme d'engrais vert mais surtout, c'est essentiel, sous forme de fumier :

- est indispensable pour maintenir la structure des sols en bonne condition ;

- facilitera l'alimentation des plantes en provoquant une baisse des pH et un apport d'éléments immédiatement assimilables ;

- contribuera à la désalcalisation des horizons profonds des sols du Zebra et du Bou-Areg.

- augmentera la capacité de rétention et la capacité d'échange

Nous insisterons donc une fois de plus sur l'importance qui doit être donnée dans les assolements aux cultures fourragères : elles apporteront elles-mêmes de la matière organique mais surtout elles permettront le développement d'un élevage producteur de fumier.

H.- Les éléments fertilisants

Tous les sols sont pauvres en azote et phosphore, et riches en potassium. Si donc les engrais potassiques ne sont nécessaires que sous forme d'une fumure d'entretien, par contre, des apports réguliers d'azote et phosphore sont absolument indispensables ; azote sous forme ammoniacale, le sulfate d'ammoniaque étant particulièrement intéressant étant donné son action désalcalisante, en milieu calcaire, par son

.../...

anion sulfate ; phosphore sous forme de superphosphate, ou peut-être, c'est à essayer, sous forme d'hyperphosphate. Les apports de matière organique contribueront également grandement à l'enrichissement du sol en azote, phosphore et potassium.

En ce qui concerne les oligo-éléments, rappelons les difficultés qui risquent d'apparaître étant donnée la richesse en calcaire. Enfin signalons que des carences en bore sont très probables ; nous n'avons pas encore fait de dosage de bore dans les sols mais nous en avons fait dans l'eau de la Moulouya : il n'y en a absolument pas ; les apports de bore seront donc nécessaires pour certaines cultures.

o

o o

En conclusion de cette étude des propriétés physiques et chimiques des sols, il nous faut dire quelques mots des possibilités du nivellement jugé par certains comme préalable indispensable à une irrigation correcte.

Nous avons vu que dans l'ensemble des trois plaines, la plupart des sols présentent un profil marqué par l'accentuation en profondeur de certains caractères peu favorables : calcaire, argile, instabilité structurale, salure, alcalisation, pauvreté en éléments fertilisants. Tout nivellement quelqu'il soit entraînera donc une perte de fertilité par rapprochement vers la surface, dans les zones décapées, d'horizons pauvres, et aussi par destruction de la partie humifère et vivante du sol ; il peut également entraîner une perte de fertilité dans les zones comblées par apport en surface d'une terre pauvre décapée ailleurs . Tout nivellement entraînera donc une perte de temps : le temps qu'il faut pour reconstituer les horizons de surface ; il entraînera aussi sur la moitié de la zone nivelée une baisse générale et définitive de la valeur des sols par rapprochement vers la surface des horizons profonds.

Dans le chapitre qui sera consacré aux modes d'irrigation (5^e partie, chapitre 2), nous insisterons sur le fait qu'il existe

.../...

des méthodes n'exigeant, en dehors des régallages, aucun nivellement. Pour le cas cependant où il serait quand même décidé de procéder à des nivellements partout où cela est possible, nous tenons à préciser que :

1^o) ce nivellement ne doit jamais dépasser 10 cm sur les sols profonds alcalisés ou alcalisés-salés en profondeur et sur tous les sols peu profonds ;

2^o) il ne doit jamais dépasser 20 cm sur les autres types de sol.

II.- LES CULTURES POSSIBLES

A.- Les cultures fourragères

Les cultures fourragères doivent, rappelons-le, occuper une place importante dans tous les assolements, ceci pour pouvoir produire le fumier indispensable à tous les sols et pour participer directement à la régénération de la structure et de la porosité. La place qu'elles doivent occuper est à prévoir particulièrement importante sur tous les sols salés et alcalisés en profondeur du Zebra et du Gareb ceci pendant la période d'amélioration des sols : l'idéal serait, sur ces sols salés et alcalisés, des prairies temporaires de deux à trois ans revenant tous les six ans .

Les cultures fourragères ne devront pas être la luzerne seule dont l'enracinement profond mais trop pivotant n'a qu'une action limitée sur la structure : il faut des plantes à enracinement fasciculé abondant et profond. Ce sont donc des mélanges de graminées et des mélanges graminées-légumineuses qui devront être introduits , les espèces choisies devant être résistantes à la fois à une certaine salure et au calcaire actif (ceci étant vrai pour toutes les cultures). Signalons en

.../...

particulier la fetuque élevée semée en lignes alternées avec la luzerne (*Festuca arundinacea* ; variétés : Manade de chez Vilmorin, ou S 170 Aberystwith, ou Grombalia de Tunisie).

Rappelons enfin que les sols peu profonds sur dalle épaisse pourront également recevoir des cultures fourragères spéciales ; nous en avons déjà parlé (voir p. 40)

B.- Les cultures industrielles

Tous les sols des catégories 1, 2 et 3, conviennent à la culture du coton. Il est seulement nécessaire, pour les sols peu profonds sur croûte tendre peu épaisse ou encroûtement, que les défoncements et sous-solages soient très correctement réalisés.

Pour la betterave, il semble que peu de sols puissent convenir, du moins pendant les premières années. Il faut d'abord éliminer tous les sols peu profonds sur croûte tendre qui seront trop caillouteux pendant de nombreuses années. Il faut également éliminer tous les sols profonds trop caillouteux en surface : sols rouges remaniés (Bou-Areg) ; sols châtaîns-rouges non calcaires en surface (Zebra et Bou-Areg) ; une partie des sols bruns-rouges peu calcaires en surface, en particulier tous ceux du Zebra ; une partie des sols bruns-rouges steppiques calcaires en surface (Zebra type 1) ; une grande partie des sols jeunes alluviaux. Il faut enfin peut-être éliminer ~~vus~~ les résultats médiocres obtenus à la station expérimentale du Zebra, tous les sols alcalisés en profondeur. Il reste donc peu de sols que l'on puisse dans l'immédiat consacrer à la betterave ; reste à savoir si plus tard, après épierrage et désalcalisation, ces surfaces pourront être très sensiblement augmentées.

Les autres cultures industrielles possibles sont peut être le ricin, le tournesol et le carthame. Pour le ricin il faut choisir des variétés qui soient résistantes à une certaine salure et au calcaire actif ; d'autre part il lui faut des sols profonds et parfaitement drainés.

.../...

C.- Les cultures maraîchères

Tous les sols des catégories 1, 2 et 3 conviennent à la plupart des cultures maraîchères. Seules des cultures trop sensibles aux sels, comme le haricot, ne doivent pas être généralisées. Le climat aidant, la culture des primeurs sera certainement très intéressante.

Les cultures maraîchères, nécessitant des apports de fumier importants et un travail du sol très soigné, sont des cultures améliorantes. Il est donc intéressant de les généraliser sur tous les types de sol. Cependant étant donné que la plupart de ces cultures semblent moins exigeantes que d'autres en ce qui concerne la salure, le manque de profondeur et l'excès de calcaire, c'est surtout sur des sols de catégorie 3 qu'il serait intéressant de les intensifier, les sols de catégorie 2 et 1 pouvant être consacrés à d'autres productions. En particulier sur les sols fortement salés et alcalisés du Zebra et du Gareb (catégories 3a et 3b) les cultures maraîchères pourront, pendant la période d'amélioration, être très développées en assolement avec les cultures fourragères.

D.- Les cultures céréalières

Elles peuvent être introduites sur tous les types de sols, y compris une grande partie de ceux de la catégorie 4.

Nous pensons que bien que ce soient des cultures réputées peu rentables en périmètre irrigué, il est intéressant de les introduire dans tous les assolements pour les raisons suivantes :

- pour faire du fumier, il faut de la paille ;
- ce sont des cultures peu exigeantes, pouvant profiter des reliquats de fumure ;
- grâce à leur enracinement dense et profond, elles sont amélioratrices de la structure et de la porosité ;

.../...

- elles demandent un nombre réduit d'irrigations

Les cultures de céréales constituent donc une période de repos relatif du sol, surtout au point de vue physique. Elles devront être en particulier introduites dans les assolements améliorateurs des sols salés et alcalisés du Zebra et du Bou-Areg.

E.- L'arboriculture

Les orangers sont à proscrire de tous les sols trop calcaires et trop alcalins. Seuls les sols châtains, les sols bruns rouges jeunes sur sol tirsifié et peut-être, dans le Bou-Areg, certains sols jeunes alluviaux, peuvent recevoir des plantations d'orangers.

L'olivier, du moins dans le Gareb et le Zebra où le climat doit lui convenir, peut être généralisé ; il supportera parfaitement son installation sur les sols peu profonds sur croûte tendre bien défouée.

L'abricotier et surtout la vigne doivent également pouvoir se développer parfaitement sur les sols sur croûte tendre.

Sur les sols profonds, d'autres arbres fruitiers pourraient être tentés : pommier, prunier (pruneaux).

Enfin, sur les sols peu profonds sur dalle calcaire, ce sont des arbres comme l'amandier, le caroubier, le figuier et surtout l'Eucalyptus et le Pin d'Alep qui devront être plantés, plantations qui exigeront de gros travaux de défouement à la dynamite et qu'il sera indispensable d'irriguer en hiver.

.../...

III.- CLASSIFICATION DES SOLS

Dans les pièces n° II-9-8, 9 et 10 (voir en annexe), nous avons résumé la classification pédologique et de tri des sols et rappelé les améliorations nécessaires pour chaque type de sol, le tout étant chiffré en hectares.

Rappelons rapidement en guise de conclusion les critères qui sont intervenus dans ce classement des sols en catégories 1, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, et 4 :

- 1°) La topographie : les sols ayant une pente supérieure à 3 % ont été classés en catégorie 3 ou 4 suivant la valeur de ces sols. Les sols situés dans des positions topographiques difficiles (vallées plus ou moins étroites, terrasses) ont été classés en catégorie 2, 3 ou 4 suivant les cas.
- 2°) La présence de cailloux en surface du sol : les sols profonds caillouteux en surface ont été classés en catégorie 2 (épierrage nécessaire)
- 3°) La granulométrie : les sols présentant en profondeur un horizon très argileux commençant brutalement, ont été classés en catégorie 2 (sous-solage nécessaire).
- 4°) La salure et l'alcalisation dans le Zebra et le Gareb, les sols salés et alcalisés en profondeur ont été classés en fonction de leur taux de salure et des difficultés probables d'amélioration ; les sols peu salés estimés faciles à améliorer ont été classés en catégorie 2 ; ceux très salés également estimés faciles à améliorer ont été classés en catégorie 3 a ; enfin ceux estimés difficiles à améliorer ont été classés en catégorie 3 b. Dans le Bou-Areg, les sols salés et alcalisés dès la surface ont été classés en catégorie 3 s'ils sont améliorables, en catégorie 4 si nous estimons qu'ils ne le sont pas.

.../...

5^e) Les croûtes et encroûtements : les sols peu profonds sur encroûtements ont été classés en catégorie 2 quand ils couvrent des surfaces cartographiables (Bou-Areg) ; ces sols exigent des sous-solages. Ils ont été classés comme des sols peu profonds sur croûtes tendres quand ils sont en mélange avec ces derniers.

Les sols sur croûte tendre peu épaisse ont été classés en catégorie 3 dans le Bou-Areg. Dans le Garob et le Zebra, ils ont été classés en 3 c quand ils ne sont pas salés, en 3 d quand ils le sont. Ces sols exigent des défoncements, des épierrages et des sous-solages.

Les sols sur croûte dure très épaisse ont été classés en catégorie 4.

BIBLIOGRAPHIE

- G E O F F R O Y J.L : " Etude pédologique de la partie Nord-Ouest de la
plaine du Zebra"
(Octobre 1959) avec carte pédologique au 1/20.000^e
- G E O F F R O Y J.L & R U E L L A N A. : " La plaine du Zebra, étude du milieu"
(Octobre 1959)
- M A H L E R Ph. : " Périmètre du Bou-Areg : étude pédologique"
(1960) ; avec carte pédologique, carte de salure et
carte de tri des sols au 1/50.000^e
- M A H L E R Ph. : "Plaine du Gareb : tri des sols"
(1960) ; avec carte de tri des sols au 1/100.000^e
- M A H L E R Ph. : " Note sur la salure des sols du Gareb"
(1960) avec carte de salure au 1/100.000^e
- M A S S O N I Ch. : "Rapport sur les sols de la partie Ouest de la
plaine du Zebra"
(Juillet 1962) ; avec carte pédologique au 1/20.000^e
- M A S S O N I Ch. : " La plaine du Gareb : étude pédologique"
(à paraître début 1963); avec carte pédologique,
carte de salure, et carte de tri des sols au 1/50.000^e
- R U E L L A N A. : " Etude pédologique d'une partie des terrains collec-
tifs de la plaine du Zebra"
(Octobre 1959); avec carte pédologique au 1/50.000^e
- R U E L L A N A. : " Les sols salés et alcalisés de la plaine du Zebra"
Soc. des Sci. Nat. et Phys. du Maroc ; Trav. de la
Sect. de Pédologie : Tome 13-14 ; 1958-1959.
- R U E L L A N A. : " La plaine du Zebra, secteur Nord : carte des sols
encroûtés et des sols salés et alcalisés en pro-
fondeur, au 1/20.000^e"
(Août 1960)
- R U E L L A N A. : " Note sur l'expérimentation entreprise sur les sols
salés et alcalisés de la plaine du Zebra"
(Février 1961)

.../...

R U E L L A N A.

: " Installation, mise en route et programme de la station expérimentale de la plaine du Zebra" (Juillet 1961)

R U E L L A N A.

: " Utilisation de la géomorphologie pour l'étude pédologique au 1/20.000^e de la plaine du Zebra" avec cartes géomorphologiques et pédologiques du secteur Nord de la plaine du Zebra au 1/20.000^e. Communication au colloque marocain de géographie appliquée (1er-5 Juin 1962; à paraître début 1963 dans les "Notes Marocaines")

R U E L L A N A.

: " La plaine du Zebra : étude pédologique" (en cours de parution) avec carte pédologique, carte de salure et carte de tri des sols, au 1/20.000^e

R U E L L A N A.

: " Note sur les méthodes d'irrigation" (Juin 1962)

R U E L L A N A.

: " Résumé des résultats déjà obtenus dans l'expérimentation entreprise pour la mise en valeur des sols salés et alcalisés de la plaine du Zebra" (Juin 1962)

OFFICE NATIONAL DES IRRIGATIONS

MISSION REGIONALE DE LA

BASSE MOULOUYA

RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT

DE LA RIVE GAUCHE DE LA BASSE-MOULOUYA

--:--:--

DEUXIEME PARTIE

Chapitre 9

P E D O L O G I E

Figures et Photos

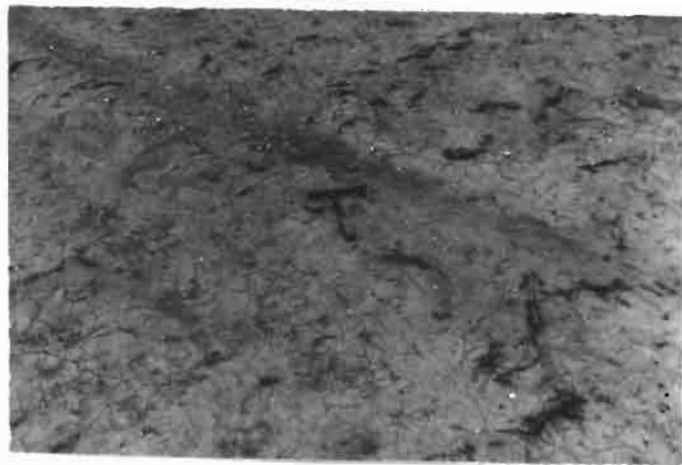
Décembre 1962

SOMMAIRE DES FIGURES

- II-9-1 : Sol steppique rouge : représentation schématique.
- II-9-2 : Plaine du Zebra : chaîne de sols dans le Nord de la plaine
- II-9-3 : Plaine du Zebra : chaîne de sols en bordure de l'oued Zebra.
- II-9-4 : Plaine du Zebra : chaîne de sols dans le Sud de la plaine.
- II-9-5 : Plaine du Bou-Areg : chaîne de sols du Nord-Ouest de la plaine.
- II-9-6 : Plaine du Bou-Areg : chaîne des sols bruns rouges steppiques.
- II-9-7 : Plaine du Gareb : chaîne des sols
- II-9-8 : Plaine du Gareb : chaîne des sols
- II-9-9 : Sols châtaîns rouges steppiques à taches, granules et nodules calcaires, non calcaires en surface (Profil-type Zebra).
- II-9-10 : Sols châtaîns rouges steppiques à taches calcaires légèrement calcaires en surface (Profil-type Bou-Areg).
- II-9-11 : Sols bruns rouges steppiques à taches, granules et nodules calcaires, peu calcaires en surface (Profil-type Zebra).
- II-9-12 : Sols bruns rouges steppiques à taches, peu calcaires en surface (Profil-type Bou-Areg)
- II-9-13 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface, type 1 (Profil-type Zebra : près de la montagne).
- II-9-14 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface, type 1 (Profil-type Zebra : loin de la montagne).
- II-9-15 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface, type 2 (Profil-type Zebra)
- II-9-16 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface, type 3 (Profil-type : Zebra)
- II-9-17 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface, type 4 (Profil-type : Zebra)
- II-9-18 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface, type 5 (Profil-type ; Bou-Areg)
- II-9-19 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface, type 6 (Profil-type : Gareb)
- II-9-20 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface, type 7 (Profil-type : Gareb)

- II-9-21 : Sols bruns rouges steppiques jeunes sur sol tirsifié
(Profil-type : Bou-Areg).
- II-9-22 : Sols bruns rouges steppiques jeunes, non caillouteux
(Profil-type : Zebra)
- II-9-23 : Sol jeune alluvial, caillouteux (Profil-type : Zebra).
- II-9-24 : Plaine du Bou-Areg : chaîne des sols de la zone littorale.
- II-9-25 : Sols salés du Bou-Areg : exemples de la répartition des sels
dans les profils.
- II-9-26 : Sols à alcalis très salés, hydromorphes en profondeur
(Profil-type : Bou-Areg)
- II-9-27 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface,
sur encroûtement granulaire et nodulaire (Profil-type : Zebra)
- II-9-28 : Sols bruns rouges steppiques à taches, non ou peu calcaires en
surface, sur encroûtement tuffeux (Profil-type : Bou-Areg)
- II-9-29 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface,
sur encroûtement tuffeux (Profil-type : Bou-Areg)
- II-9-30 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface, sur
encroûtement tuffeux (Profil-type : Zebra)
- II-9-31 : Rendzine sur croûte tendre peu épaisse (Profil-type : Bou-Areg)
- II-9-32 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface,
sur croûte tendre peu épaisse, avec dalle rubannée fine en
surface (Profil-type : Zebra)
- II-9-33 : Sols bruns rouges steppiques à taches, calcaires en surface,
sur croûte dure épaisse, avec dalle épaisse en surface
(Profil-type : Zebra)
- II-9-34 : Sols bruns calcaires rendziniiformes sur croûte double
(Profil-type : Zebra)

Destruction de la
structure de surface
après une forte pluie



← Niveau
à taches
calcaires

Sol brun-rouge
steppique à
tache

Végétation et surface
glacée des sols à
alcalis très salés de
la plaine du Bou-Areg



Griffes d'érosion dans
la plaine du Zebra



- 1 -



- 2 -



- 3 -



- 4 -

1.- Sol brun rouge steppique peu profond sur encroûtement.

2 et 3 Sol brun rouge steppique peu profond sur croûte tendre peu épaisse

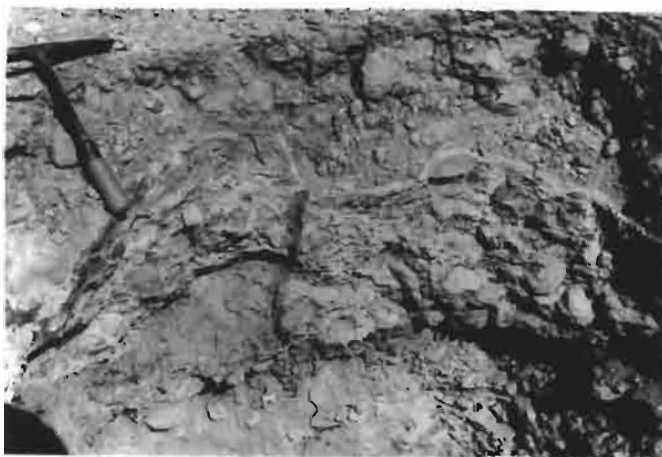
4.- Sol brun calcaire rendziniforme sur croûte tendre peu épaisse avec dalle rubannée fine en surface.-

Sol brun - rouge stapprique
peu profond sur croûte cal-
caire dure avec dalle épais-
se en surface.



Sol brun - calcaire rendziniforme
sur croûte calcaire dure avec dal-
le épaisse en surface.

Dalle calcaire caillouteuse
épaisse, située vers 30 cm
de profondeur



Etat de la surface d'un sol
peu profond sur crouete cal-
caire dure avec dalle épais-
se en surface.



Vue d'ensemble de
la parcelle 5



Vue d'ensemble de
la parcelle 7



Lucerne sur petits
billons (sols salés
et alcalisés en
profondeur)

STATION EXPERIMENTALE

DE LA

PLAINE DU ZEBRA



Coton sur sol
non salé, non
alcalisé

Coton sur sol
salé et alcalisé
en profondeur



STATION EXPERIMENTALE

DE LA

PLAINE DU ZEBRA



Betterave sur sol
non salé, non alcalisé

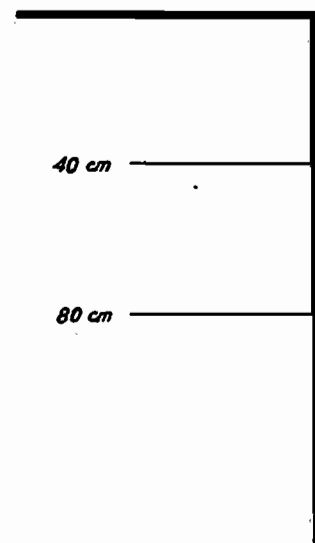
Betterave sur sol
salé et alcalisé
en profondeur



STATION EXPERIMENTALE

DE LA

PLAINE DU ZEBRA



Brun-ocre. Structure polyédrique à nuciforme en surface; polyédrique ou prismatique en profondeur.

Brun-ocre rouge. Structure polyédrique plus fine. Accumulation de calcaires : taches, granules, nodules.

Brun-ocre un peu moins rouge. Structure polyédrique un peu moins fine. Diminution de l'accumulation du calcaire.

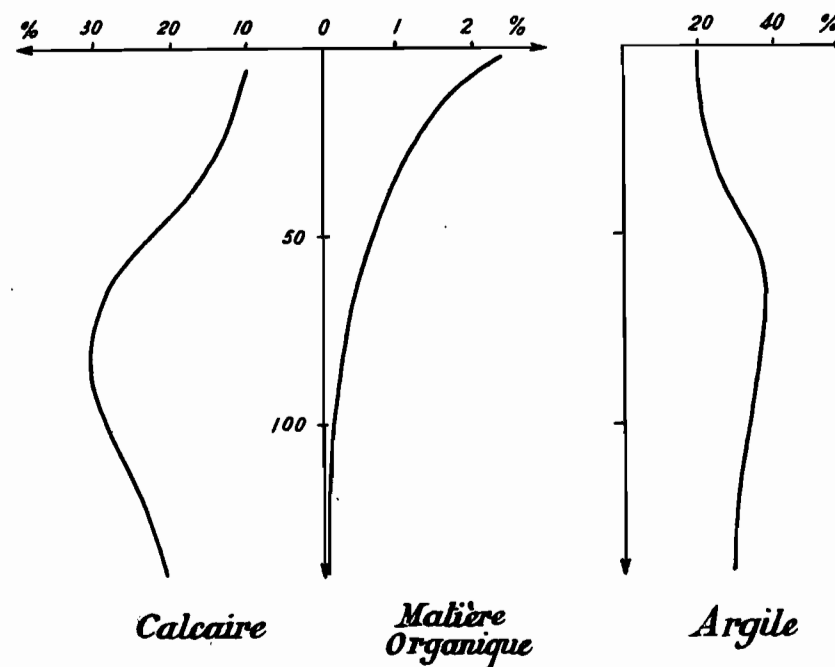


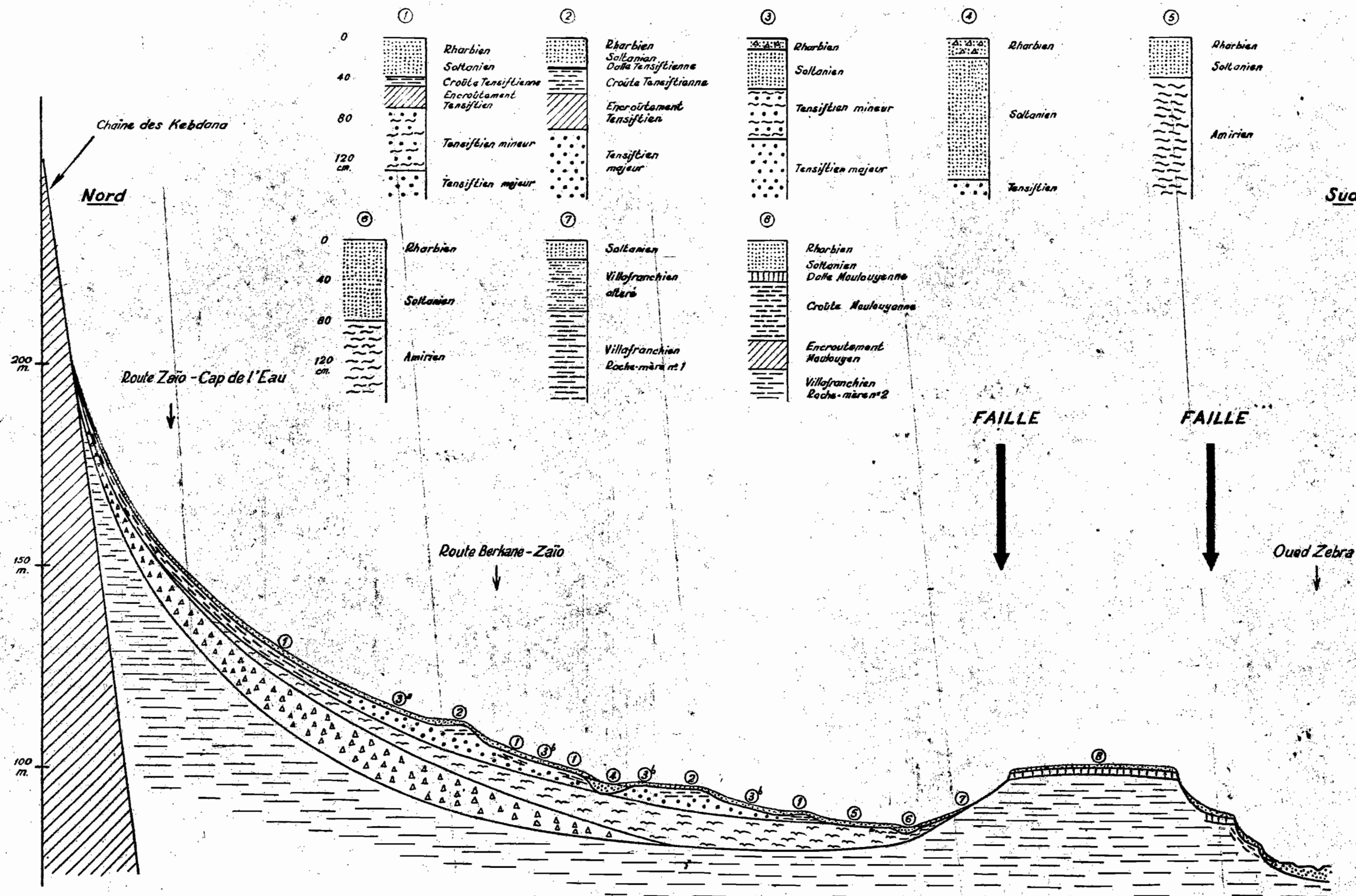
Figure n° II-9-1 . - Sol steppique rouge: représentation schématique

TYPES DE SOLS

- ① et ② : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds, à taches calcaires ; calcaires en surface ; ou BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES ; sur CROÛTE CALCAIRE DURE peu épaisse ; avec ou sans dalle marmorée fine en surface ; salure généralement forte dans et sous l'encroûtement (généralement non ou peu salé près de la montagne).
- ③^a : CHATAINS ROUGES STEPPIQUES, à taches, granules et nodules calcaires ; sur roche-mère complexe très argileuse ; non salés, non alcalisés ou BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches, granules et nodules calcaires ; peu calcaires en surface ; sur roche-mère complexe assez argileuse ; généralement non salés et non alcalisés.
- ③^b : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches, granules et nodules calcaires ; calcaires en surface ; localement fortement encroûtés en profondeur ; sur roche-mère complexe assez argileuse ; salure et alcalisation, de profondeur, variables.
- ④ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches calcaires, calcaires en surface ; sur roche-mère assez argileuse ; non ou peu salés ; alcalisation, de profondeur, variable.
- ⑤ et ⑦ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches calcaires ; calcaires en surface ; sur roche-mère complexe très argileuse en profondeur ; généralement salés et alcalisés en profondeur.
- ⑥ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES et JEUNES ALLUVIAUX, non ou peu caillouteux, non salés, non alcalisés.
- ⑧ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds, à taches calcaires ; calcaires en surface ; ou BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES ; sur CROÛTE CALCAIRE DURE épaisse ; avec dalle épaisse en surface ; salure forte dans et sous l'encroûtement.

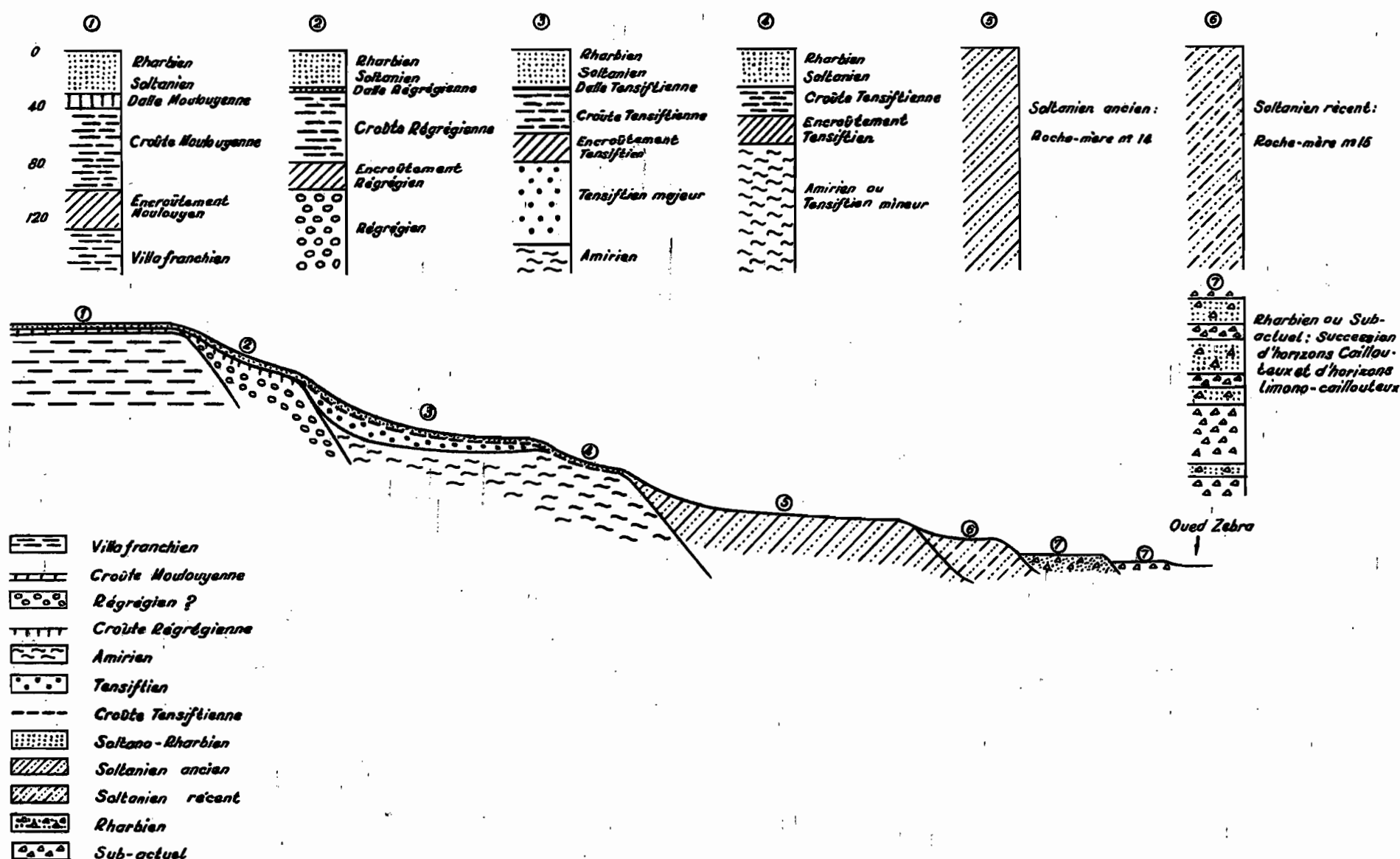
Figure n° II-9-2

PLAINE DU ZEBRA : Chaîne de sols dans le Nord de la plaine



	Villafranchien		Tensiftien
	Croûte Moulouyenne		Croûte Tensiftienne
	Salétien		Soltano-Rharbien
	Amirien		

Echelle $\left\{ \begin{array}{l} H = 1:20.000 \\ V = 1:2.000 \end{array} \right.$

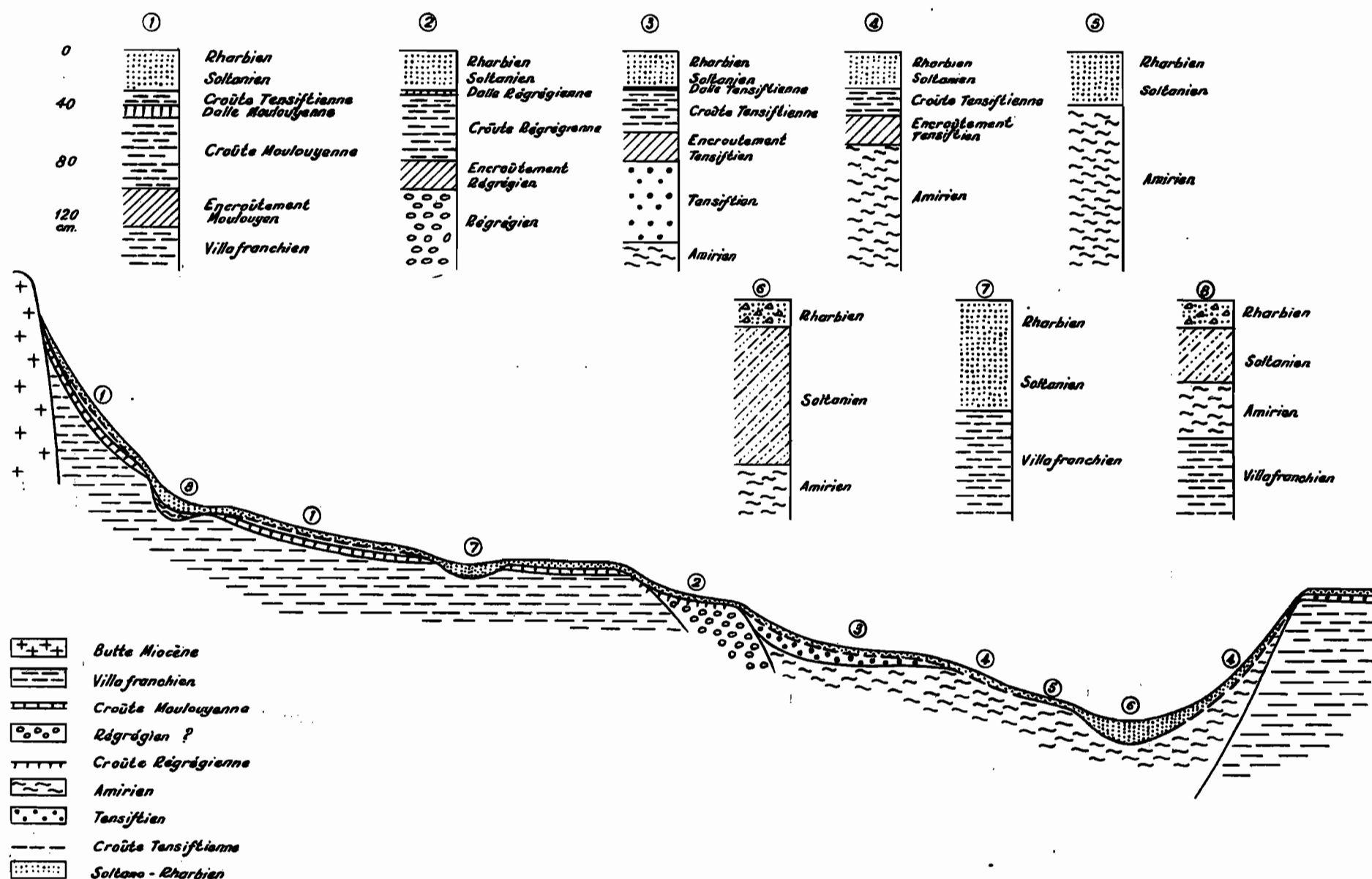


TYPES DE SOLS

- ① et ② : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds, à taches calcaires ; calcaires en surface ; ou BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES ; sur CROÛTE CALCAIRE DURE épaisse ; avec dalle épaisse en surface ; salure forte dans et sous l'encroûtément.
- ③ et ④ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds, à taches calcaires ; calcaires en surface ; ou BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES ; sur CROÛTE CALCAIRE TENDRE peu épaisse ; avec ou sans dalle rubannée fine en surface ; salure généralement forte dans et sous l'encroûtément.
- ⑤ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches calcaires ; calcaires en surface ; sur roche-mère assez argileuse salée et alcalisée en profondeur.
- ⑥ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches calcaires ; calcaires en surface, sur roche-mère assez argileuse ; non ou peu salés ; alcalisation, de profondeur, variable.
- ⑦ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES et JEUNES ALLUVIAUX, non ou peu caillouteux ; non salés, non alcalisés.
- ⑧ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES et JEUNES ALLUVIAUX, caillouteux ; non salés, non alcalisés.

Figure n° II - 9 - 3

PLAINE DU ZEBRA : Chaîne de sols en bordure de l'oued Zebra.



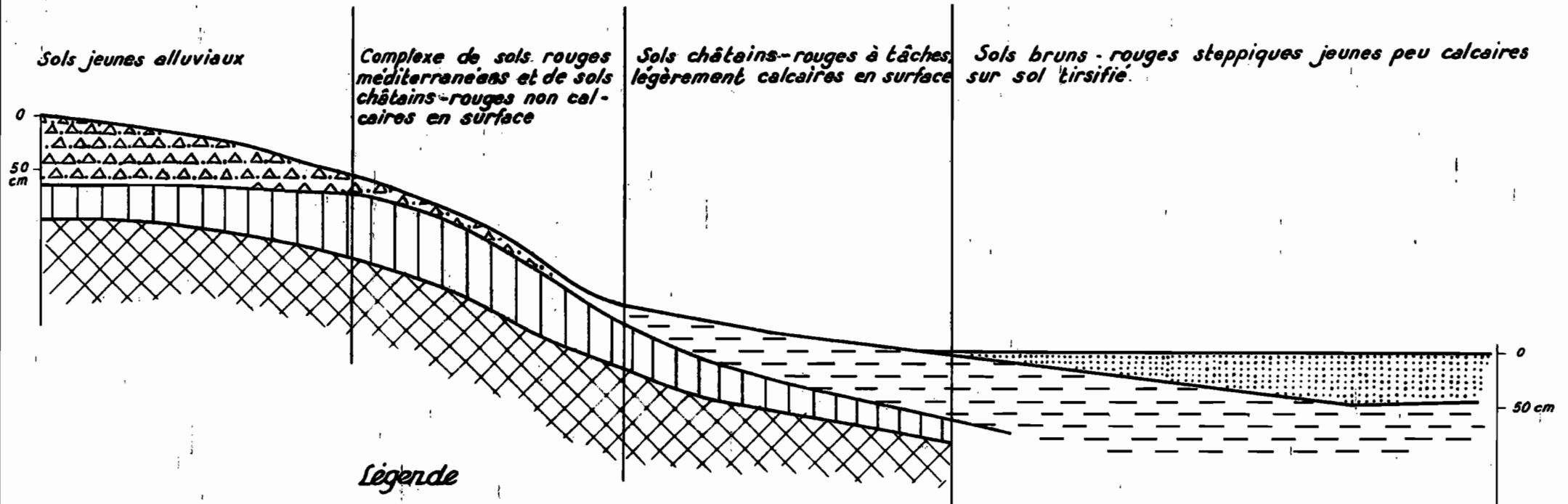
TYPES DE SOLS

- ① et ② : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds, à taches calcaires; calcaires en surface ; ou BRUNS CALCAIRES *corotés* ; sur CROÛTE CALCAIRE *très* épaisse ; avec dalle épaisse en surface ; salure forte dans et sous l'encroûtement . CROUTE DOUBLE en ①
- ③ et ④ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds, à taches calcaires ; calcaires en surface ; ou BRUNS CALCAIRES *lucarniformes* ; sur CROUTE CALCAIRE TENDRE peu épaisse ; avec ou sans dalle rubannée fine en surface salure généralement forte dans et sous l'encroûtement.
- ⑤ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches calcaires ; calcaires en surface ; sur roche-mère complexe très argileuse en profondeur ; généralement salés et alcalisés en profondeur.
- ⑥ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES et *lucarniformes*, non ou peu caillouteux ; non salés, non alcalisés.
- ⑦ et ⑧ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches calcaires ; calcaires en surface ; sur roche-mère assez argileuse ; non ou peu salés ; alcalisation, de profondeur, variable.

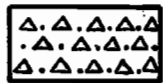
Figure n° II - 2 - 4

PLAINE DU ZEBRA : Chaîne de sols dans le Sud de la plaine.

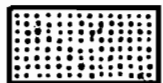
Fig. n° II 9-3
PLAINE du BOU-AREG
Chaine des sols du Nord-Ouest de la Plaine



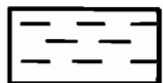
Légende



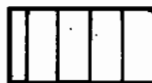
Cônes de déjection rhyolien



Rhyolien récent



Rhyolien ancien ou Soltanien



Soltanien très argileux

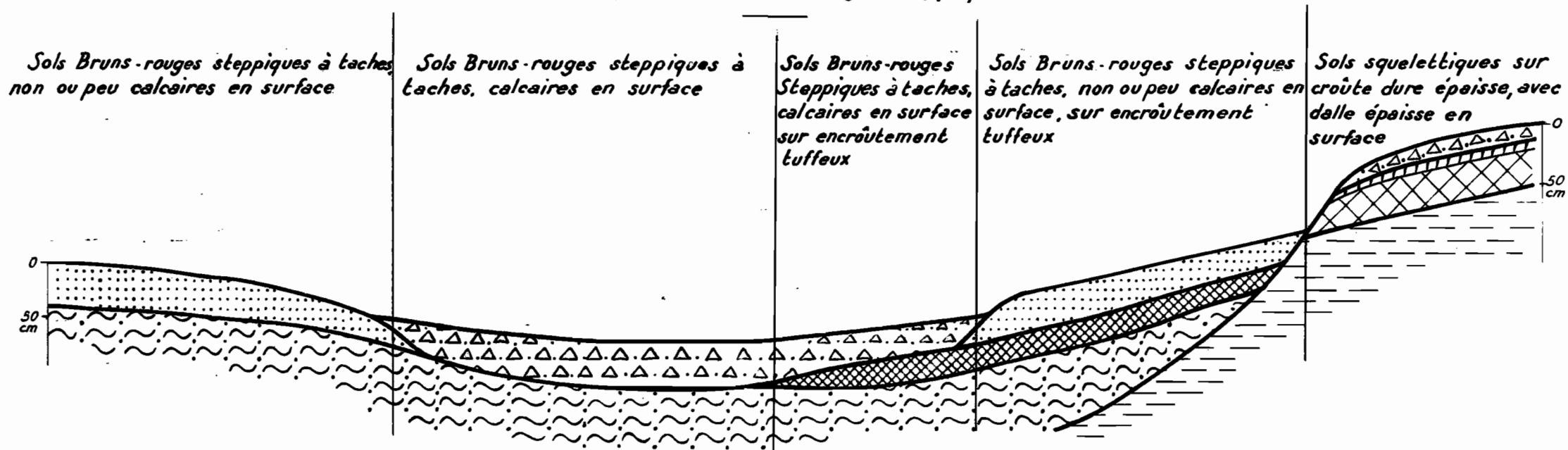


Tencifien plus ou moins fortement encroûté

Fig. n° II-9-6

PLAINE DU BOU-AREG

Chaîne des sols Bruns-rouges steppiques



LEGENDE



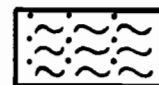
Villafranchien



Encroûtement moulouyen



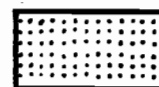
Croûte moulouyenne



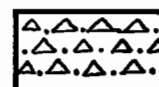
Amirien ou Tensiftien



Encroûtement tensiftien



Soltanien



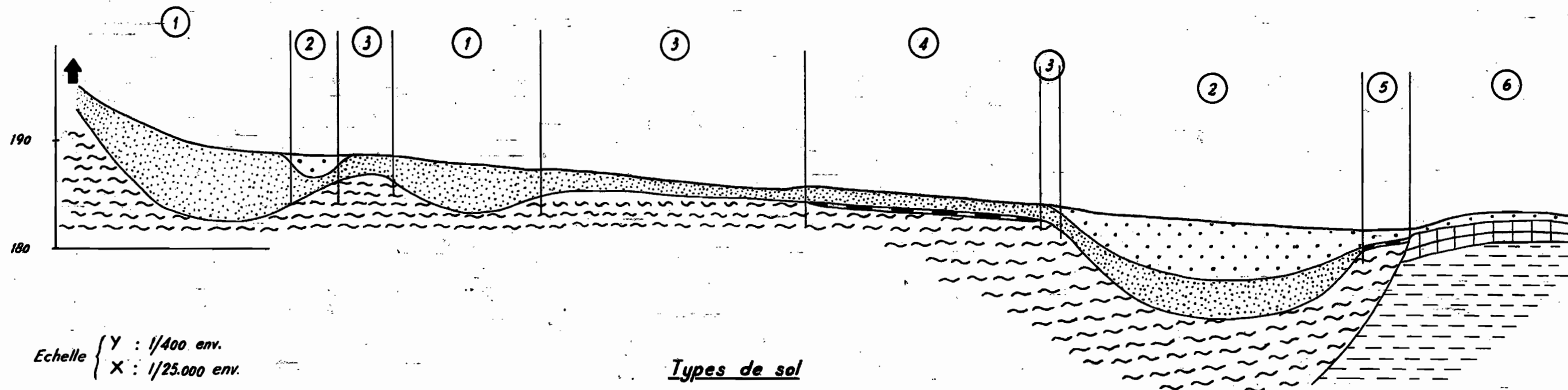
Rharien

W. S. W.

Tistoutine

Monte Arruit

E.N.E.



Echelle { Y : 1/400 env.
X : 1/25.000 env.

Types de sol

-  Quaternaire ancien
-  Croûte moulouyenne
-  Quaternaire moyen
-  Croûte tensifienne
-  Soltanien calcaire
-  Soltanien non calcaire

- ① : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches et granules calcaires; calcaires en surface; sur roche-mère assez argileuse; non salés; alcalisation, de profondeur variable.
- ② : CHATAINS ROUGES STEPPIQUES, à taches et granules calcaires; légèrement calcaires en surface; sur roche-mère très argileuse; non salés, non alcalisés.
- ③ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches et granules calcaires; calcaires en surface; sur roche-mère complexe très argileuse en profondeur; non salés; alcalisés en profondeur.
- ④ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds, à taches calcaires; calcaires en surface; sur CROûTE CALCAIRE TENDRE; avec ou sans dalle rubannée fine en surface; ou ENCROUTEMENT CALCAIRE; salure variable dans et sous l'encroûtement.
- ⑤ : CHATAINS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds; sur CROûTE CALCAIRE TENDRE peu épaisse; avec ou sans dalle rubannée fine en surface; salure variable dans et sous l'encroûtement.
- ⑥ : CHATAINS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds; sur CROûTE CALCAIRE DURE épaisse; avec dalle épaisse en surface.

Fig. n° II-9-7

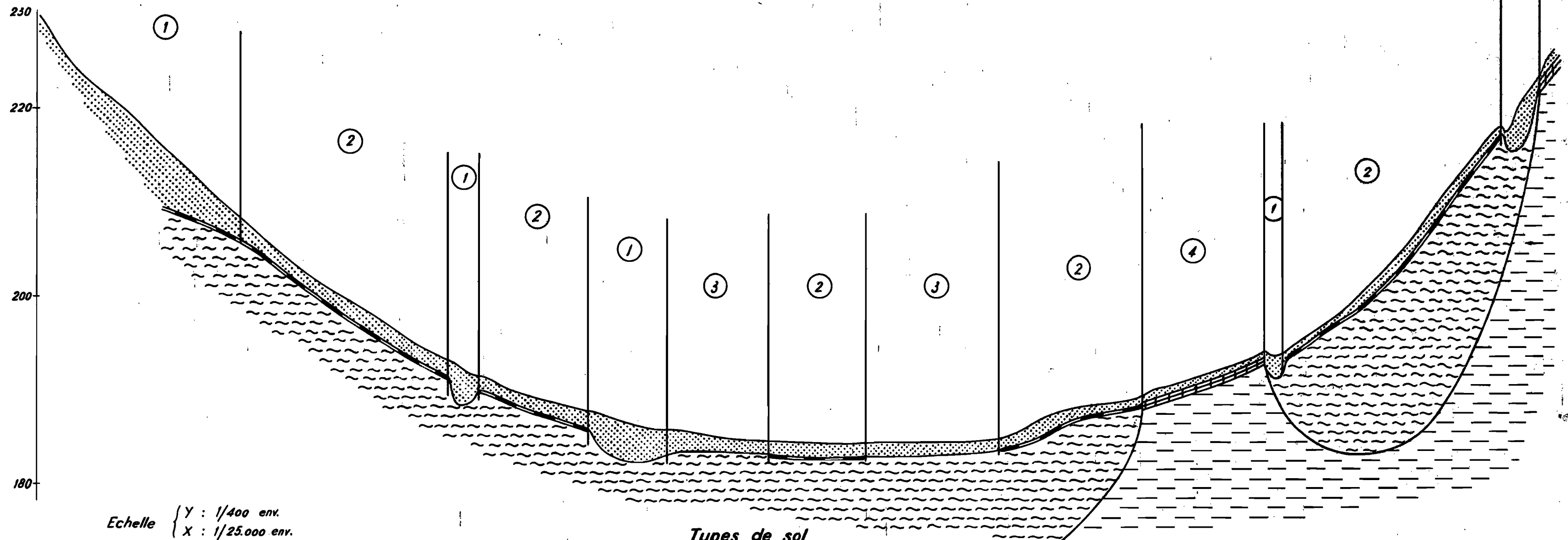
PLAINE du GAREB : Chaîne des sols

Sud

Nord

Foguil
Silli

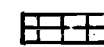
Douer Ibatitten



Echelle { Y : 1/400 env.
X : 1/25.000 env.



Quaternaire ancien



Croûte Moulouyenne



Quaternaire moyen



Croûte tensiftienne



Quaternaire récent

Types de sol

- ① : BRUN ROUGES STEPPIQUES, à taches et granules calcaires; calcaires en surface; sur roche-mère assez argileuse; non salés; alcalisation, de profondeur, variable.
- ② : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds, à taches calcaires; calcaires en surface; sur CROûTE CALCAIRE TENDRE; avec ou sans dalle rubannée fine en surface; ou ENCRÔTEMENT CALCAIRE; salure variable dans et sous l'encroûtement.
- ③ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, à taches et granules calcaires; calcaires en surface; sur roche-mère complexe très argileuse en profondeur; non salés; alcalisés en profondeur.
- ④ : BRUNS ROUGES STEPPIQUES, peu profonds, à taches calcaires; calcaires en surface; ou BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES; sur CROûTE CALCAIRE DURE épaisse; avec dalle épaisse en surface.

Fig. II-9-8

PLAINE du GAREB : Chaîne des sols

SOLS CHATAINS ROUGES STEPPIQUES **A TACHES, GRANULES ET NODULES CALCAIRES** **NON CALCAIRES EN SURFACE.**

PROFIL - TYPE

(Zebra)

Rharbien

15 cm

Soltanien

45 cm

Soltanien

60 cm

70 cm

Tensiftien

95 cm

105 cm

Tensiftien

Brun-ocre. Structure polyédrique à nuciforme;
 surface un peu glacée. Caillouteux; surface très
 caillouteuse.

Brun-rouge foncé, parfois rouille.
 Structure prismatique; sousstructure grumeleuse
 au sommet, polyédrique à la base.
 Graveleux mais non caillouteux.

Brun-rouge. Structure polyèdre-cubique fine
 à facettes lissées. Graveleux et finement caillouteux.
 Taches et granules calcaires.

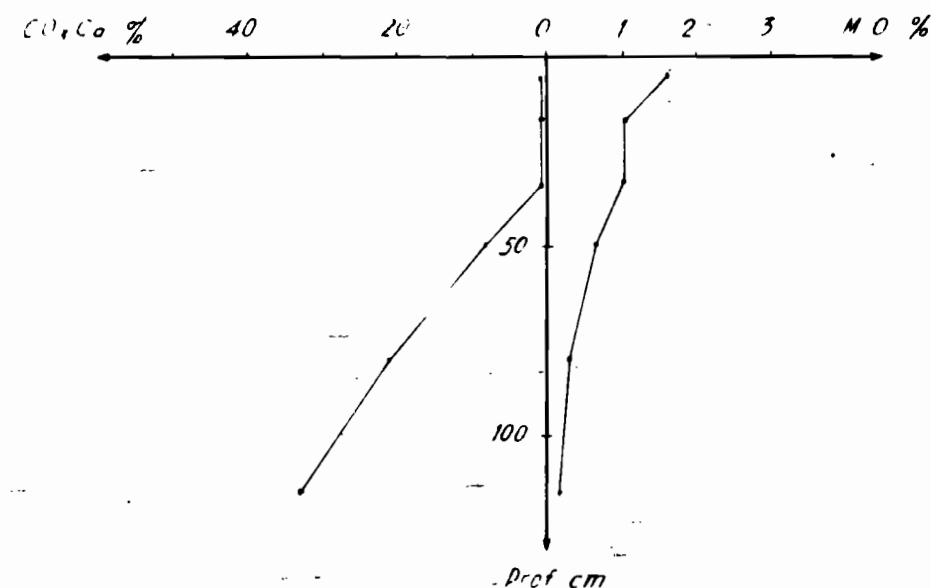
Cailloutis.

Brun-rouge.
 Structure polyèdre-cubique fine à facettes lissées.
 Graveleux et finement caillouteux.
 Taches et granules calcaires nombreux.

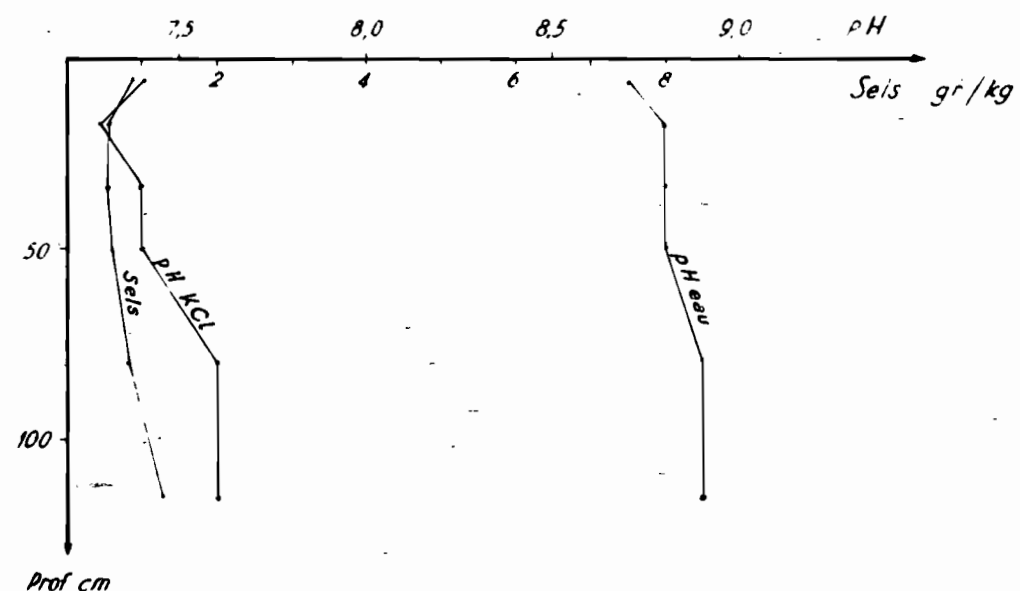
Cailloutis.

Brun-rouge clair.
 Structure polyédrique.
 Graveleux et finement caillouteux.
 Taches calcaires diffuses.

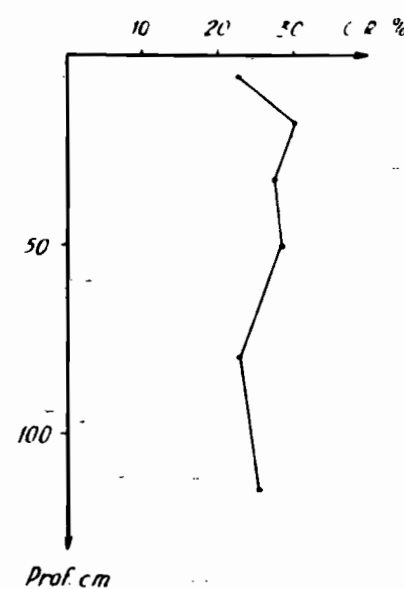
Calcaire et Matière Organique



Salure et pH



Capacité de Retention



Granulométrie terre fine

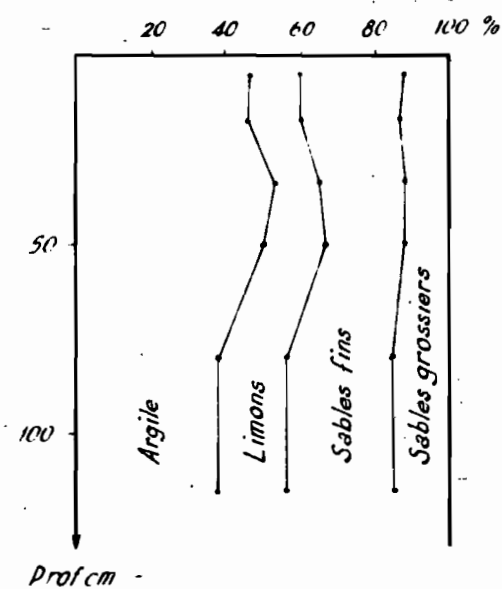
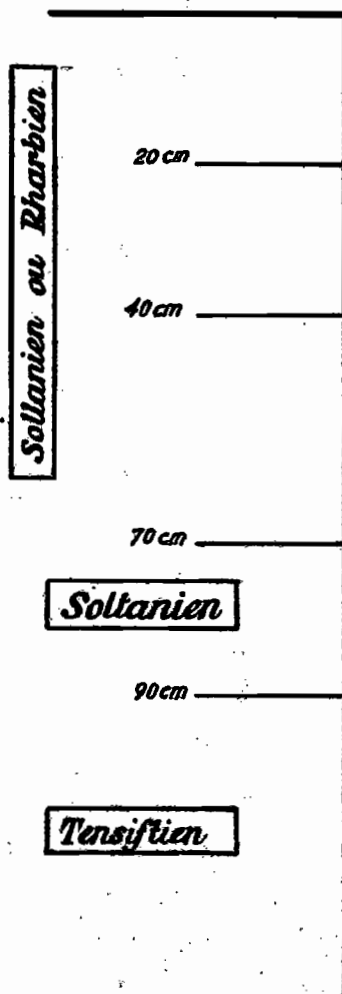


Fig. n° II-9-9

**SOLS CHATAINS ROUGES STEPPIQUES
A TACHES CALCAIRES
LEGEREMENT CALCAIRES EN SURFACE**

PROFIL - TYPE

(Bou - Areg)



*Brun.
Structure nuciforme friable.*

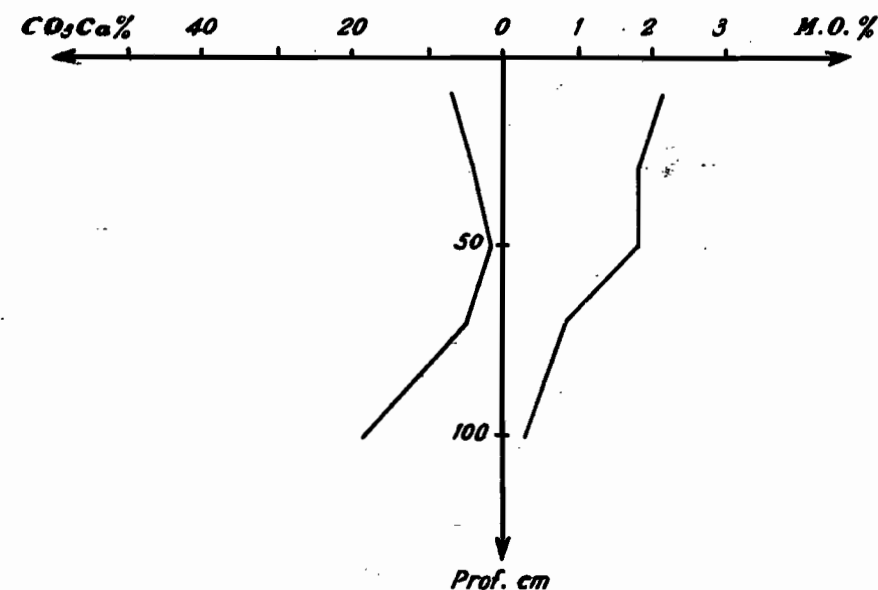
*Brun.
Structure prismatico - cubique assez forte.*

*Brun plus foncé
Structure polyédrique.*

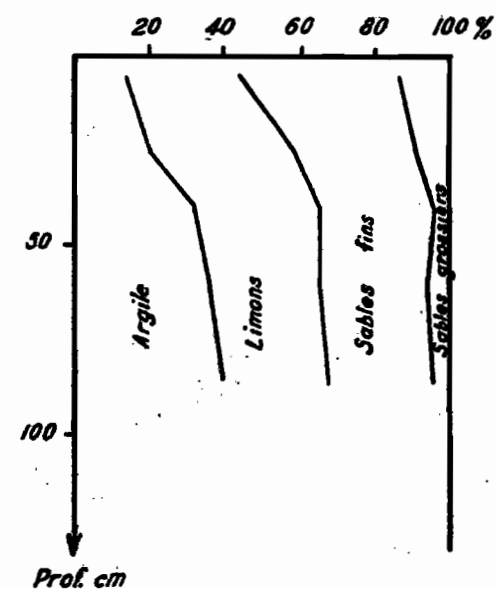
*Brun-rouge foncé.
Structure polyédrique.*

*Brun-rouge.
Structure polyédrique.
Taches calcaires, de plus en plus nombreuses
vers le bas.*

Calcaire et Matière Organique



Granulometrie Terre Fine

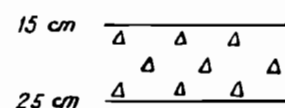


SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES
A TACHES, GRANULES ET NODULES CALCAIRES
PEU CALCAIRES EN SURFACE

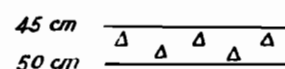
PROFIL - TYPE

(Zebra)

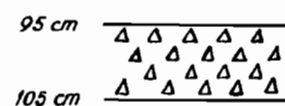
Rharbien



Soltanien



Tensiftien



Tensiftien

*Brun-ocre. Structure polyédrique à nuciforme.
 Caillouteux ; surface très caillouteuse.*

Cailloutis limoneux.

*Brun-ocre un peu plus rouge. Structure
 polyédrique. Caillouteux. Quelques taches
 calcaires à la base.*

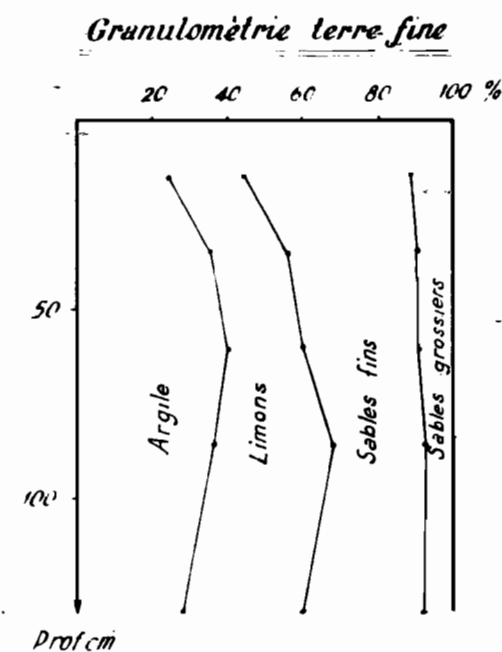
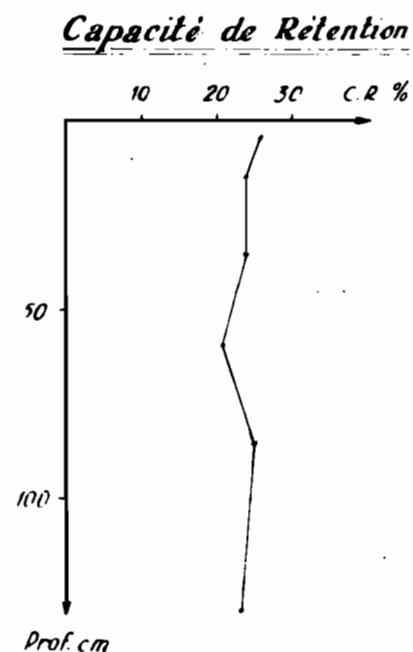
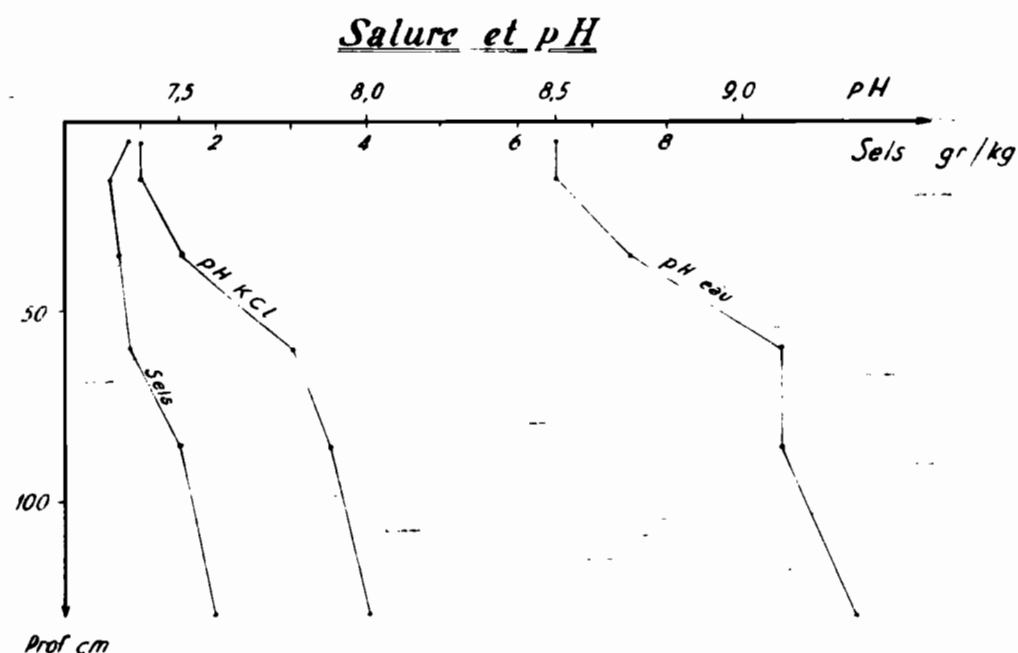
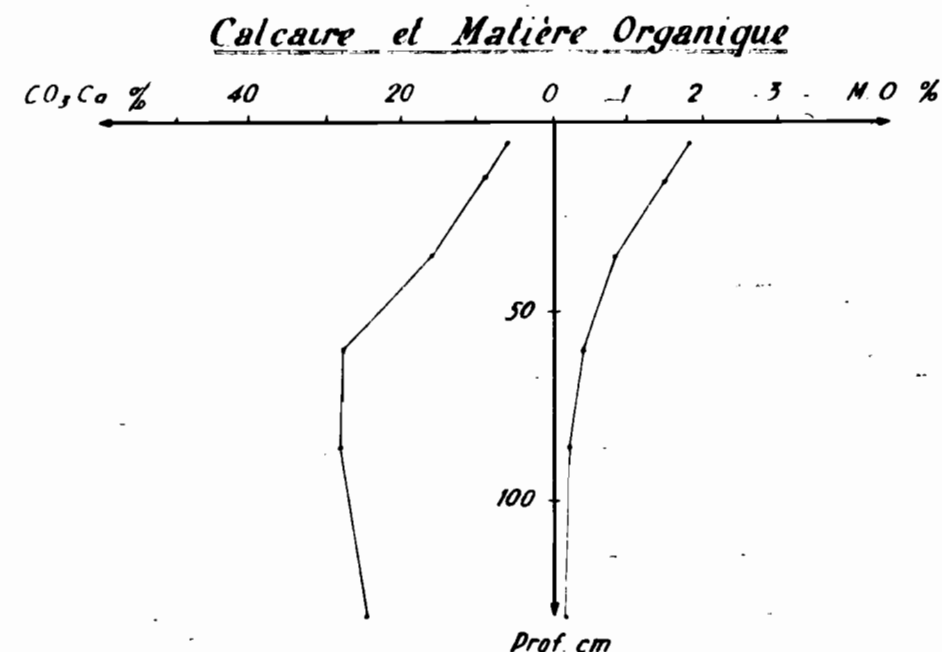
Cailloutis limoneux.

*Brun-ocre rouge.
 Structure polyédrique fine et polyédro-
 cubique fine.
 Fortement graveleux et finement caillouteux.
 Taches et granules calcaires nombreux.*

Cailloutis.

*Brun-ocre.
 Structure polyédrique fine.
 Fortement graveleux et finement caillouteux.
 Taches et granules moins nombreux; quelques
 nodules.*

Fig. n° II-9-11



**SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES
A TACHES
PEU CALCAIRES EN SURFACE**

PROFIL - TYPE

(Bou - Areg)

Soltanien

10 cm

Soltanien

35 cm

Tensifien

70 cm

Tensifien

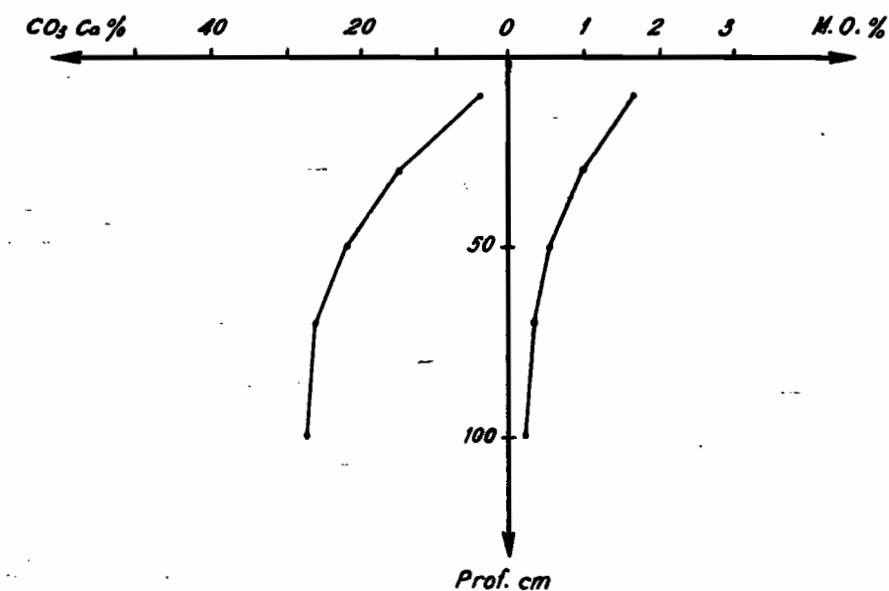
Brun-ocre. Structure nuciforme.

*Brun-ocre-rouge.
Structure polyédrique; sous structure
grumeleuse.*

*Brun-ocre-jaune.
Structure polyédrique fine.
Quelques taches calcaires.*

*Brun-ocre-rouge
Structure polyédrique.
Taches calcaires nombreuses, moins
nombreuses vers le bas.*

Calcaire et Matière Organique



SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE TYPE 1

(taches, granules et nodules; roche mère complexe assez argileuse;
salure et alcalisation, de profondeur, variable)

PROFIL - TYPE

(Zebra : près de la montagne)

Rharbien

25 cm

Soltanien

45 cm

Tensiftien

75 cm

80 cm

Tensiftien

110 cm

Brun assez foncé. Structure polyédrique,
légèrement nuciforme en surface. Un peu caillou-
teux; surface assez caillouteuse.

Brun - ocre. Structure polyédrique. Très
caillouteux. Quelques taches et granules
calcaires.

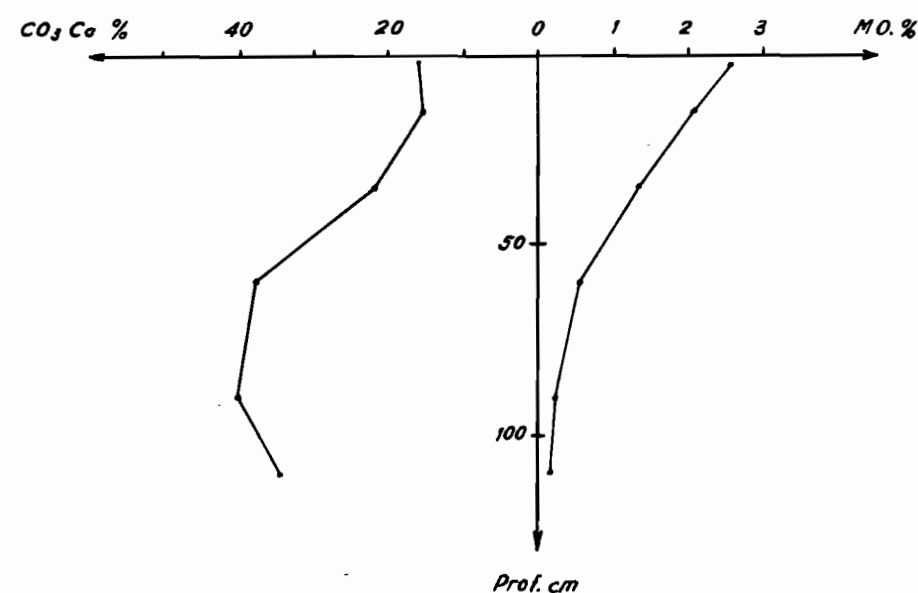
Brun - ocre - rose .
Structure polyédrique fine.
Graveleux et finement caillouteux
Plus calcaire vers le bas; taches et
granules calcaires nombreux.

Cailloutis.

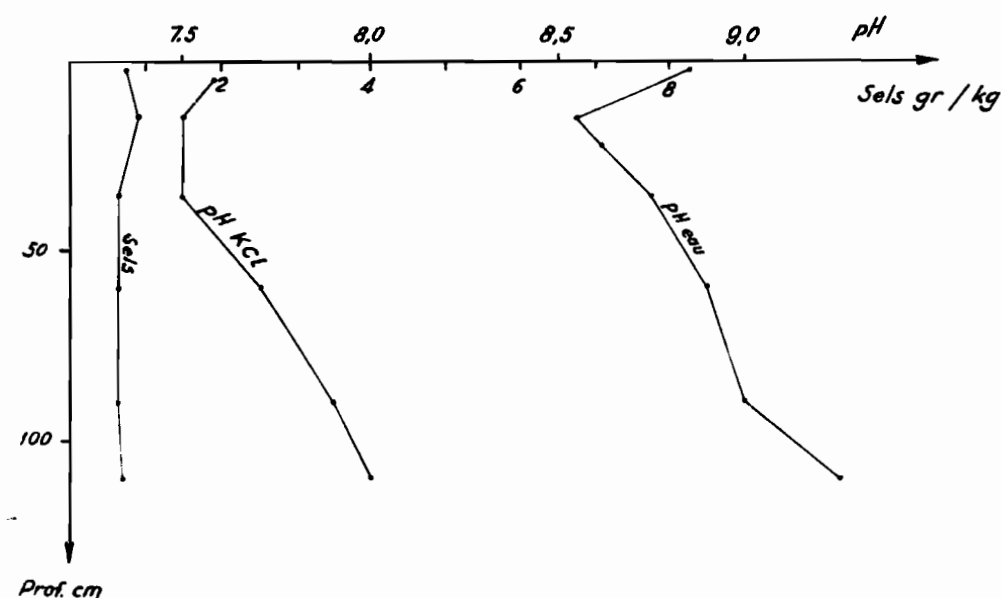
Brun - ocre. Structure polyédrique fine.
Fortement graveleux et finement caillouteux.
Plus calcaire vers le haut; grosses taches,
granules et nodules calcaires nombreux.

Cailloutis limoneux.
Taches calcaires.

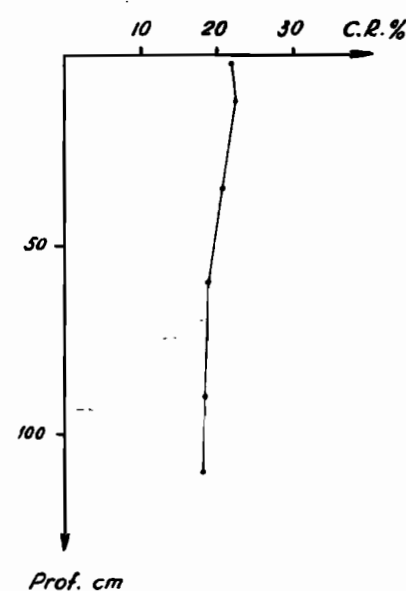
Calcaire et Matière Organique



Salure et pH



Capacité de Rétention



Granulométrie terre fine

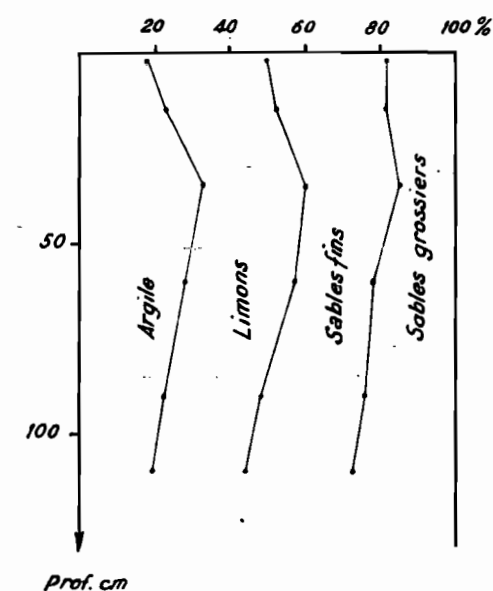


Fig. n° II. 9.13

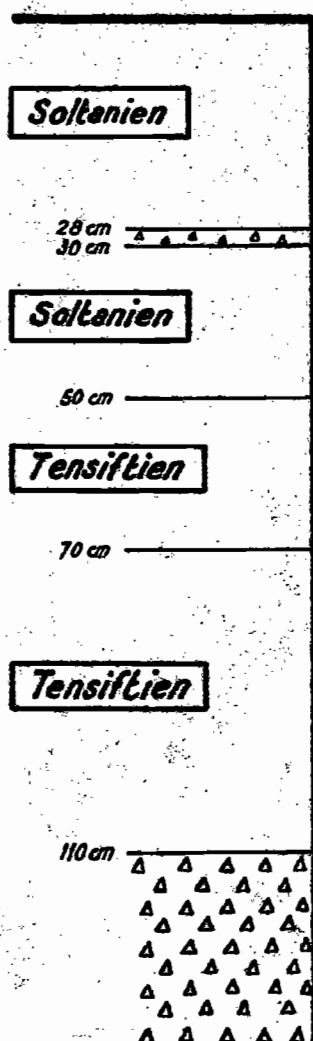
SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE

TYPE 1

(taches, granules et nodules; roche mère complexe assez argileuse; salure et alcalisation, de profondeur, variable)

PROFIL - TYPE

(Zebra: loin de la montagne)



Brun-ocre clair, plus rouge en profondeur. Structure polyédrique à nuciforme en surface, polyédrique large en profondeur. Un peu graveleux et finement caillouteux. Quelques taches calcaires.

Cailloutis.

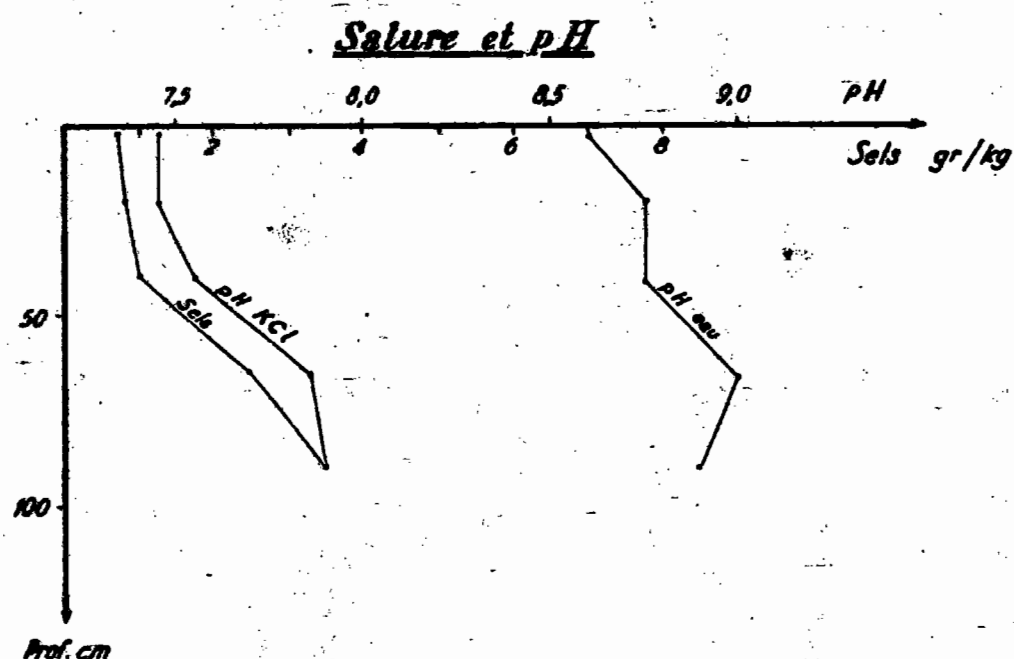
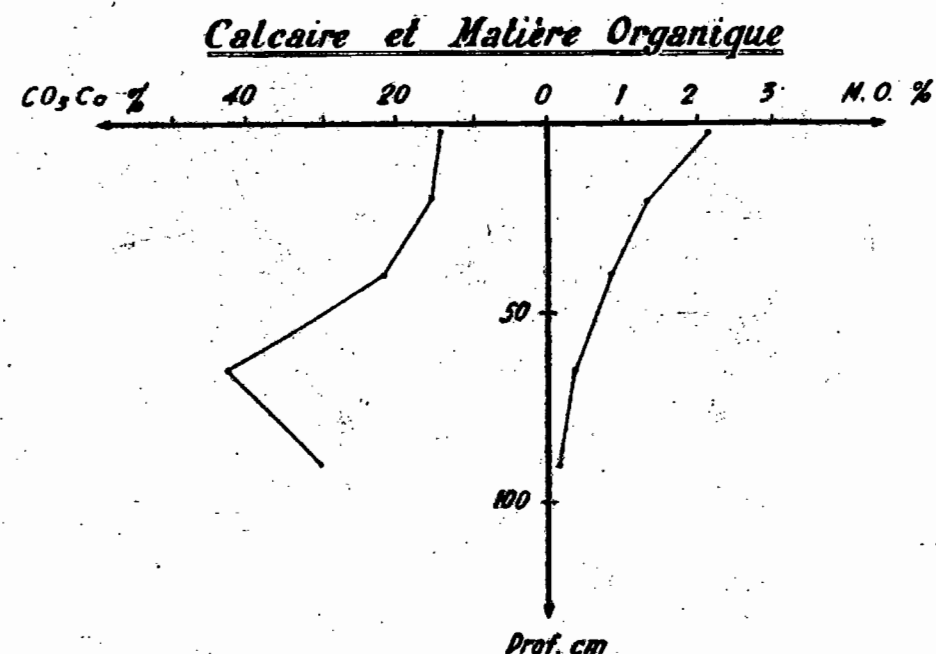
Brun-ocre rouge. Structure polyédrique plus fine. Graveleux et finement caillouteux. Taches et granules nombreux.

Brun-ocre rouge plus clair. Structure polyédro-cubique à facettes lissées. Graveleux et finement caillouteux. Très calcaire; taches et granules très nombreux; quelques nodules en profondeur.

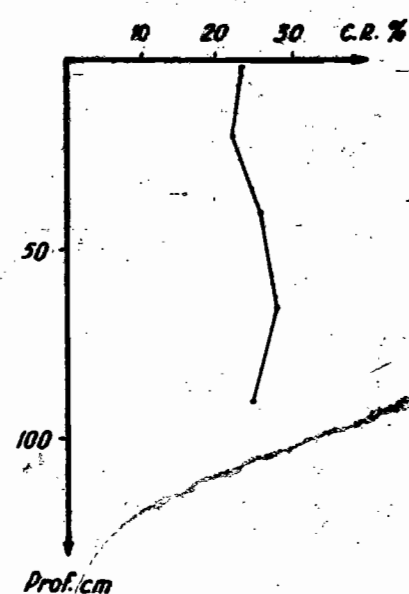
Brun-ocre rouge, plus rouge en profondeur. Structure polyédro-cubique à facettes lissées, puis polyédrique. Fortement graveleux et finement caillouteux. Moins calcaire; grosses taches, granules et nodules calcaires.

Cailloutis.

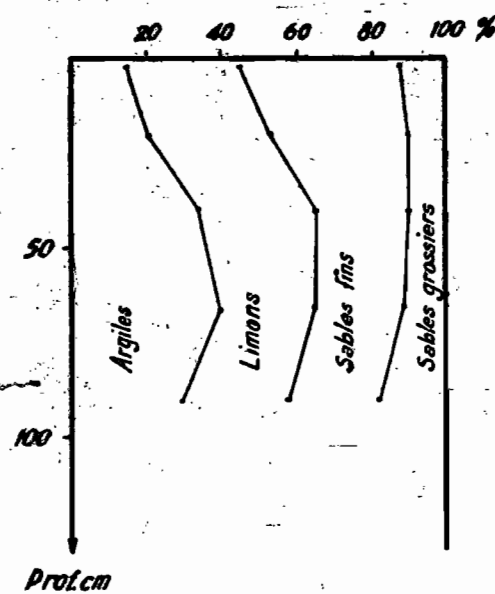
Fig. n° II-9-14.



Capacité de Rétention



Granulométrie terre fine



SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE

TYPE 2

(Sur roche - mère complexe très argileuse en profondeur ;
généralement salés et alcalisés en profondeur)

PROFIL - TYPE

(Zebra)

Soltanien

20 cm

Soltanien

40 cm

Amirien

70 cm

Amirien

105 cm

Amirien

Brun-ocre.
Structure polyédrique forte.

Brun-ocre rouge. Structure polyédrique fine.
Taches calcaires.

Brun-ocre rouge foncé.
Structure polyédro-cubique fine à facettes
lissées.
Taches calcaires très nombreuses.

Brun-ocre rouge foncé.
Structure polyédro-cubique fine à facettes
lissées ; sur-structure prismatique.
Taches calcaires moins nombreuses, mais
plus grosses.

Brun-ocre rouge foncé.
Structure polyédro-cubique fine à facettes
lissées ; sur-structure prismatique.
Taches calcaires diffuses.

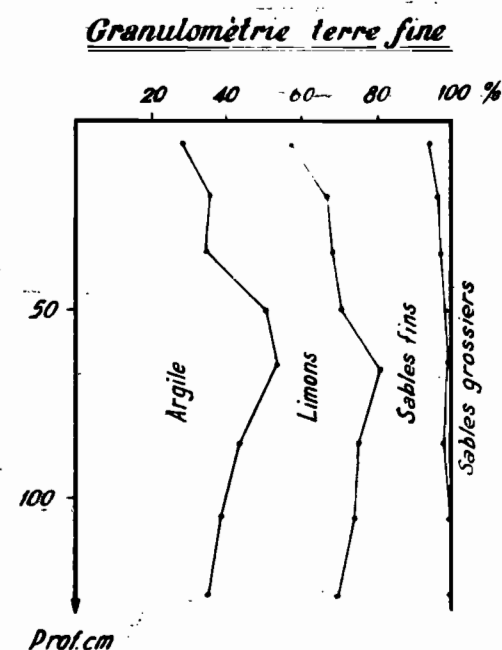
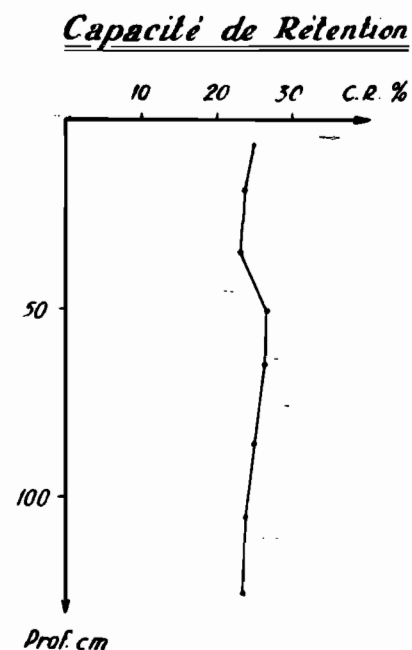
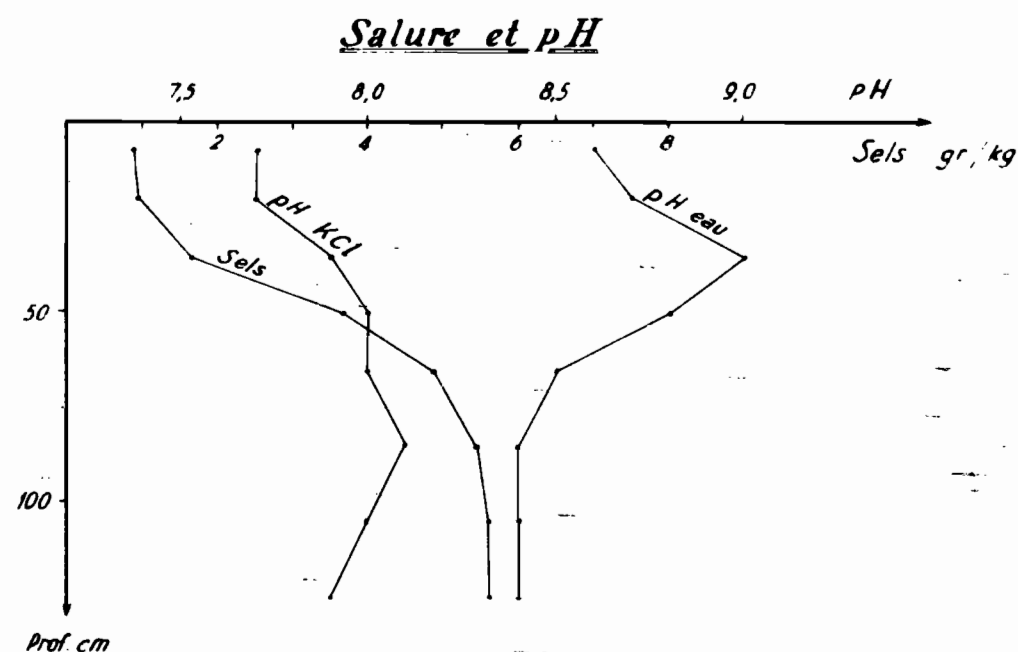
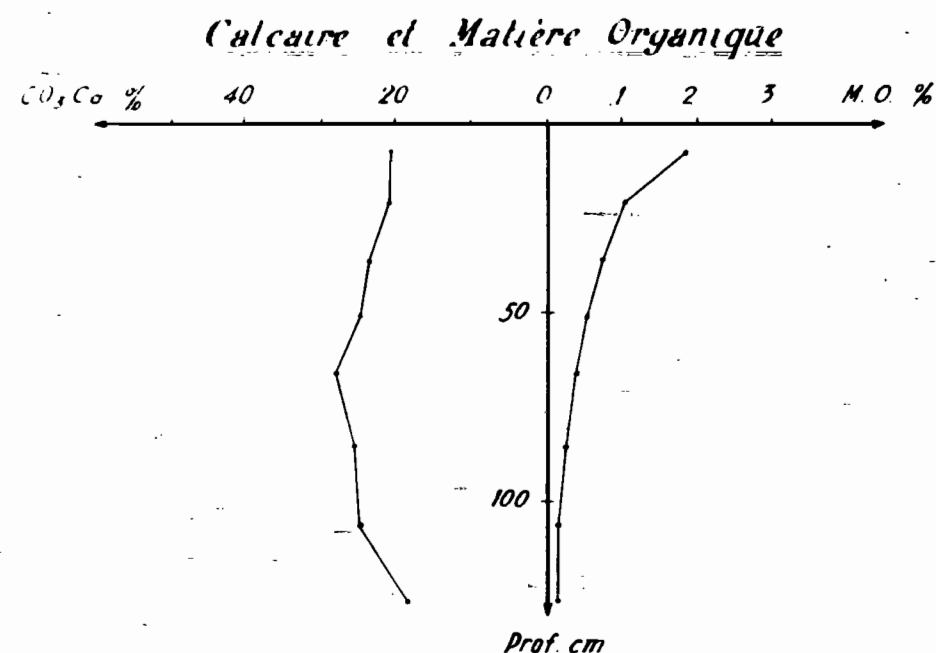


Fig. n° II-9-15.

SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE TYPE 3

(Sur roche-mère assez argileuse, salés et alcalisés en profondeur)

PROFIL - TYPE

(Zebra)

Soltanien

15 cm

Soltanien

25 cm

Soltanien

50 cm

Soltanien

Brun-ocre. Structure polyédrique à nuciforme en surface, polyédrique en profondeur.

Brun-ocre rouge. Structure polyédrique assez fine. Quelques taches calcaires.

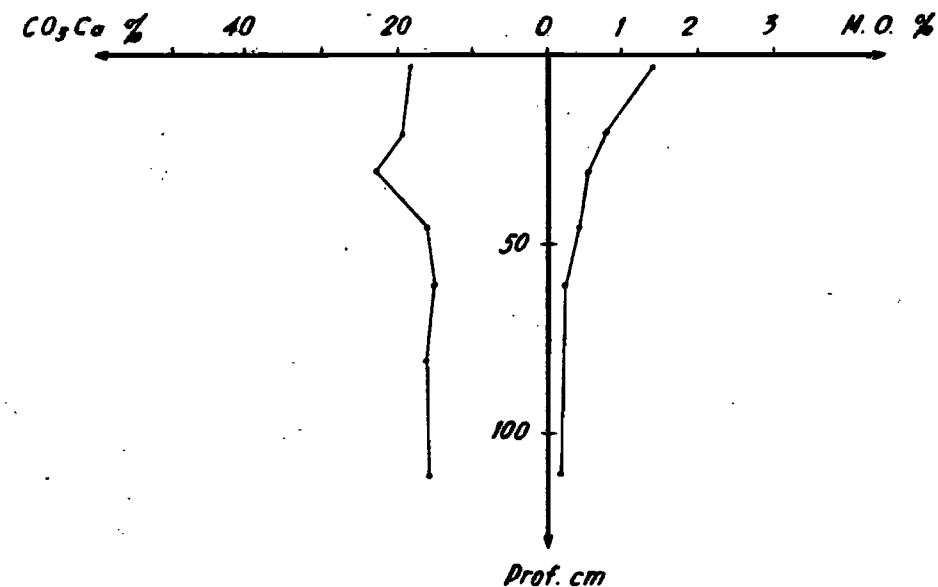
Brun-ocre très rouge. Structure polyédrique fine à facettes lissées. Taches calcaires très nombreuses.

Brun-ocre rouge de plus en plus clair en profondeur.

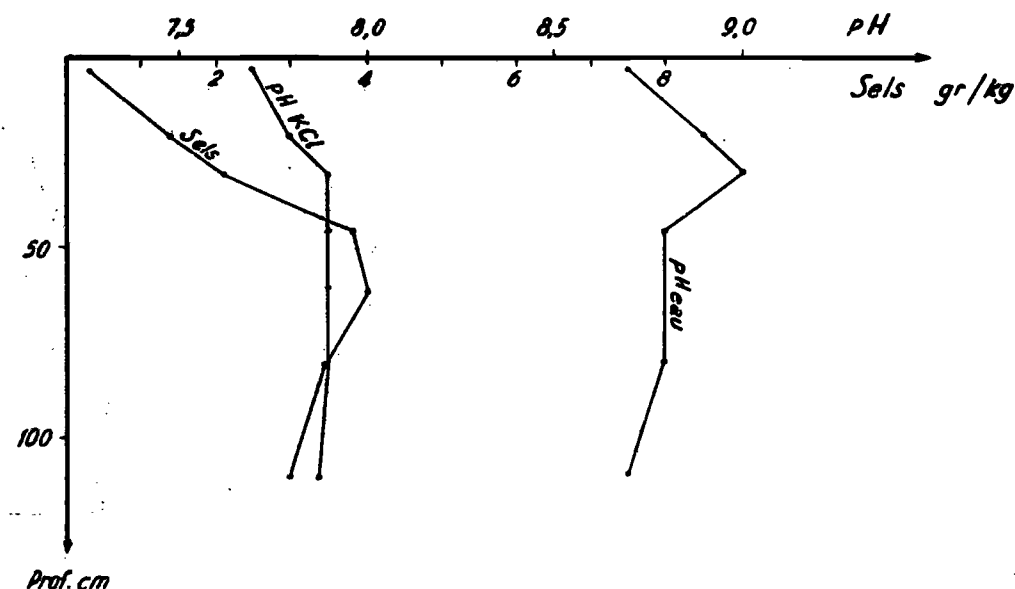
Structure massive.

Diminution rapide des taches calcaires en profondeur; disparition de ces taches vers 80^{cm}.

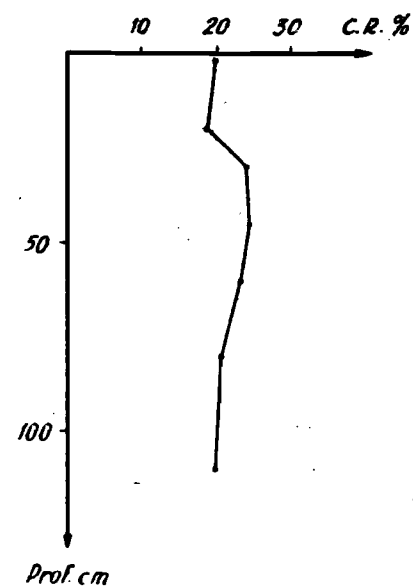
Calcaire et Matière Organique



Salure et pH



Capacité de Rétention



Granulométrie terre fine

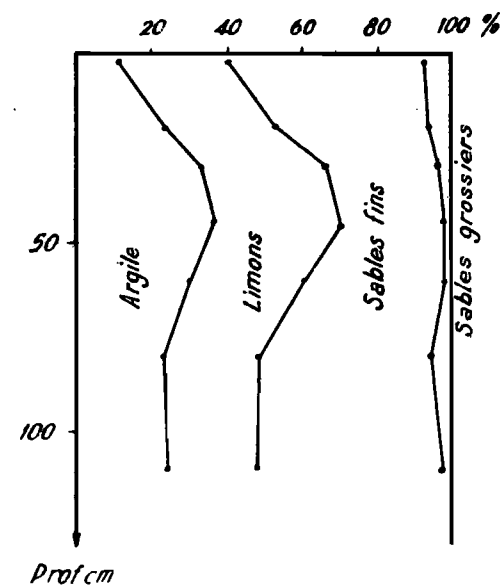


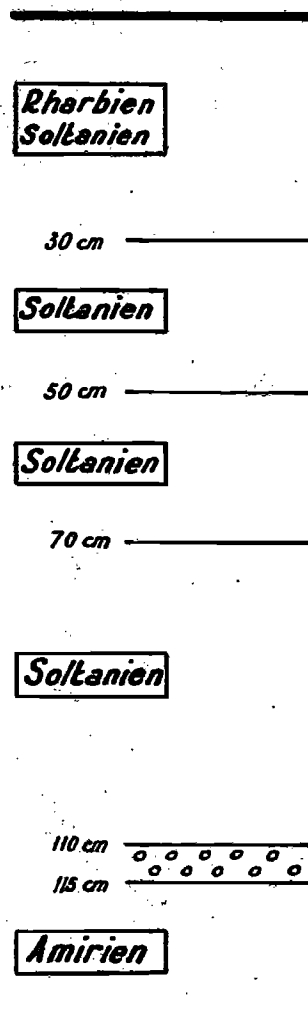
Fig. n° II-9-16

SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES **A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE** **TYPE 4**

(Sur roche-mère assez argileuse; non ou peu salés en profondeur; alcalisation variable)

PROFIL - TYPE

(Zebra)



Brun assez gris.
 Structure polyédrique assez forte.
 Légèrement caillouteux.

Brun - ocre.
 Structure polyédrique forte.
 Quelques taches calcaires.

Brun-ocre plus rouge.
 Structure polyédrique assez fine.
 Taches calcaires nombreuses.

Brun - ocre clair.
 Structure polyédrique au sommet,
 massive à la base.
 Diminution puis disparition des taches
 calcaires en profondeur.

Brun - ocre rouge.
 Structure polyèdre-cubique fine à
 facettes lissées.
 Taches calcaires nombreuses.

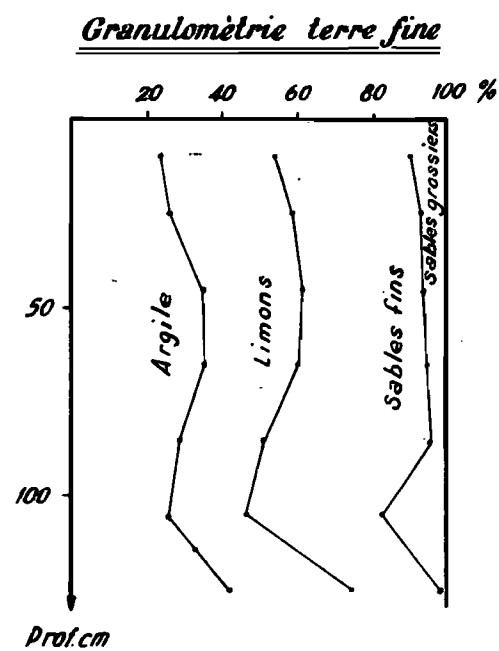
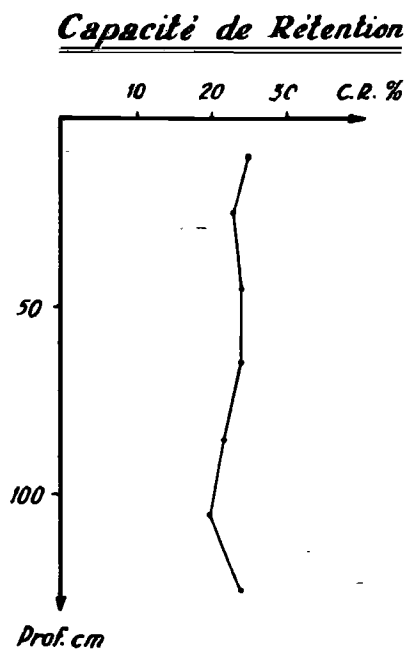
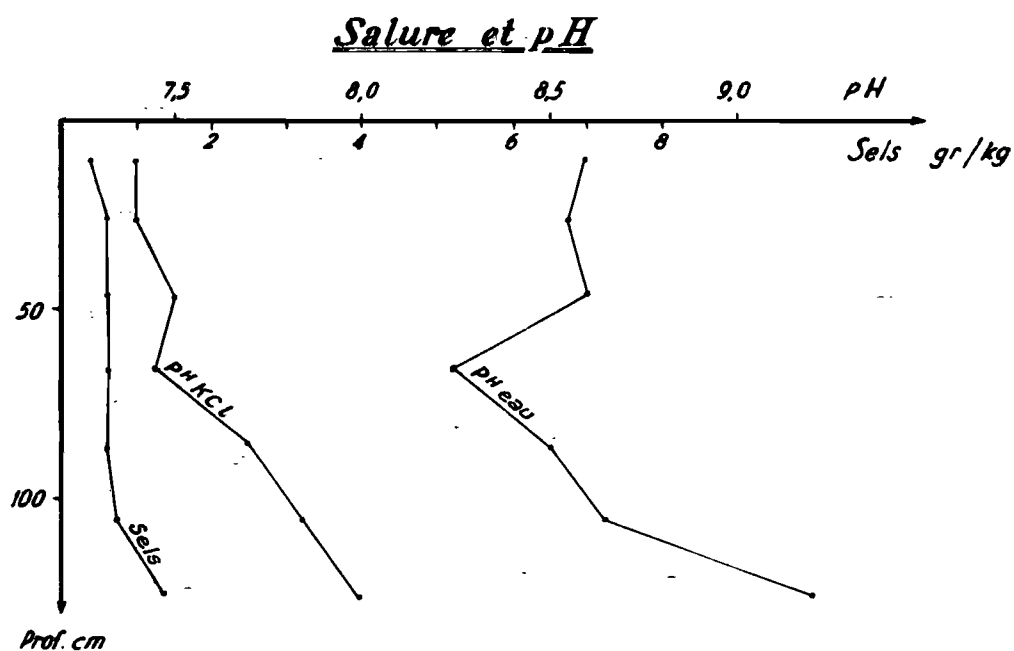
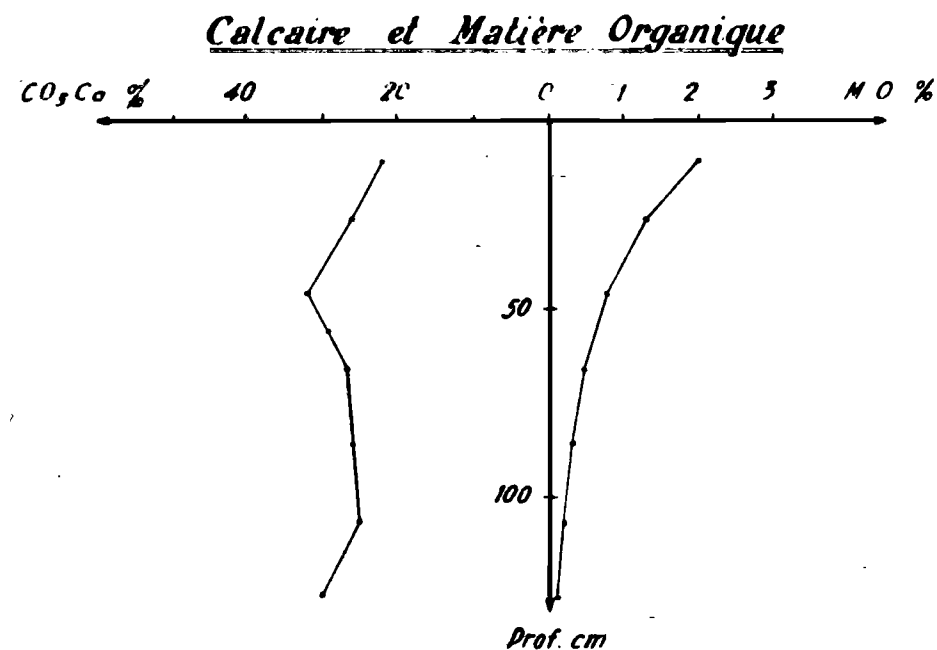
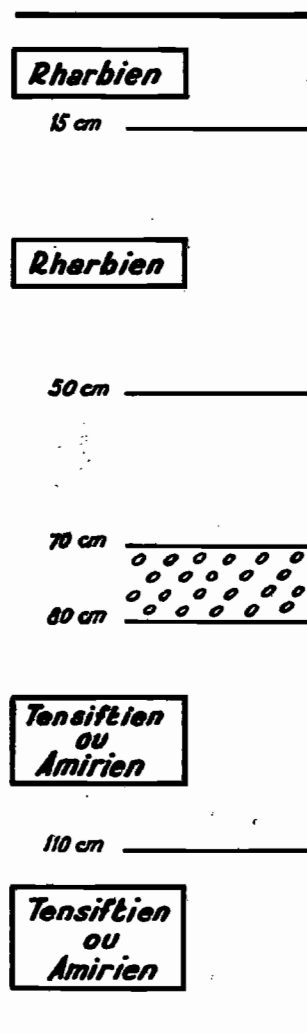


Fig. n° II. 9. 17

**SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES
A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE
TYPE 5**

PROFIL-TYPE

(Bou - Areg)



Brun. Structure lamellaire à cubique assez large, très tassée. Texture sablo-argileuse.

Brun plus foncé.
Structure polyédrique; sous structure grumeleuse.
Texture limono-argileuse.

Brun-jaune. Structure polyédrique.
Texture sablo-argileuse. Quelques petites taches calcaires.

Cailloutis limoneux.

Brun-ocre rouge.
Structure polyédro-cubique.
Taches calcaires nombreuses.

Brun-ocre rouge.
Structure polyédro-cubique.

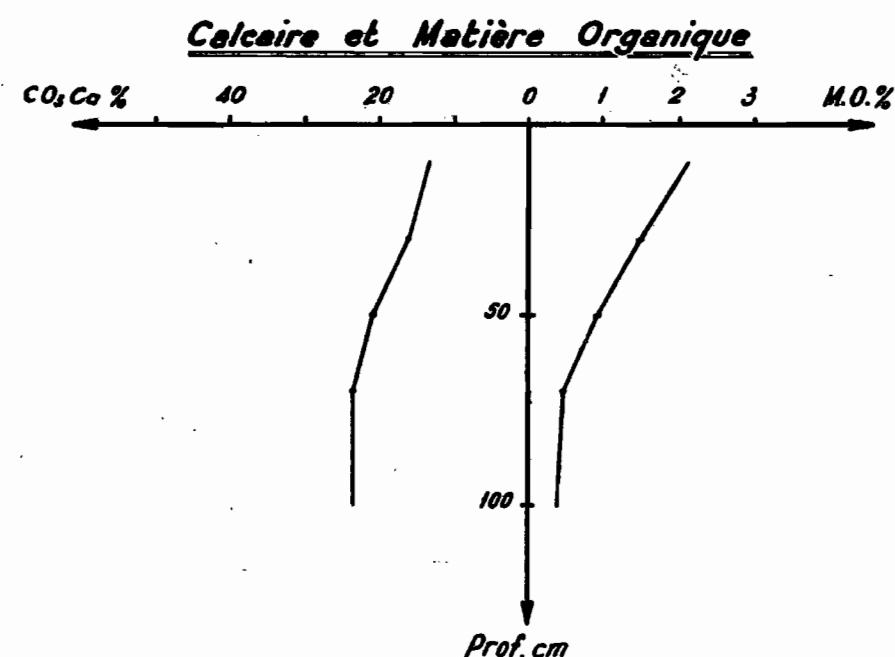


Fig. n° II-9.18

SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES **A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE** **TYPE 6**

(Sur roche-mère complexe, très argileuse en profondeur ;
 alcalisés, non salés en profondeur)

PROFIL - TYPE (Gareb)

Rharbien

15 cm

Soltanien

30 cm

Soltanien

50 cm

**Tensiftien
ou
Amirien**

Brun-gris. Structure molleuse, forte,
compacte.

Brun plus rouge.
Structure polyédrique.

Brun-ocre rouge. Structure polyédrique
de plus en plus fine vers le bas. Taches
calcaires ; quelques granules.

Brun-rouge.
Structure polyédrique fine.
Taches et surtout granules calcaires
très nombreux.

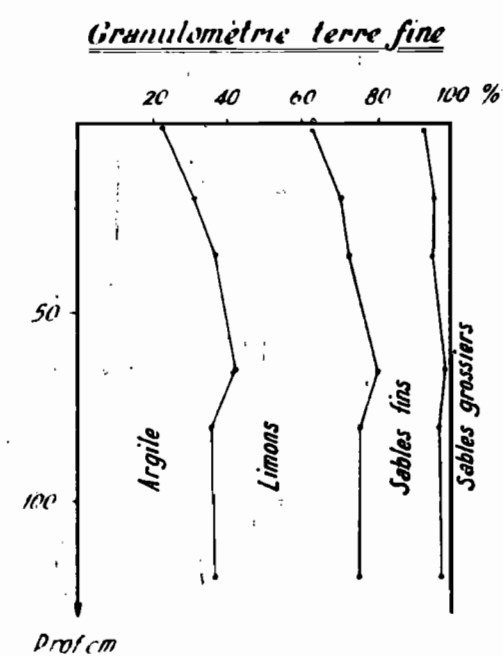
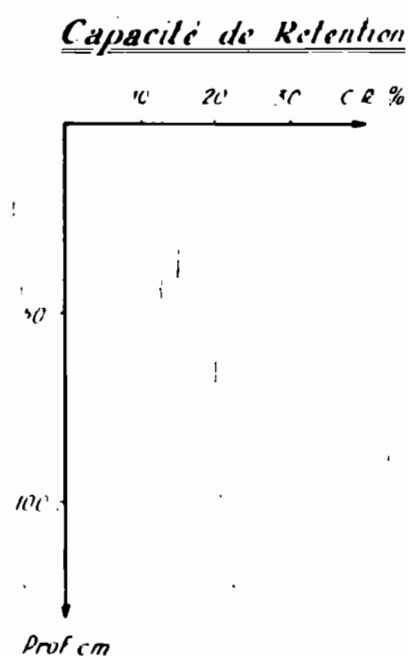
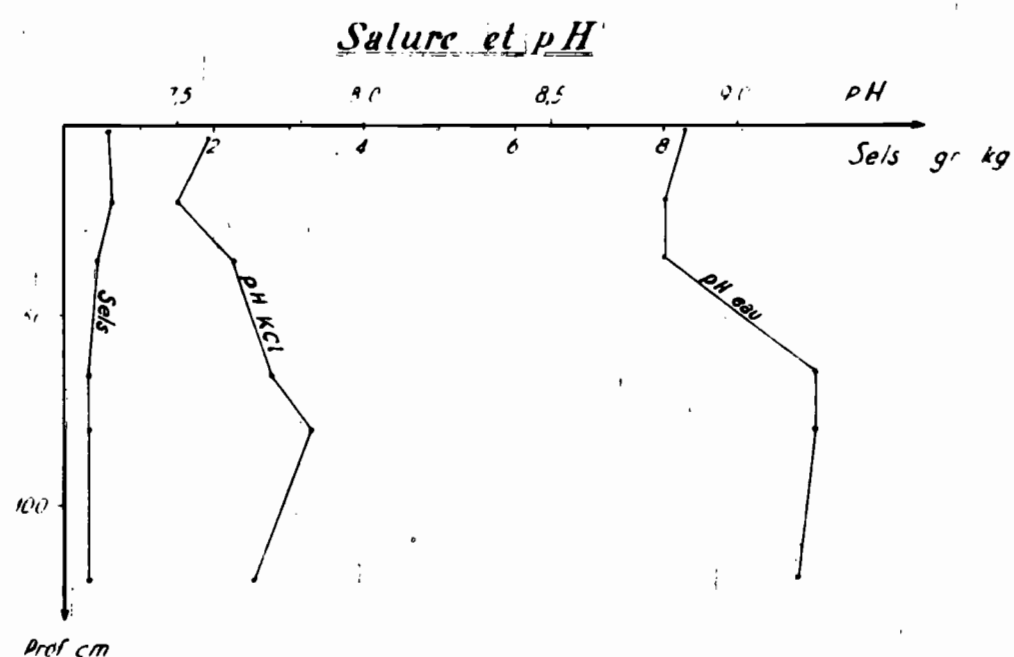
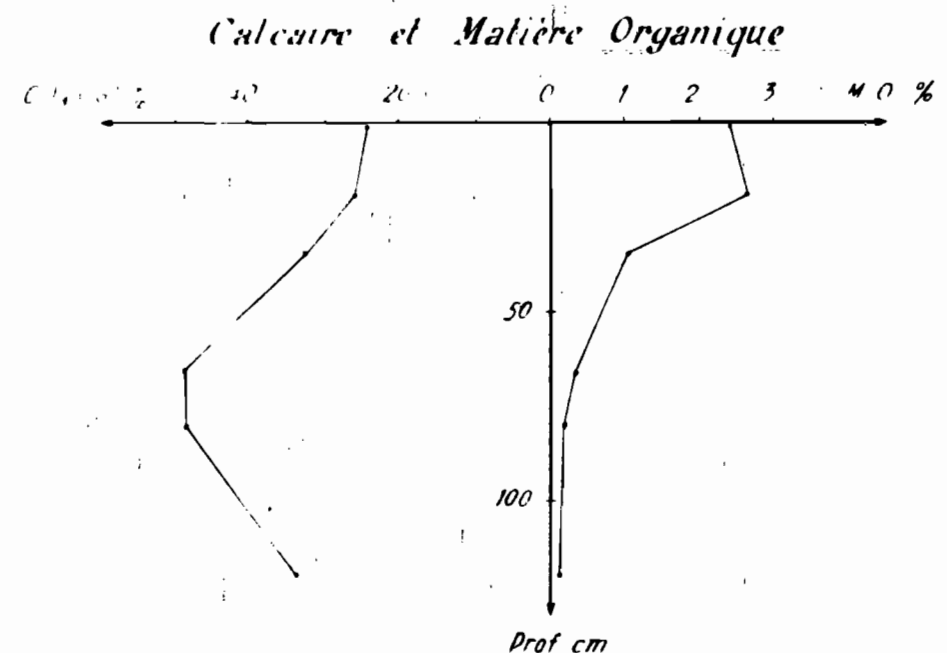


Fig. n° II-9-19

SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE

TYPE 7

(Sur roche-mère assez argileuse; non salés en profondeur;
alcalisation variable)

PROFIL - TYPE

(Gareb)

Rharbien

10 cm

Soltanien

30 cm

Soltanien

70 cm

Soltanien

Brun-gris. Structure motteuse à polyédrique,
dure, compacte.

Brun-ocre clair.
Structure polyédrique plus fine.

Brun-ocre rouge.
Structure polyédrique assez fine.
Taches calcaires assez nombreuses
légèrement durcies.

Brun-ocre.
Structure polyédrique plus large, forte
Pas de taches calcaires.

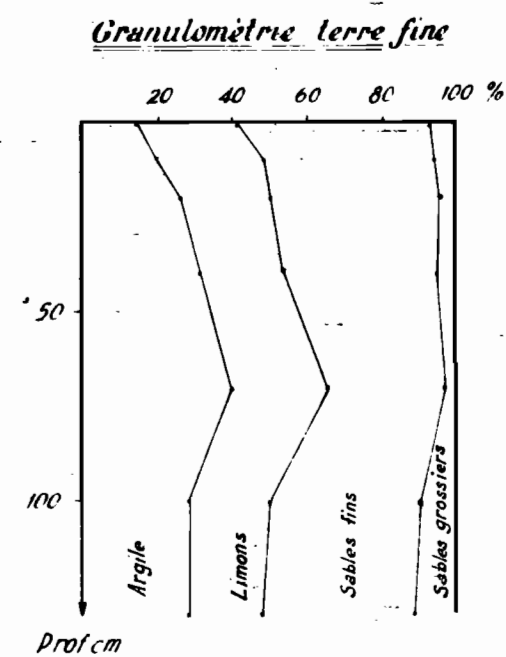
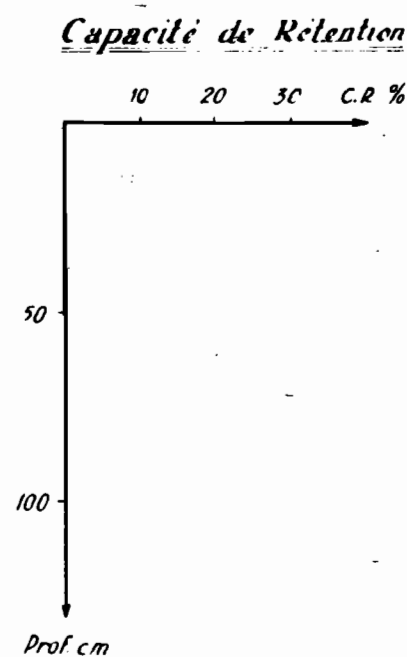
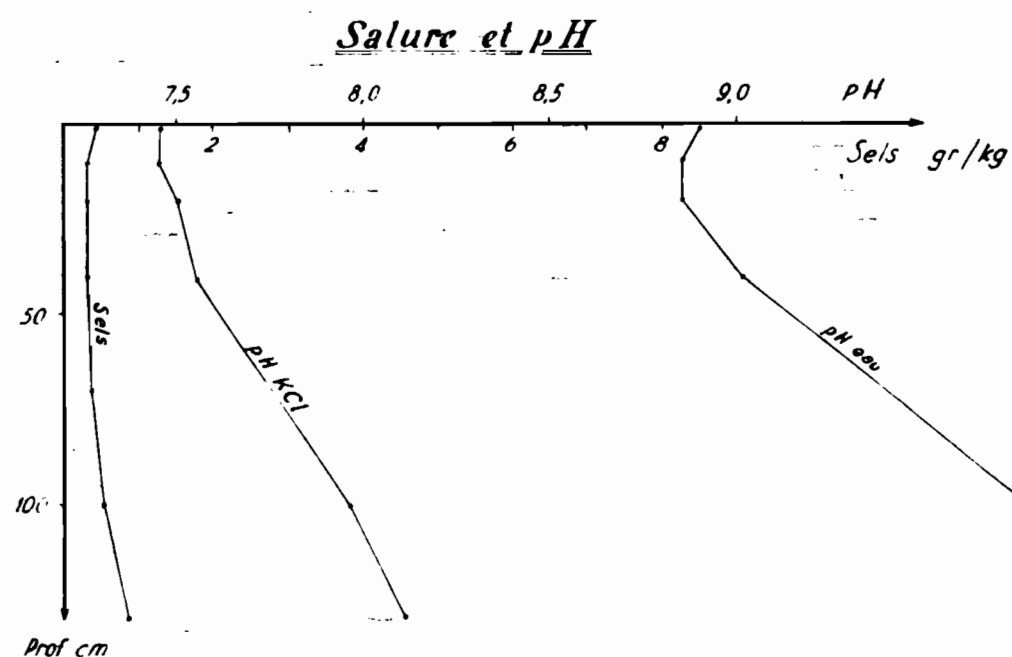
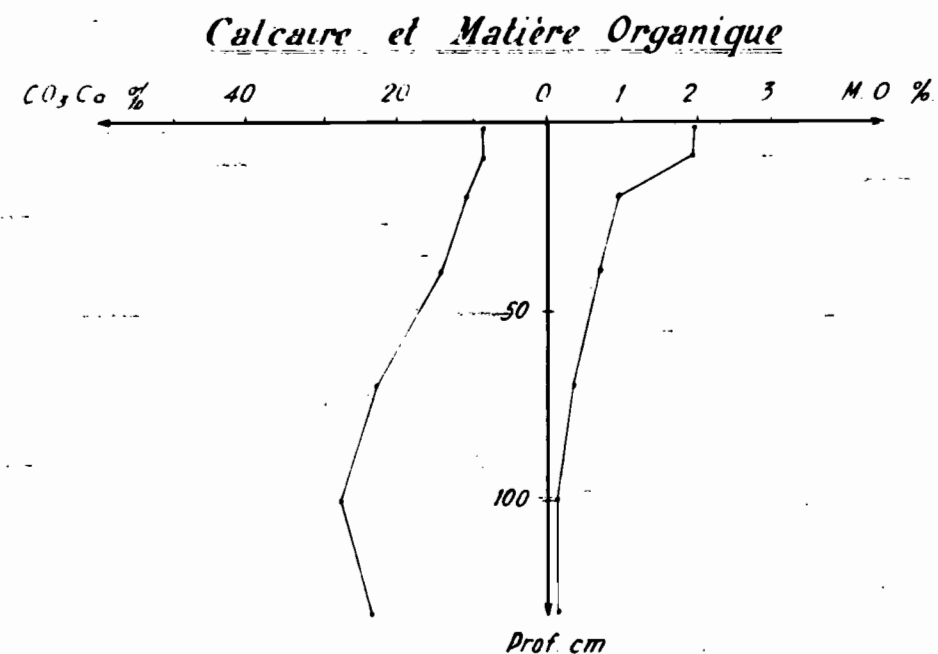


Fig. n° II-9-20

SOLS BRUNS - ROUGES STEPPIQUES JEUNES SUR SOL TIRSIFIÉ

PROFIL - TYPE **(Bout Areg)**

Rharbien

20 cm

Rharbien

40 cm

**Rharbien
ancien
ou
Soltanien**

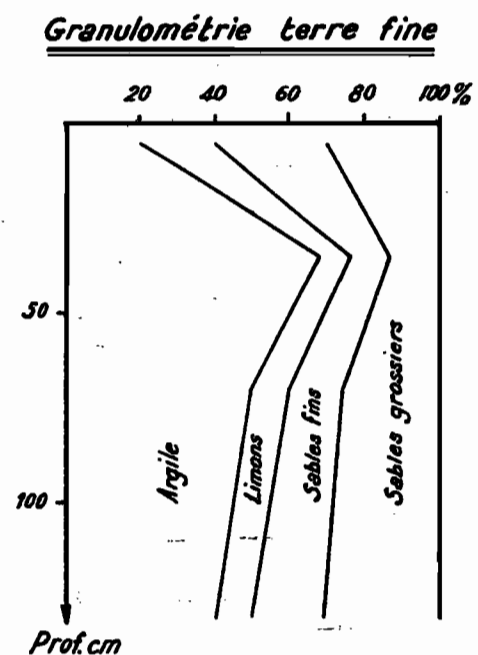
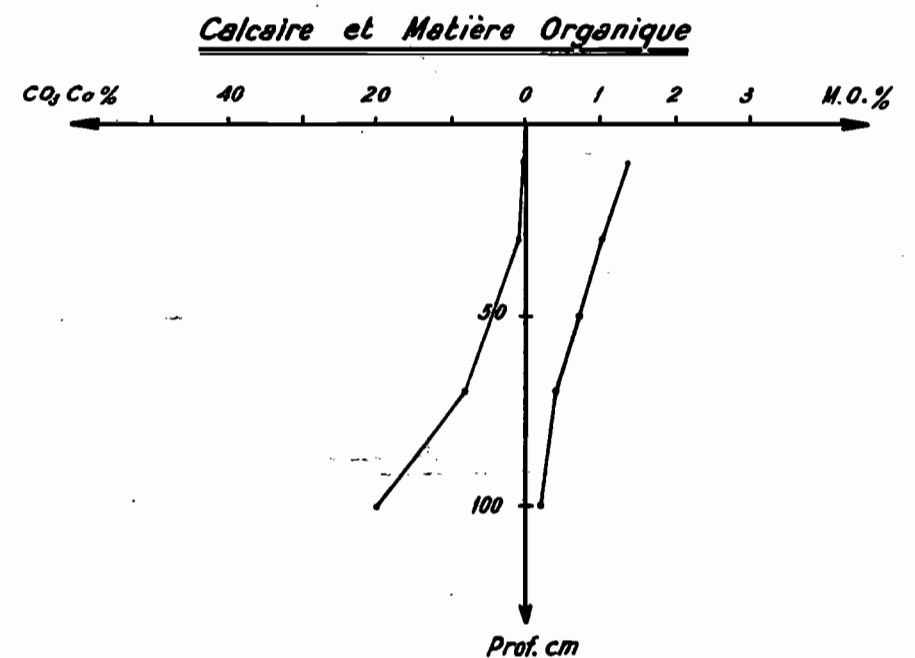
120 cm

*Brun clair.
Structure faible nuciforme.*

*Brun.
Structure légèrement cubique.*

*Brun-gris foncé.
Structure polyédrique large à faces lisses,
compacte et dure.*

*Brun-clair.
Structure massive.*



SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES JEUNES NON CAILLOUTEUX

PROFIL - TYPE

(Zebra)

Actuel

10 cm

*Brun très clair. Structure nuciforme très faible;
sur-structure lamellaire. Débris de coquilles
d'escargots très nombreux. Quelques cailloux.*

Rharbien

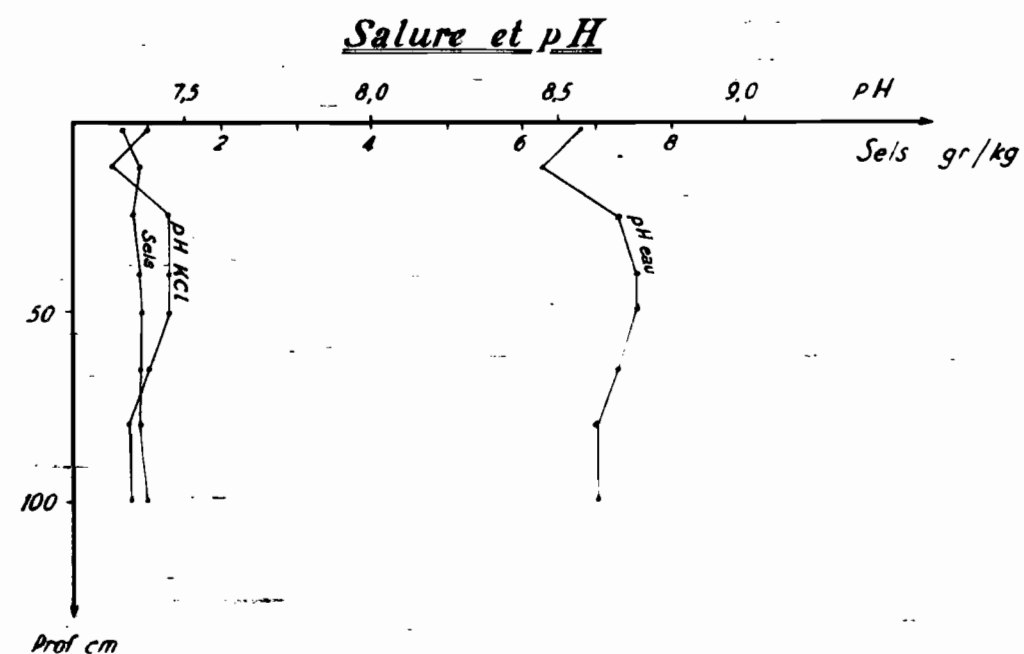
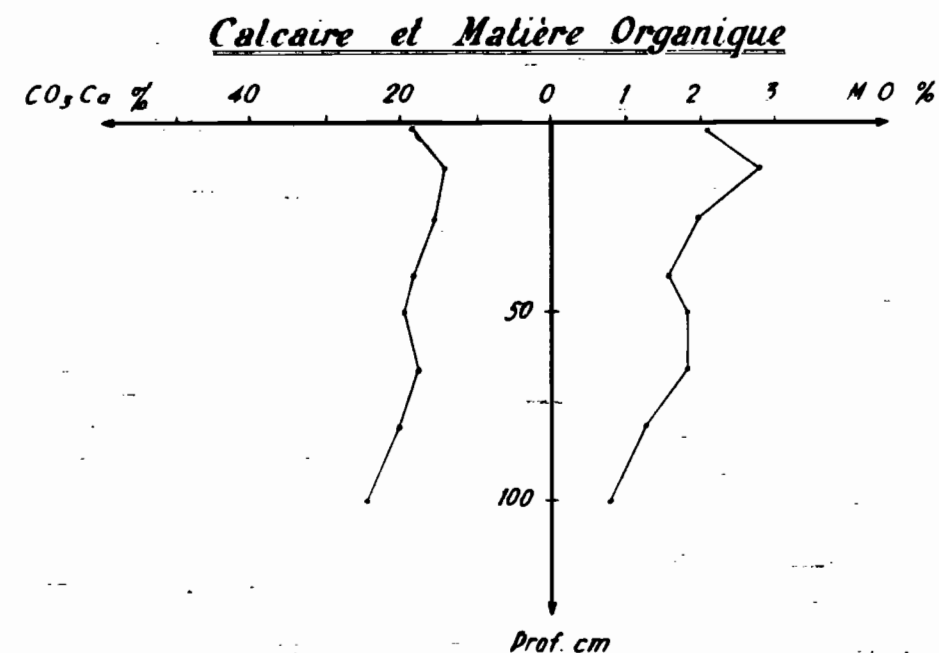
*Brun-ocre clair.
Structure polyédrique à nuciforme au
sommet, puis polyédrique large et faible.
Un peu caillouteux en profondeur.*

70 cm
72 cm

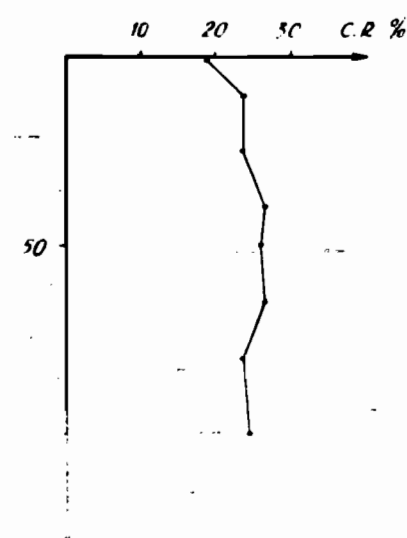
Cailloutis.

Soltanien

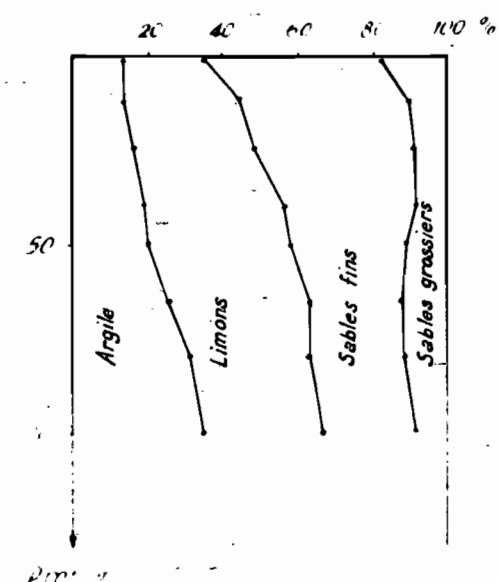
*Brun-ocre rouge.
Structure polyédrique large et forte.*



Capacité de Retention

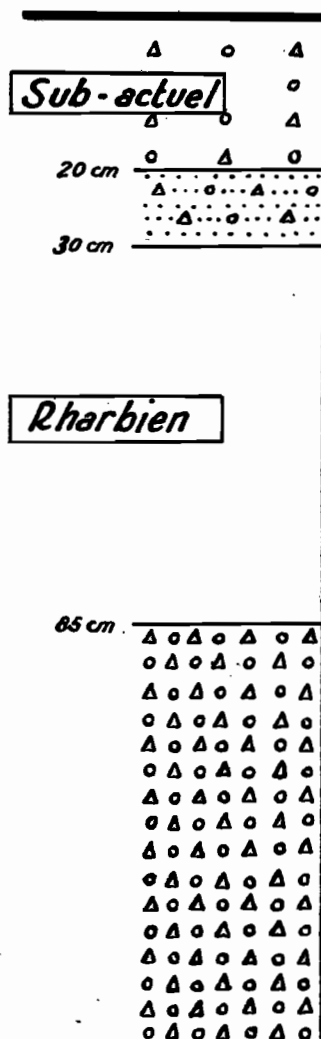


Granulométrie terre fine



SOL JEUNE ALLUVIAL CAILLOUTEUX

PROFIL - TYPE (Zebra)



Brun. Structure nuciforme faible.
Fortement caillouteux ; surface
très caillouteuse.

Cailloutis sableux.

Brun.
Structure massive, peu compacte.
Légèrement caillouteux.

Cailloutis.

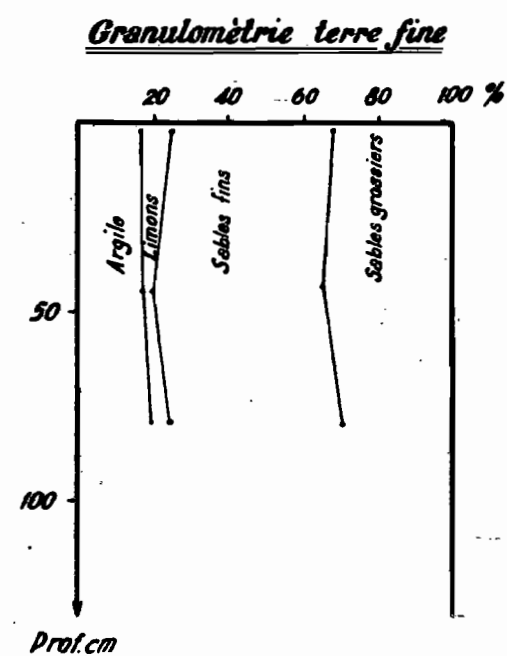
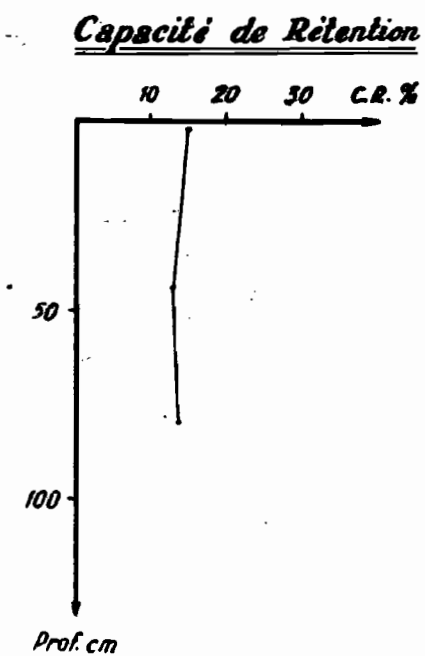
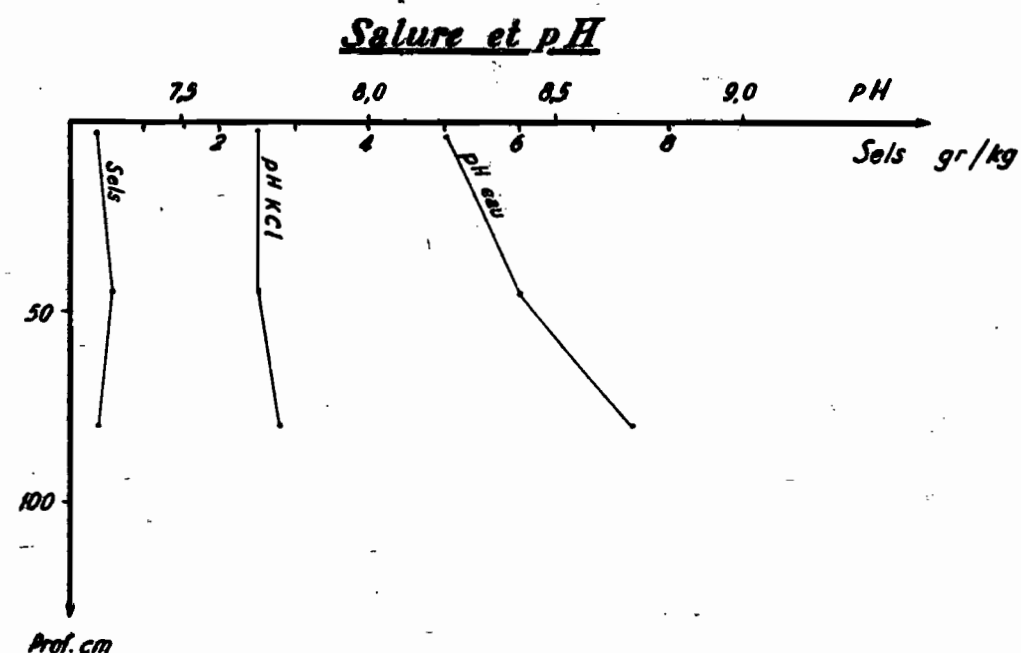
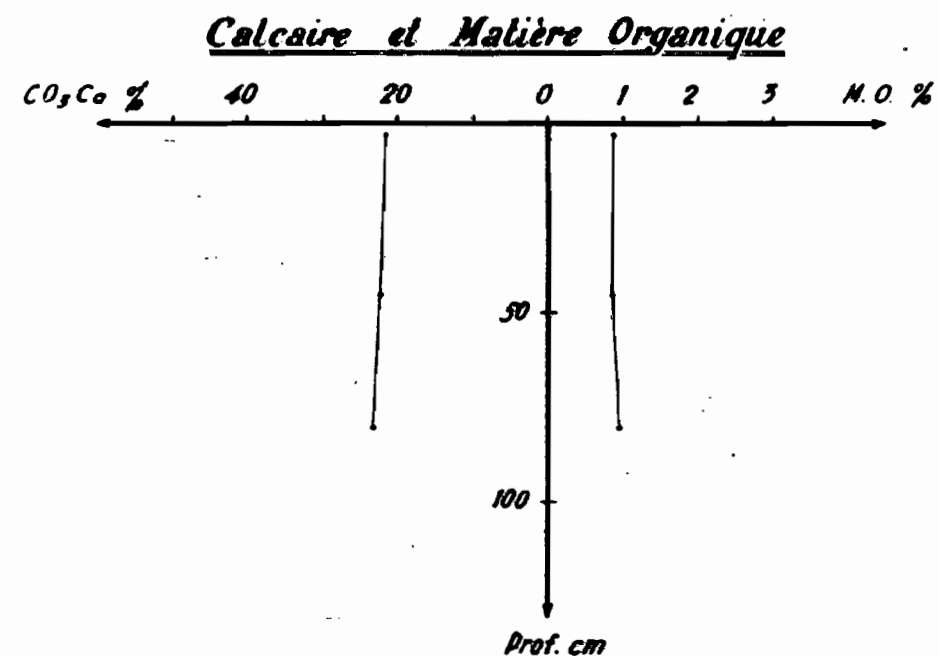
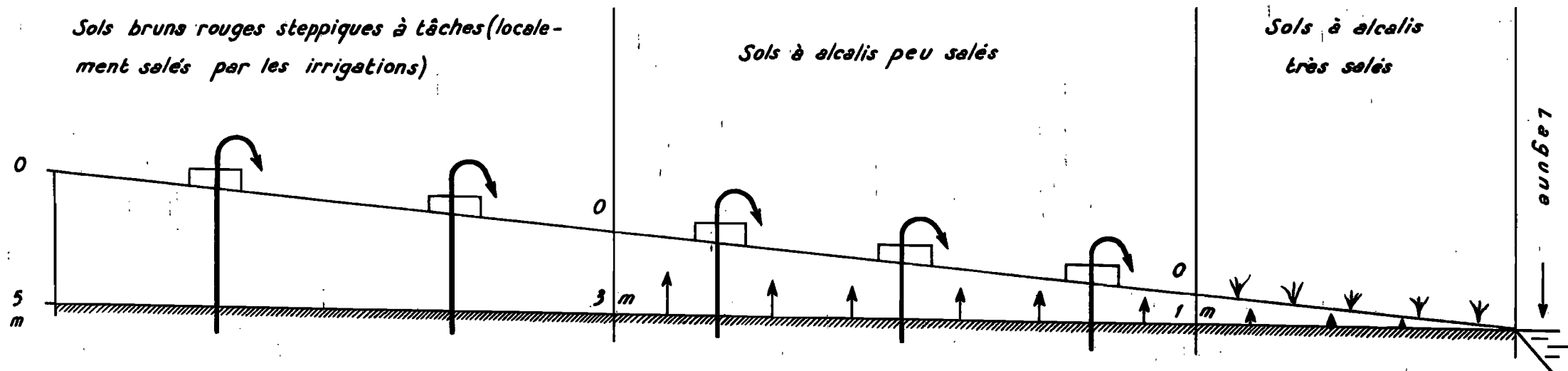


Fig. n° II-9-23



LEGENDE

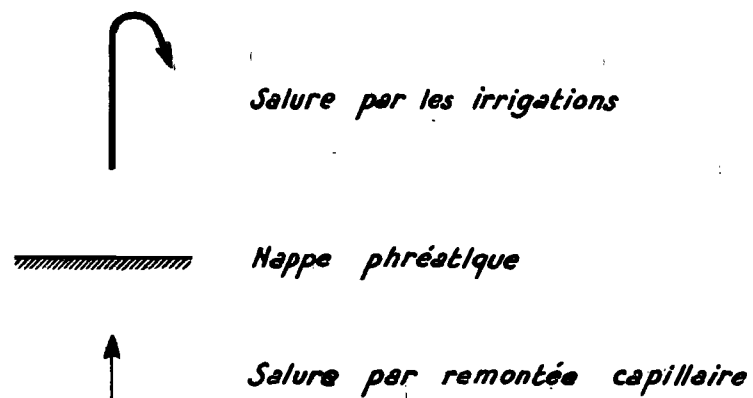
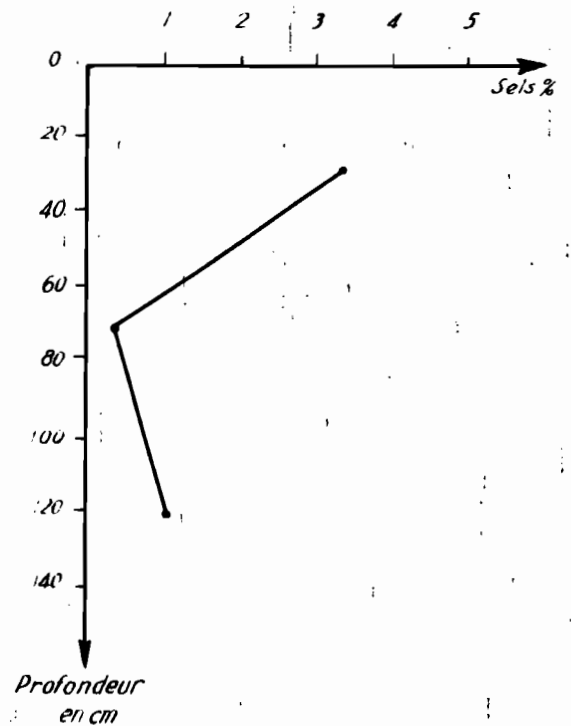
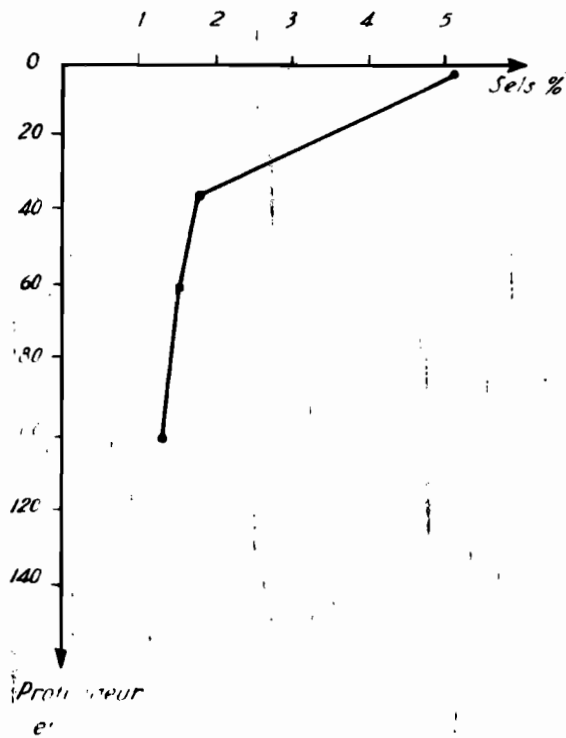


Fig. n° II-9-24
PLAINE DU BOU-AREG
Chaîne des sols de la zone littorale

SOLS SALES DU BOU-AREG

Exemples de la Repartition des Sels dans les Profils

Sols à alcalis très salés



Sols à alcalis peu salés

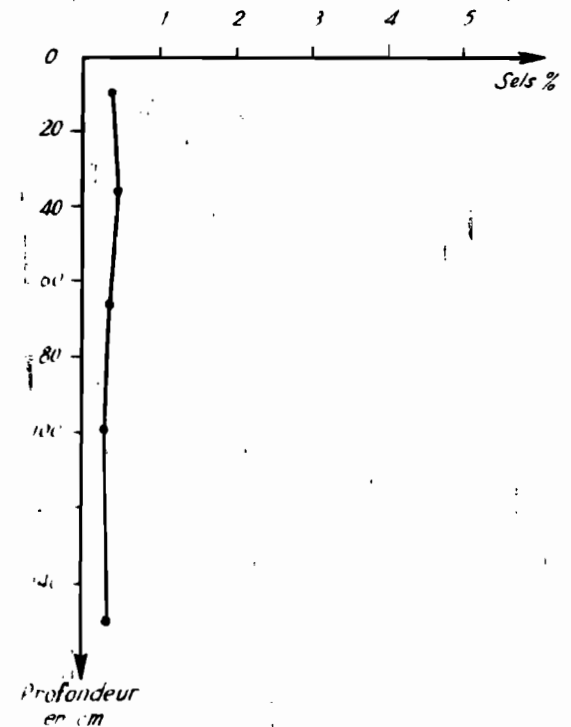
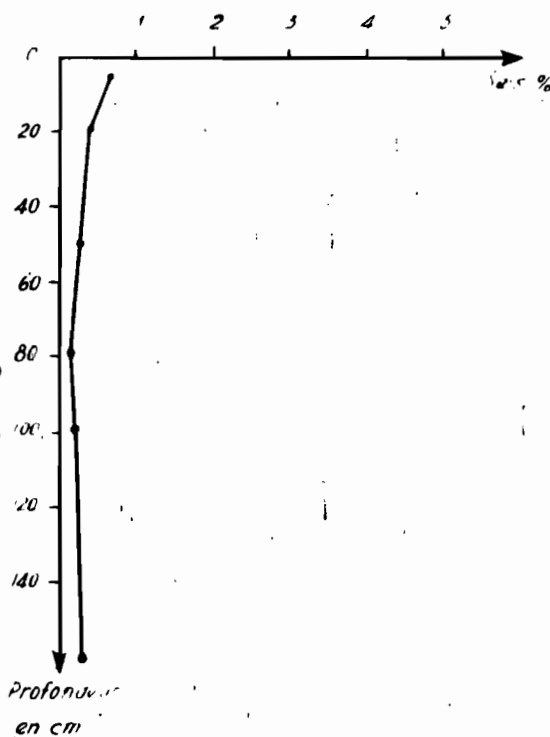
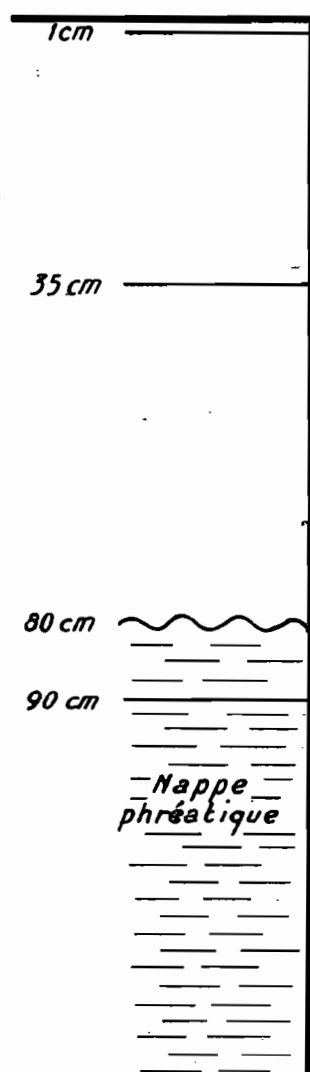


Fig. n° 119 25

SOLS A ALCALIS TRES SALES HYDROMORPHES EN PROFONDEUR

PROFIL - TYPE

(Bou - Areg)



Brun foncé. Glacé. Efflorescences salines. Texture sablo-argileuse

Bleu noir; tâches rouilles.

Structure polyédrique; sous-structure grumeleuse.

Texture argilo-sableuse.

Racines nombreuses.

Gris-bleu clair; larges tâches rouilles.

Structure massive.

Texture argilo-sableuse.

Gris clair.

Structure massive.

Texture argilo-sableuse.

**SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES
A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE
SUR ENCROUTEMENT GRANULAIRE
ET NODULAIRE**

PROFIL - TYPE

(Zebra)

Rharbien

20 cm

Soltanien

45 cm

75 cm

Tensiftien

Brun-ocre clair. Structure polyédrique, légèrement nuciforme en surface. Quelques cailloux, un peu plus nombreux à la base.

Brun-ocre, plus rouge en profondeur. Structure polyédrique fine. Graveleux et finement caillouteux. Taches calcaires durcies, de plus en plus nombreuses vers le bas.

Encroûtement granulaire et nodulaire, assez tuffeux au sommet, blanc-rose. Structure feuilletée, surtout au sommet; sous-structure polyédrique fine. Graveleux et finement caillouteux.

Brun-ocre, clair au sommet, de plus en plus rouge en profondeur.

Structure polyèdre-cubique fine à facettes lissées. Graveleux et finement caillouteux. Taches et granules calcaires nombreux; nodules calcaires en profondeur.

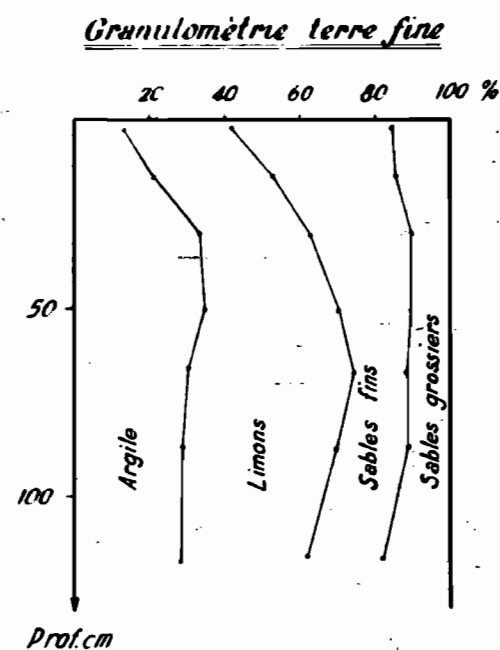
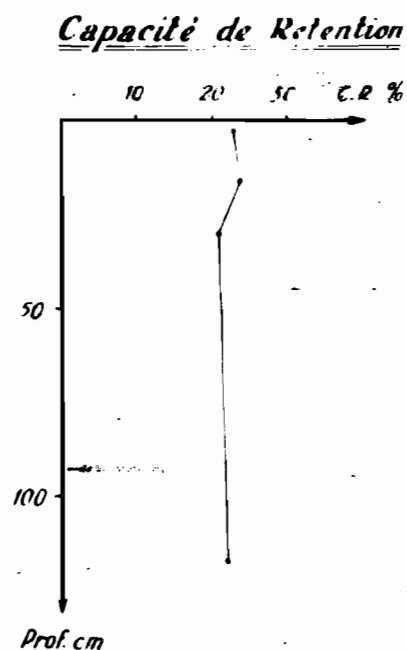
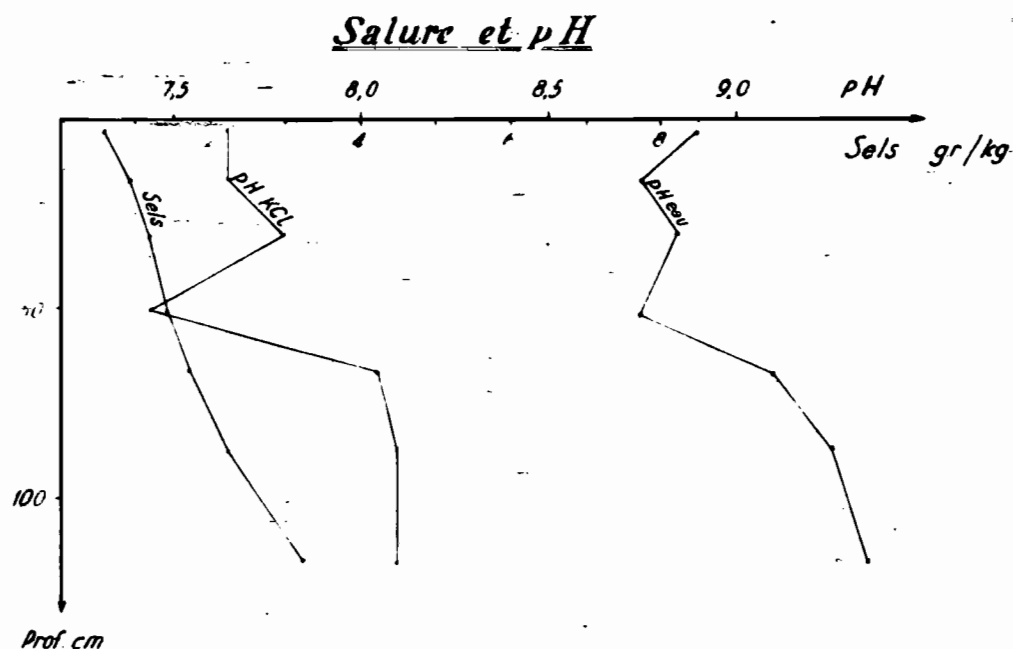
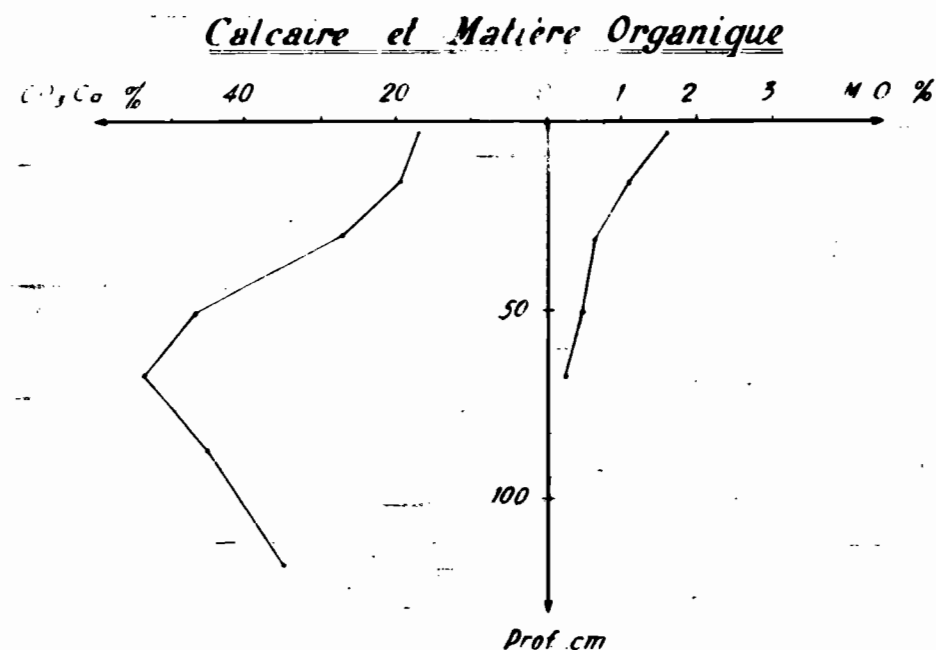
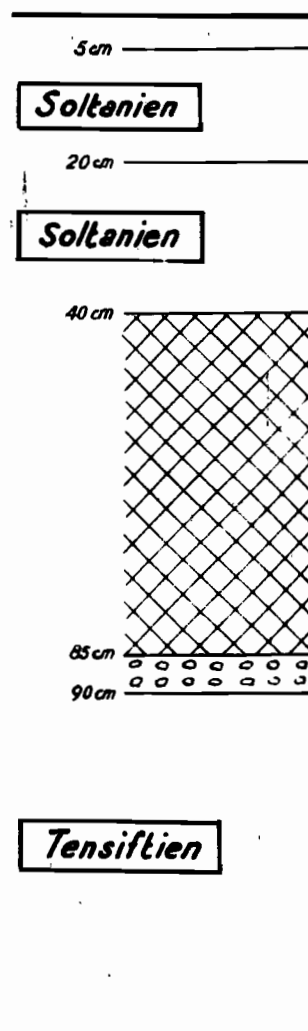


Fig. n° II-9-27

**SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES
A TACHES, NON OU PEU CALCAIRES EN
SUREACE, SUR ENCROUTEMENT TUFFEUX**

PROFIL - TYPE

(Bou-Areg)



*Brun-ocre. Structure nuciforme faible. Caillouteux.
Brun-ocre-rouge.
Structure polyédrique et grumeleuse fine.
Texture sablo-argileuse.*

*Brun-ocre-rouge plus foncé.
Structure polyédrique fine.
Texture sablo-argileuse et graveleuse.
Quelques graviers encroûtés.*

*Encroûtement tuffeux, friable, blanc-jaune.
Sans structure.
Quelques lits de graviers.*

Cailloutis

*Brun-ocre-rouge.
Structure polyédrique.
Texture sableuse.
Taches calcaires.*

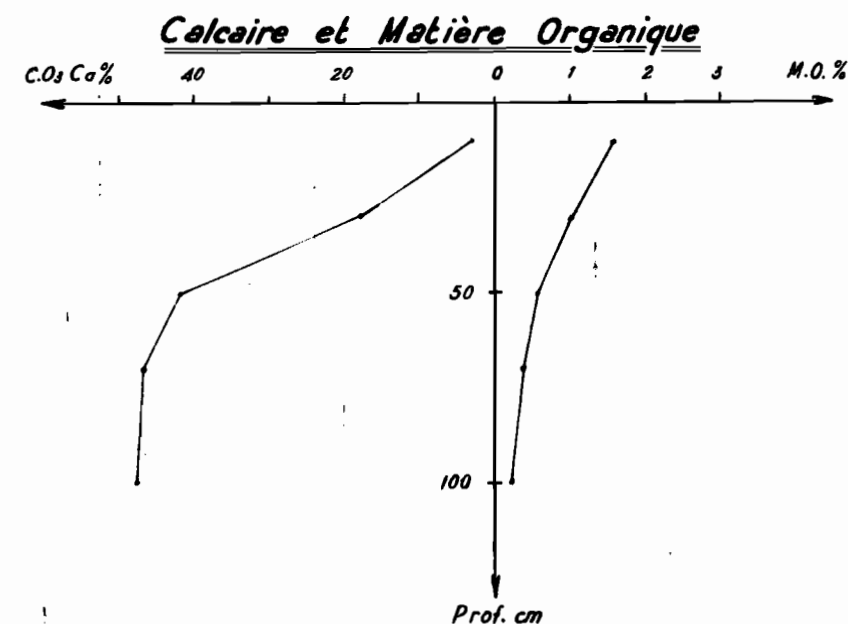
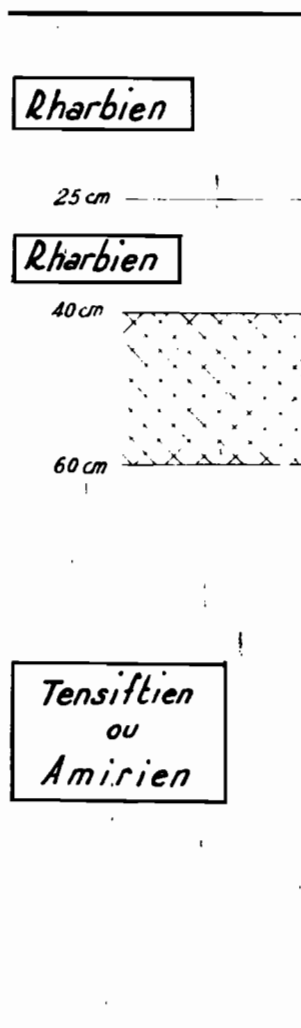


Fig. n° II-9-28

SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE SUR ENCROUTEMENT TUFFEUX

PROFIL - TYPE

(Bou - Areg)

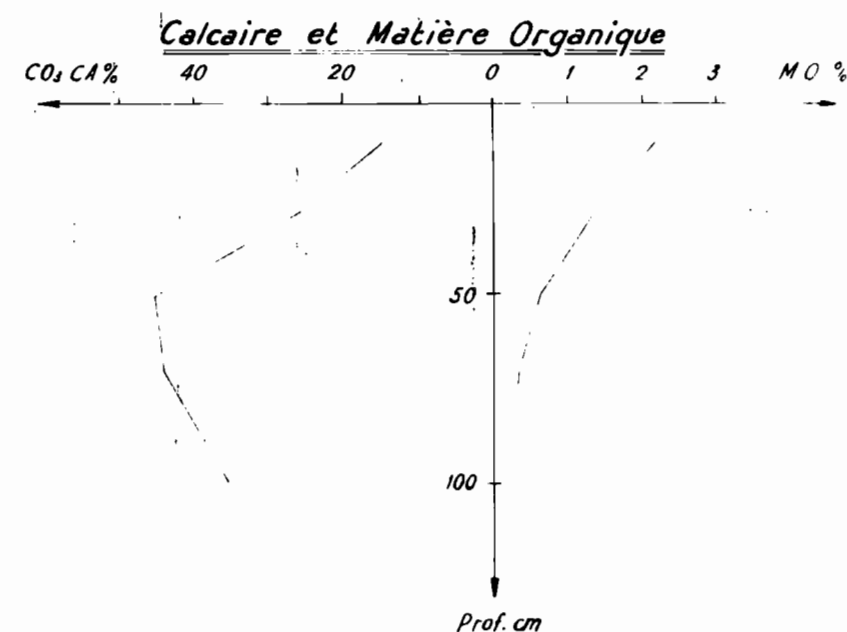


*Brun.
Structure grenue à nuciforme.
Texture sableuse à sablo-argileuse.*

*Brun. Structure nuciforme ; sous-structure
grumeleuse. Texture sablo-argileuse. Quelques
taches et granules calcaires.*

*Encroûtement tuffeux, friable,
blanc-jaune*

*Brun ocre-rouge.
Structure polyédrique.
Texture sablo-argileuse.
Taches calcaires.*



**SOLS BRUNS - ROUGES STEPPIQUES
A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE
SUR ENCROûTEMENT TUFFEUX**

PROFIL - TYPE
(Zebra)

Soltanien

25 cm

Soltanien

40 cm

60 cm

Tensiftien

*Brun - ocre, plus rouge en profondeur.
Structure nuciforme en surface, polyédrique
en profondeur.*

*Brun - ocre rouge. Structure polyédrique fine
Taches calcaires.*

Encroûtement tuffeux blanc.

*Brun - ocre, de plus en plus rouge avec la
profondeur.
Structure polyédro - cubique fine à facettes
lissées, de plus en plus compacte avec la
profondeur.
Texture localement gréveuse et finement
caillouteuse.
Taches calcaires, très nombreuses au
sommet, de moins en moins nombreuses avec
la profondeur.*

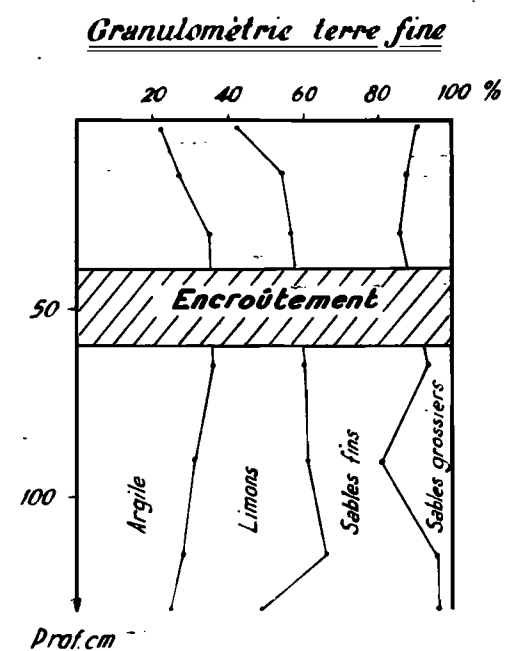
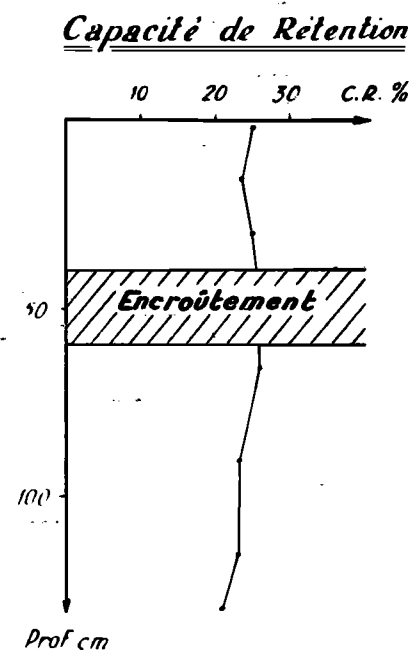
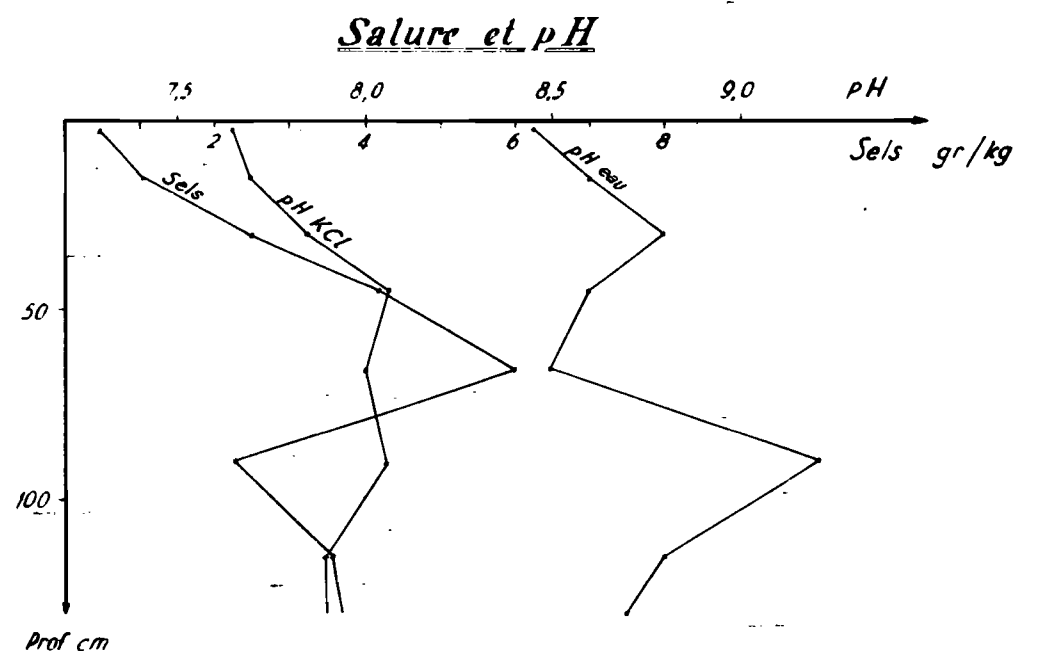
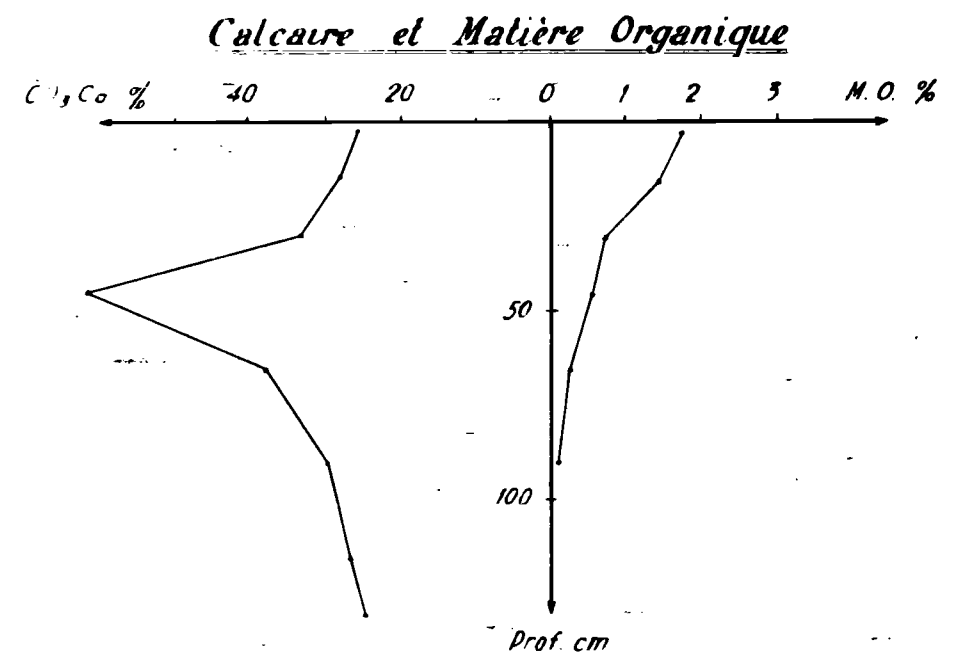
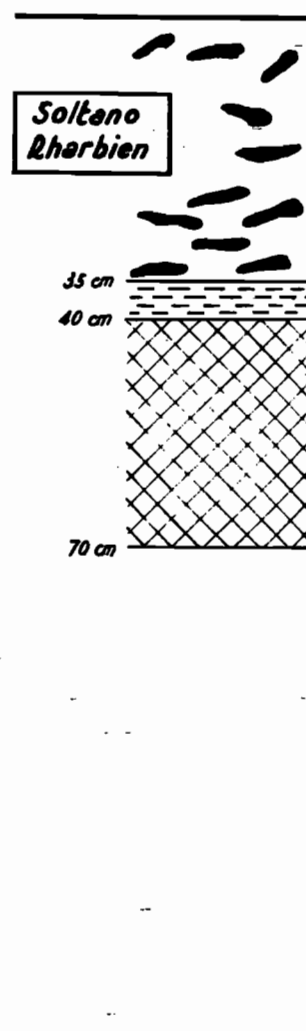


Fig. n° II-9-30

RENDZINE **SUR CROUTE TENDRE PEU EPAISSE**

PROFIL - TYPE **(Bou-Areg)**

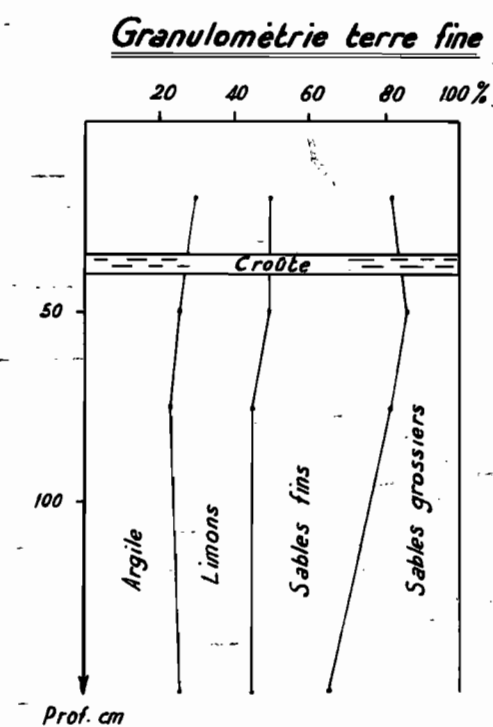
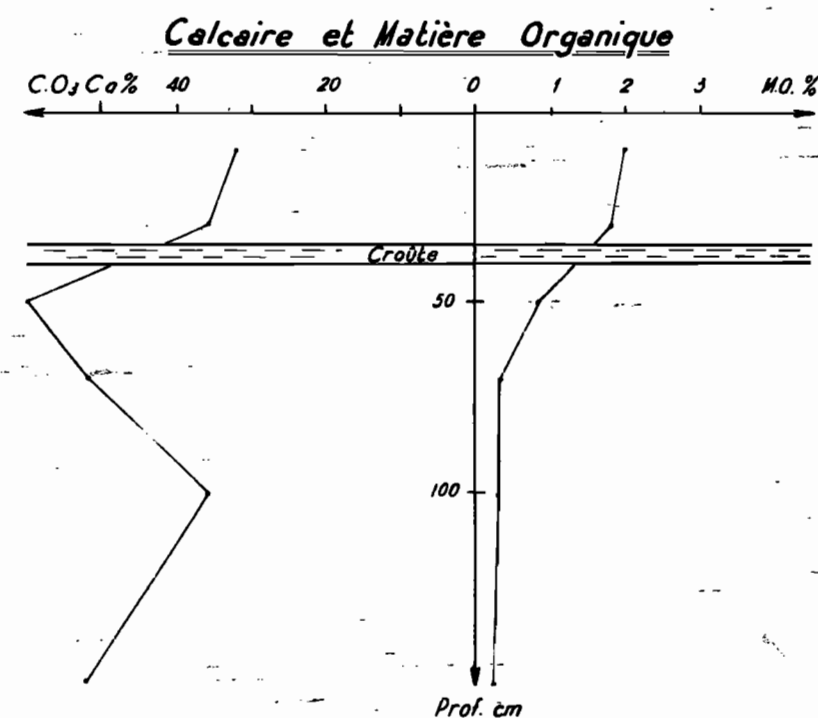


*Gris-brun, plus foncé en profondeur.
 Structure granue fine.
 Caillouteux: débris de croûte.*

*Croûte lamellaire, blanche, discontinue,
 friable.*

Encroûtement tuffeux, blanc, friable.

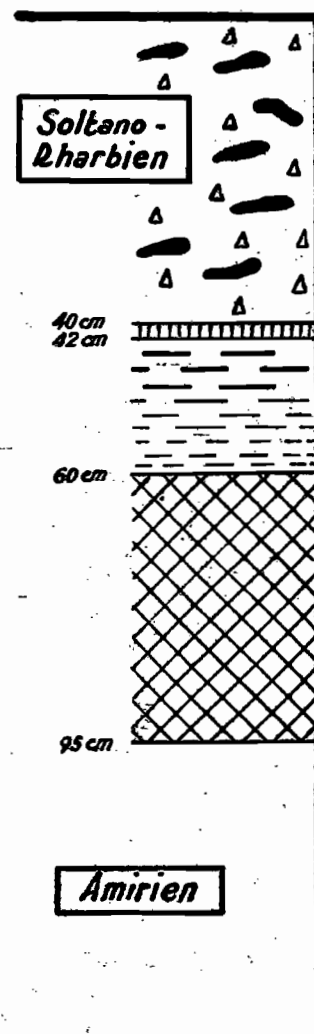
*Brun-ocre-rouge.
 Structure polyédrique.
 Taches calcaires nombreuses.*



**SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES A TACHES
CALCAIRES EN SURFACE
SUR CROUTE TENDRE PEU EPAISSE
AVEC DALLE RUBANNEE FINE EN SURFACE**

PROFIL - TYPE

(Zebra)



Brun en surface ; brun-ocre en profondeur.
Structure polyédrique à nuciforme en surface,
polyédrique en profondeur.
Caillouteux : débris de dalle rubannée et de
croûte.

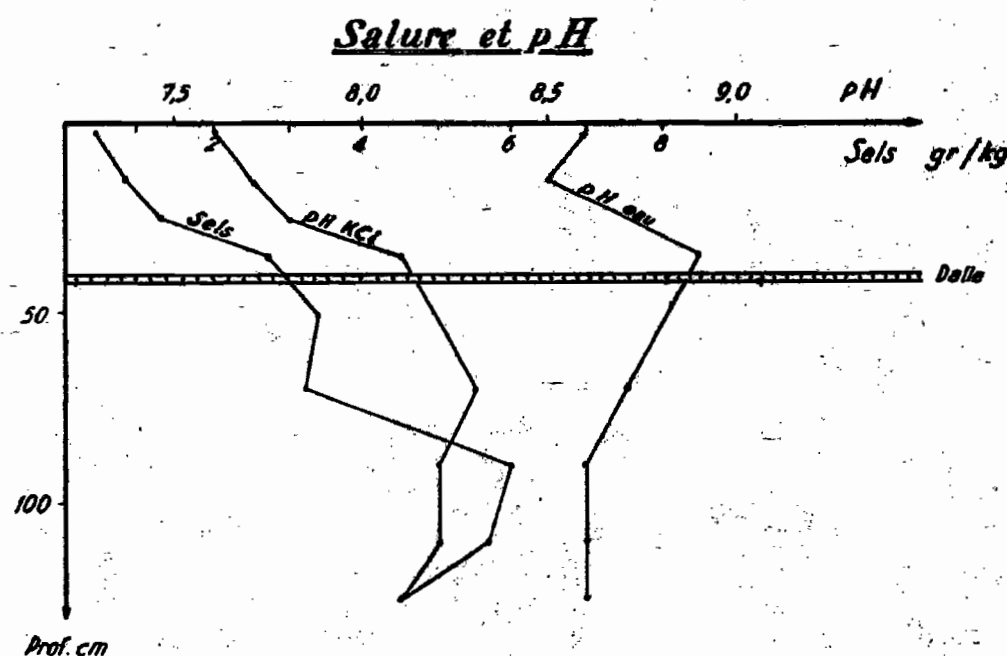
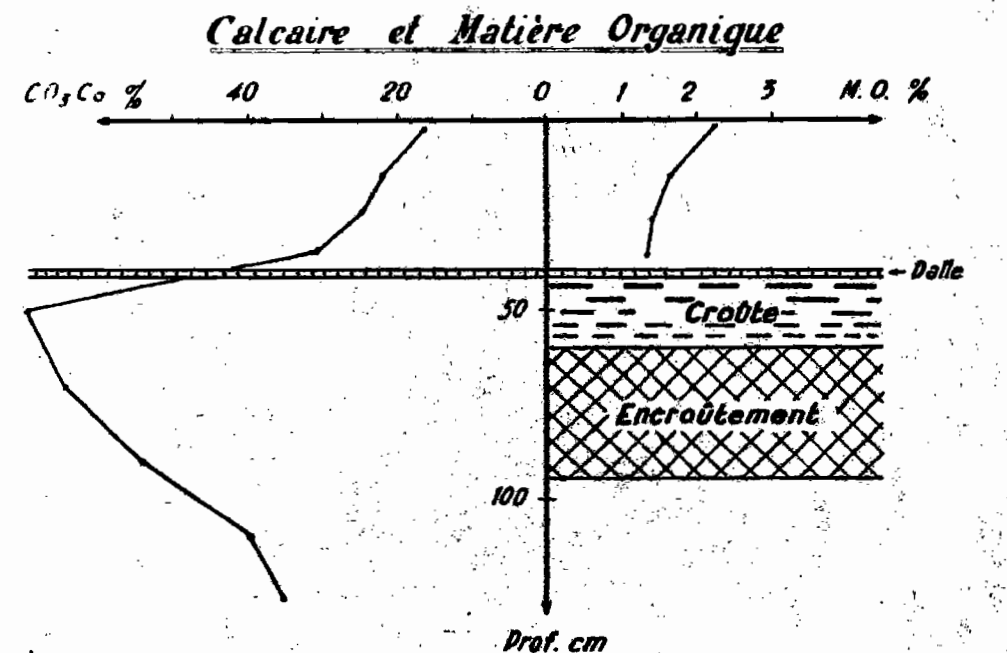
Taches calcaires à partir de 30 cm.

Dalle rubannée rose, discontinue, brisée.

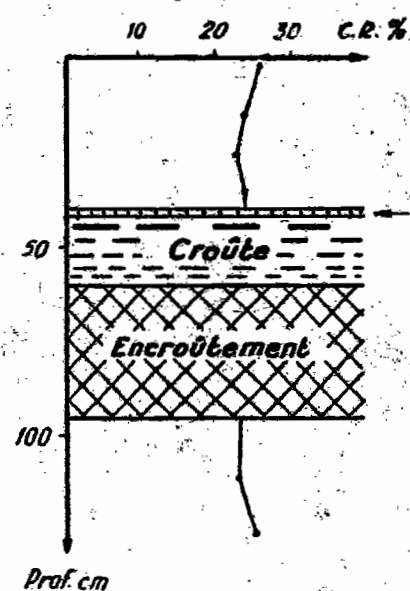
Croûte lamellaire blanche ; feuillets épais et
durcis au sommet, de plus en plus fins
et de plus en plus tendres vers le bas.

Encroûtement luffeux, blanc, assez dur au
sommet, plus tendre en profondeur.
Structure finement feuilletée.

Brun-ocre, de plus en plus rouge vers le bas.
Structure polyèdre-cubique fine à facettes
lissées.
Taches calcaires nombreuses.



Capacité de Retention



Granulométrie terre fine

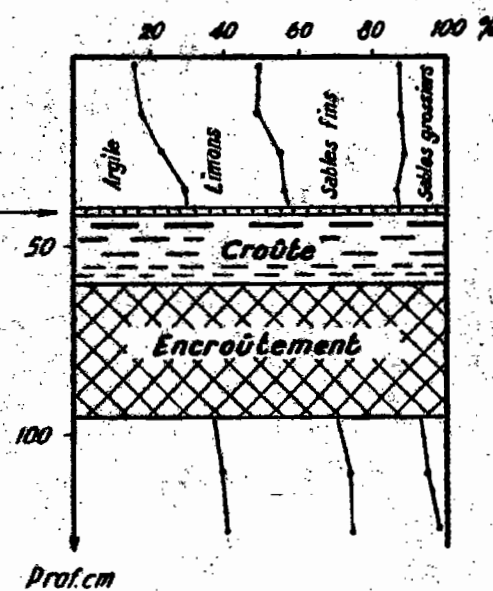
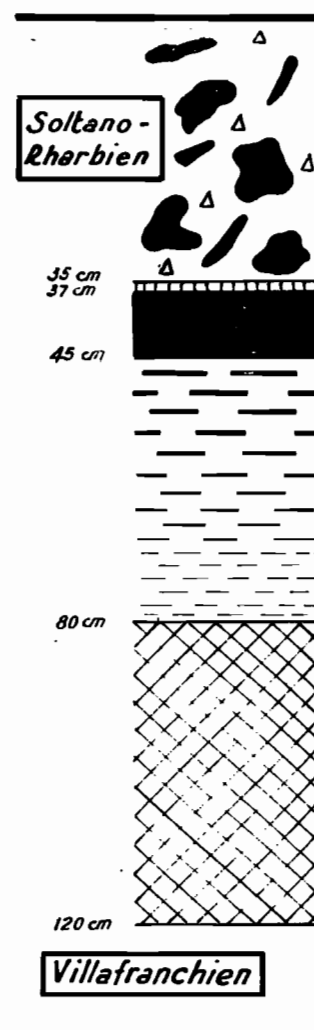


Fig. n° II-9-32

**SOLS BRUNS ROUGES STEPPIQUES
A TACHES, CALCAIRES EN SURFACE
SUR CROUTE DURE EPAISSE
AVEC DALLE EPAISSE EN SURFACE**

PROFIL - TYPE
(Zebra)



Brun-ocre, plus rouge en profondeur.
Structure nuciforme en surface, polyédrique en profondeur.

Très caillouteux : gros et petits blocs de dalle et de croûte.

Taches calcaires à partir de 25 cm

Dalle rubannée rose.

Dalle compacte rose, très dure. Quelques fentes verticales.

Croûte lamellaire, blanc-rose au sommet, plus blanche à la base.

Feuillets épais et très durcis au sommet, de plus en plus fins et de plus en plus tendres vers le bas.

Encroûtement tuffeux nodulaire blanc au sommet, plus rose en profondeur.

Dur au sommet, plus tendre en profondeur.
Structure finement feuilletée.

Brun-ocre rose ; taches jaunes et noires.
Structure polyédrique fine, très compacte.
Taches calcaires diffuses.

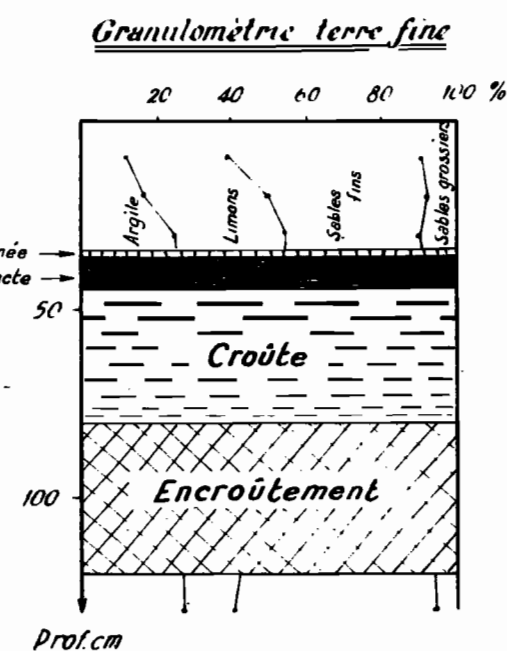
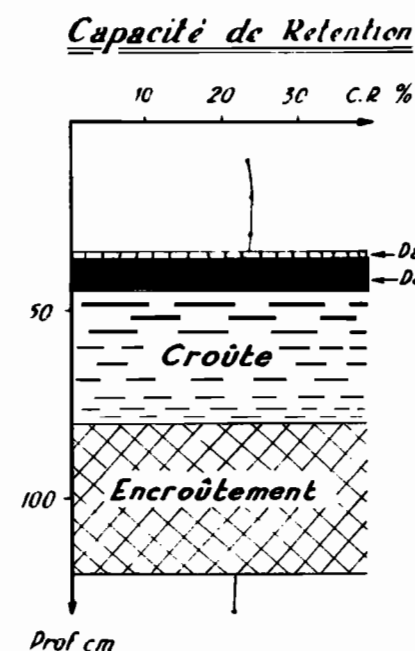
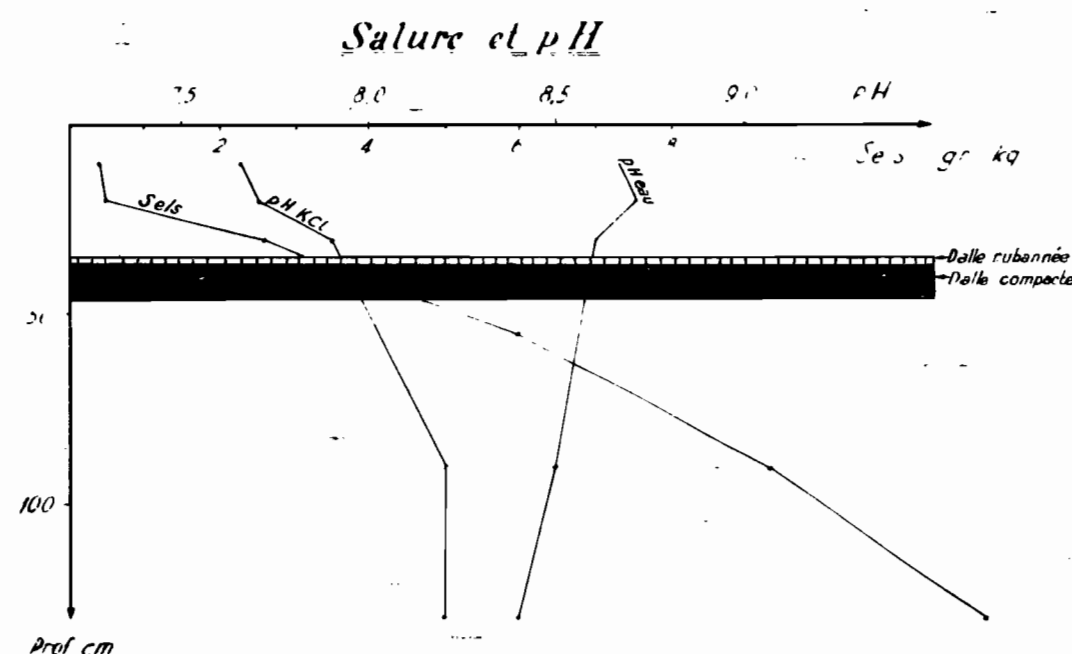
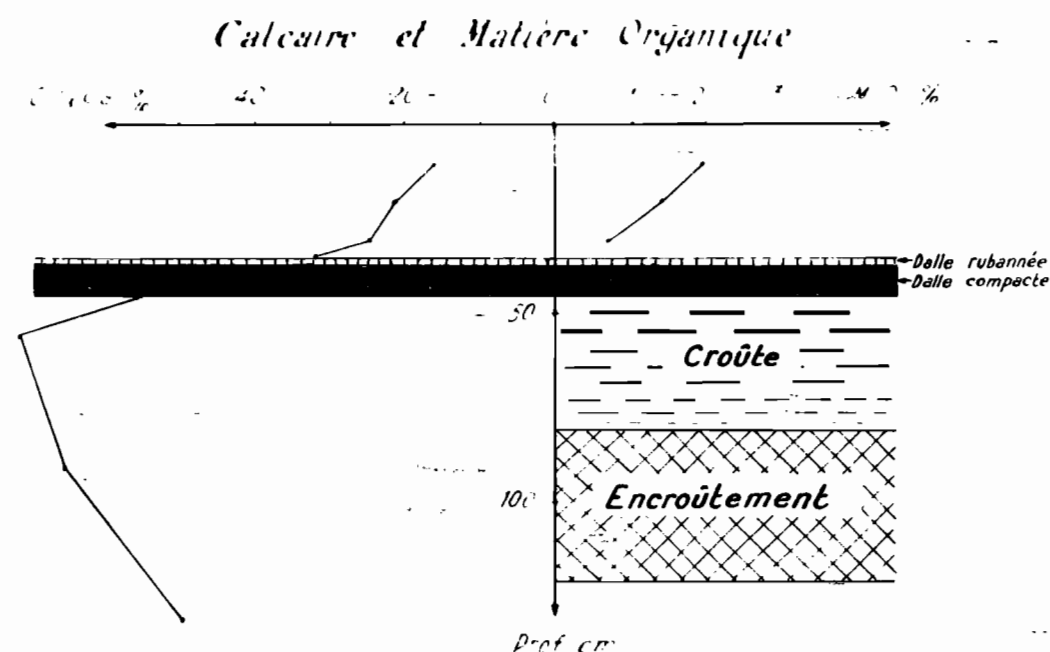
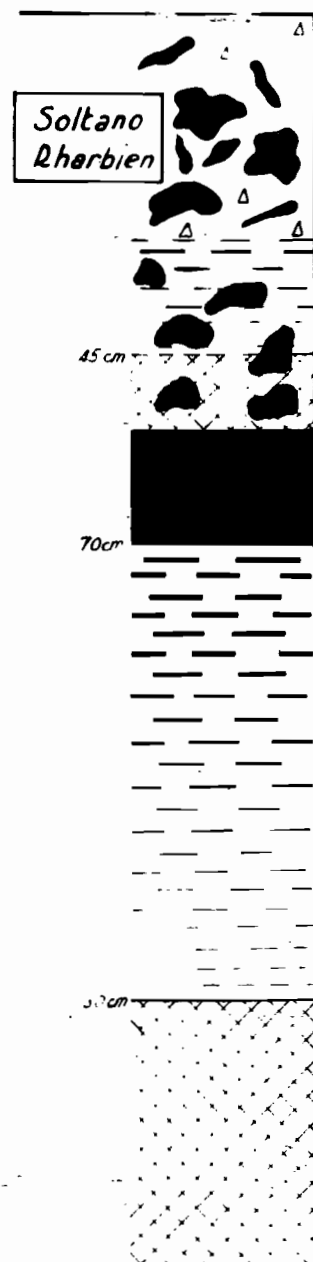


Fig. n° II-9-33

SOLS BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES SUR CROÛTE DOUBLE

PROFIL - TYPE (Zebra)



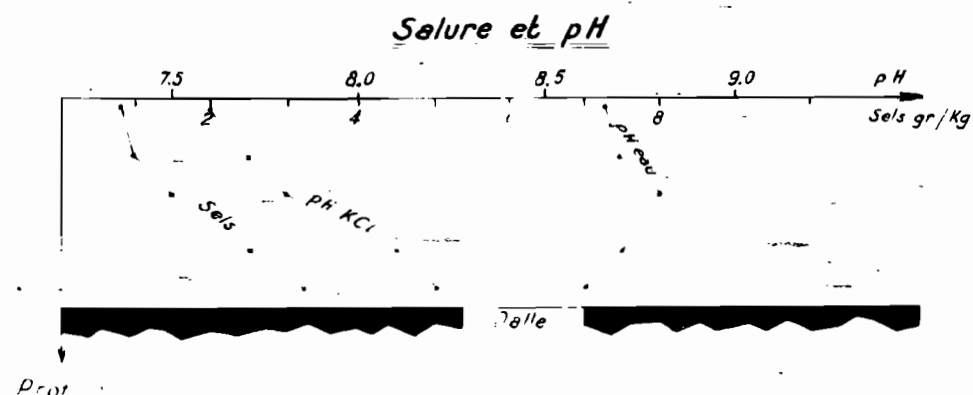
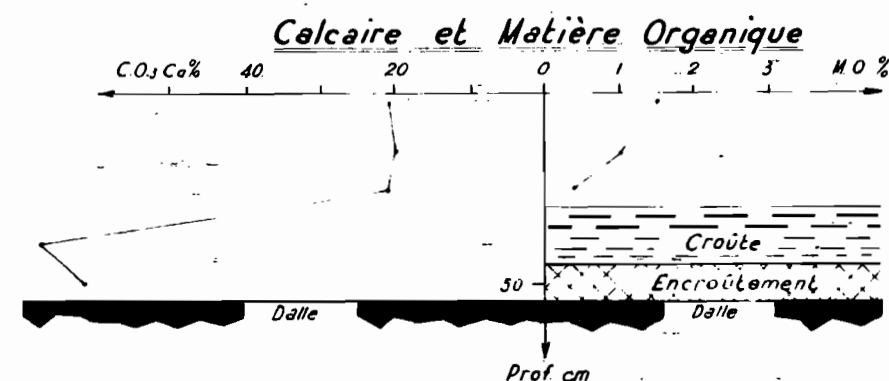
Brun. Structure nuciforme, tendance polyédrique en profondeur. Très caillouteux: gros et petits blocs de dalle et de croûte.

Croûte lamellaire blanche, peu durcie; feuillets épais au sommet de plus en plus fins en profondeur. Très caillouteux gros et petits blocs de dalle. Encroûtement tuffeux, blanc, tendre. Très caillouteux gros et petits blocs de dalle.

Dalle compacte rose, très dure, très continue.

Croûte lamellaire, blanc-rose au sommet, plus blanche à la base. Feuillets épais et très durcis au sommet, de plus en plus fins et de plus en plus tendres vers le bas.

Encroûtement tuffeux, nodulaire, blanc au sommet, plus rose en profondeur. Dur au sommet, plus tendre en profondeur. Structure finement feuilletée.



Granulometrie terre fine

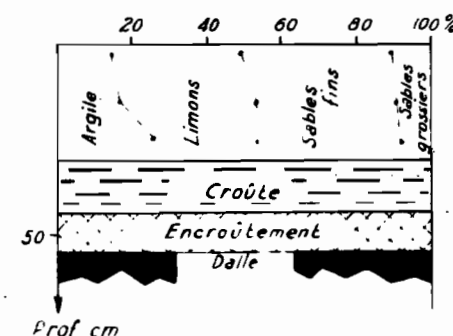


Fig.n° II-9-34

OFFICE NATIONAL
DES IRRIGATIONS

MISSION REGIONALE DE LA
BASSE - MOULOUYA

المكتب الوطني للري
البعثة الجهوية بملاوية السفلى

RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT DE LA RIVE GAUCHE DE LA BASSE MOULOUYA

PLAINE DU ZEBRA

CARTE PEDOLOGIQUE

ECHELLE : 1/20.000

ETUDE PEDOLOGIQUE
DE LA
PLAINE DU ZEBRA

CARTE PEDOLOGIQUE

ECHELLE : 1/20.000

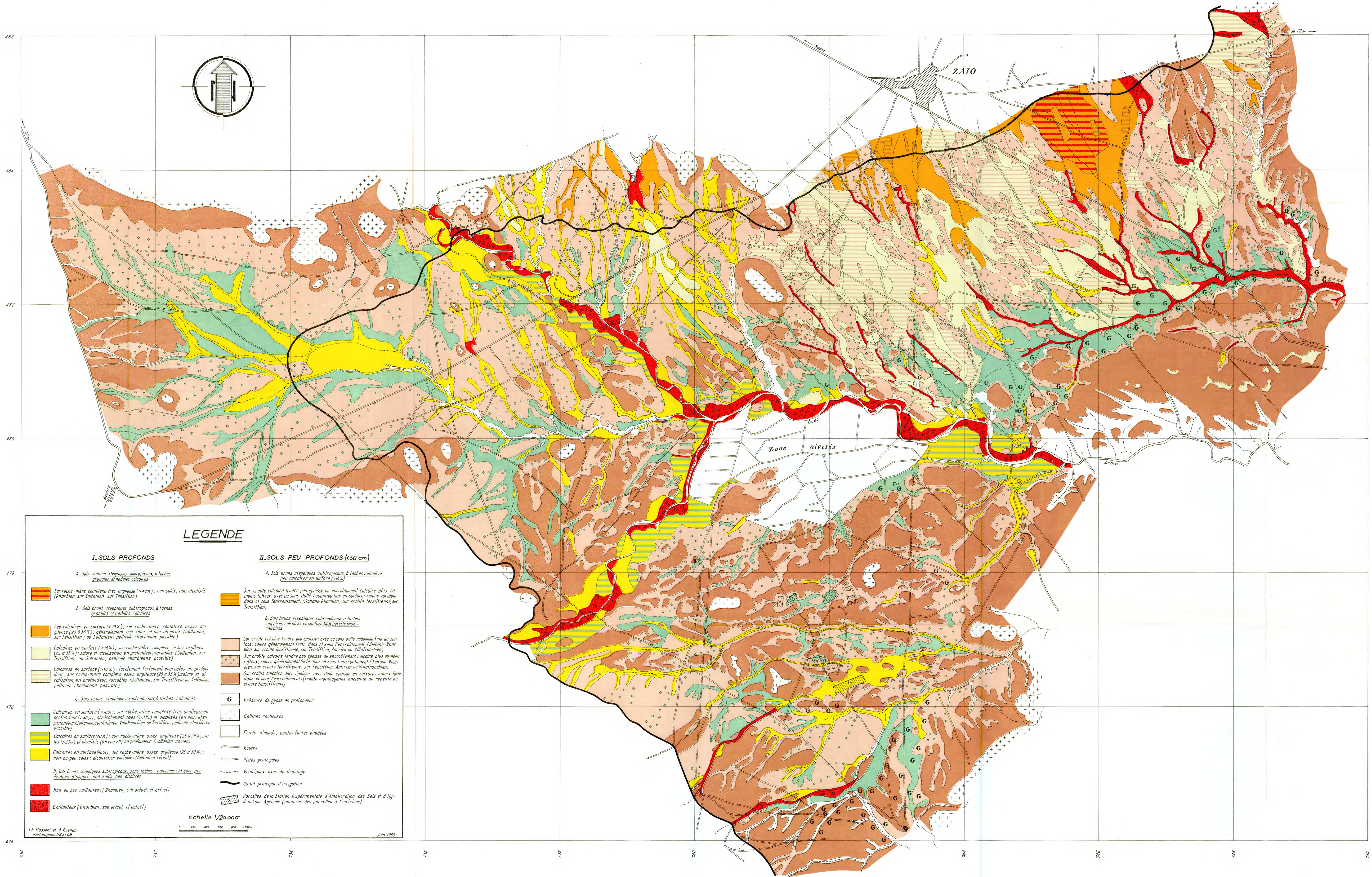
CH. MASSONI et A. RUELLAN
Pédologues ORSTOM
Septembre 1963

Plaque n° V

ROYAUME DU MAROC
OFFICE NATIONAL DES IRRIGATIONS

PLAINE DU ZEBRA
CARTE PEDOLOGIQUE

PERIMETRE DE LA BASSE MOULOUYA



RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT DE LA RIVE GAUCHE DE LA BASSE MOULOUYA

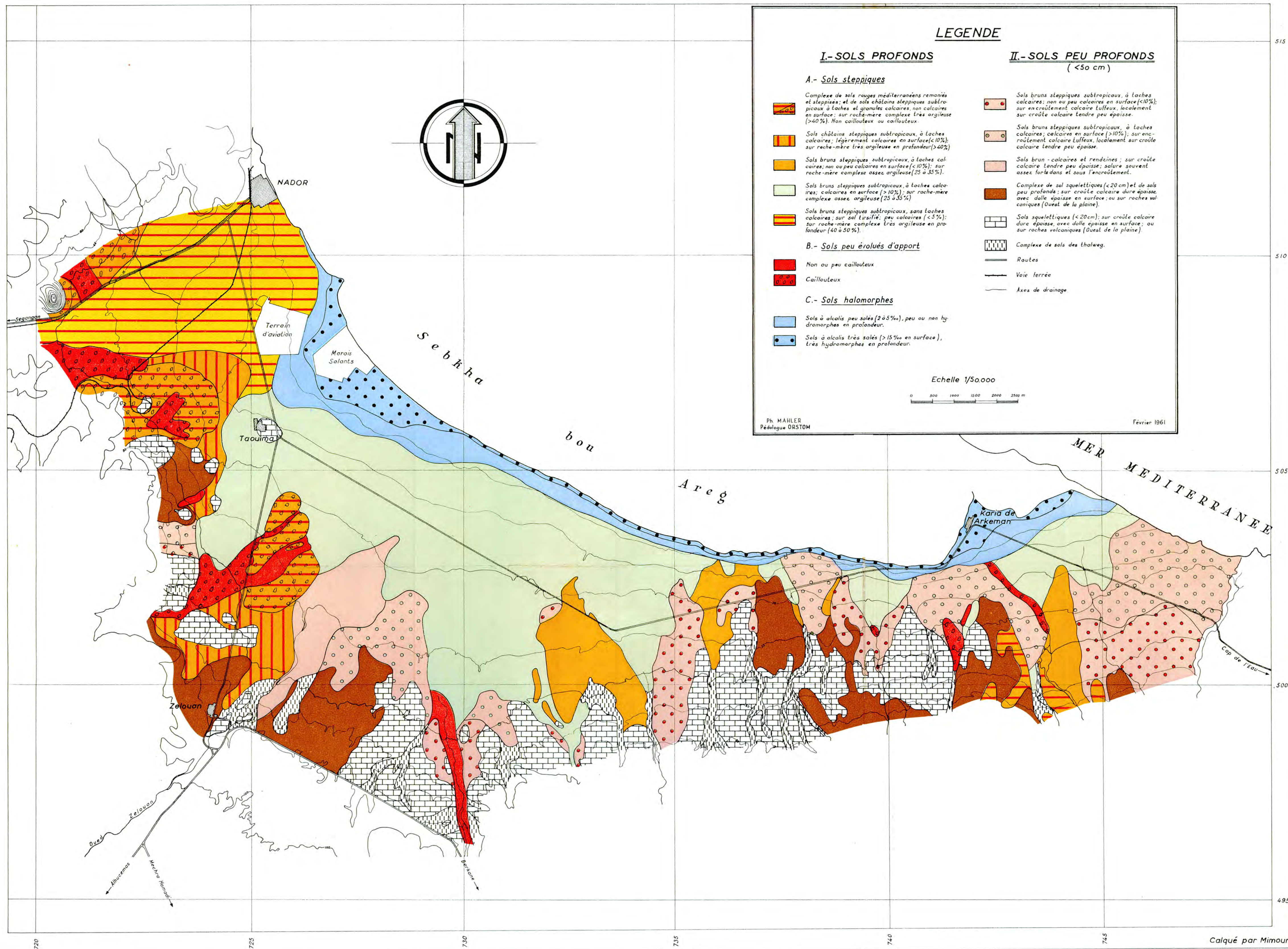
PLAINE DU BOU AREG

CARTE PEDOLOGIQUE

ECHELLE : 1/50.000

PLAINE DU BOU-AREG CARTE PEDOLOGIQUE

PERIMETRE DE LA BASSE MOULOYA



RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT
DE LA RIVE GAUCHE
DE LA BASSE MOULOUYA

PLAINE DU ZEBRA

CARTE DES SOLS SALES ET
ALCALISES EN PROFONDEUR

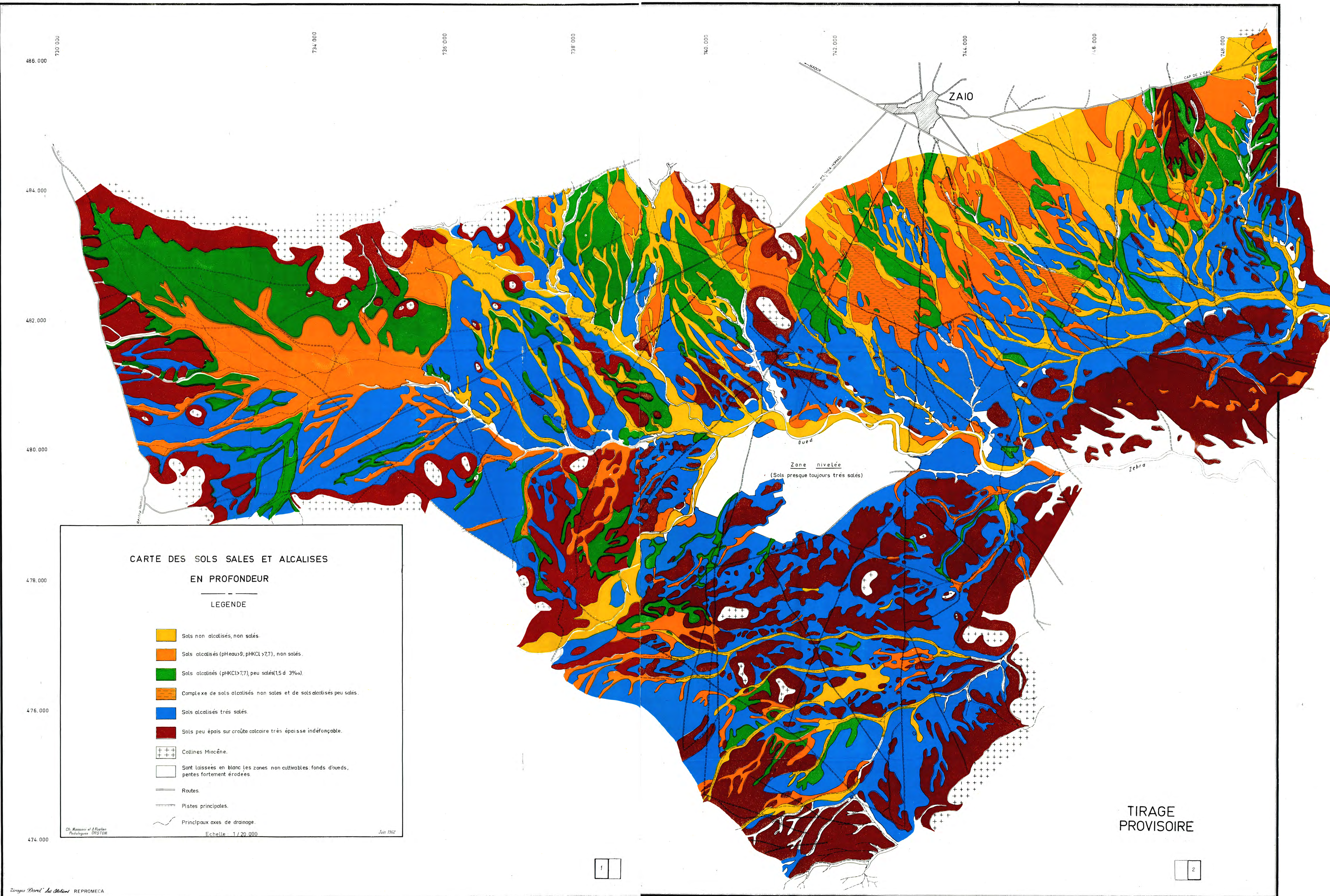
Echelle: 1/20.000

Date: Décembre 1962

Pièce n° II-9-3

PERIMETRE DE LA BASSE MOULOUYA
PLAINE DU ZEBRA

PERIMETRE DE LA BASSE MOULOUYA
PLAINE DU ZEBRA



CARTE DES SOLS SALES ET ALCALISES
EN PROFONDEUR

LEGENDE

- Sols non alcalisés, non salés.
- Sols alcalisés (pHeau 8, pHKCl > 7,7), non salés.
- Sols alcalisés (pHKCl > 7,7), peu salés (1,5 à 3‰).
- Complexe de sols alcalisés non salés et de sols alcalisés peu salés.
- Sols alcalisés très salés.
- Sols peu épais sur croûte calcaire très épaisse indéfonçable.
- Collines Miocène.
- Sont laissées en blanc les zones non cultivables fonds d'oueds, pentes fortement érodées.
- Routes.
- Pistes principales.
- Principaux axes de drainage.

Dr. Masson et J. Ripoll
Pédologues ORSTOM

Echelle 1/20.000

Juin 1962

TIRAGE
PROVISOIRE

RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT
DE LA RIVE GAUCHE
DE LA BASSE MOULOUYA

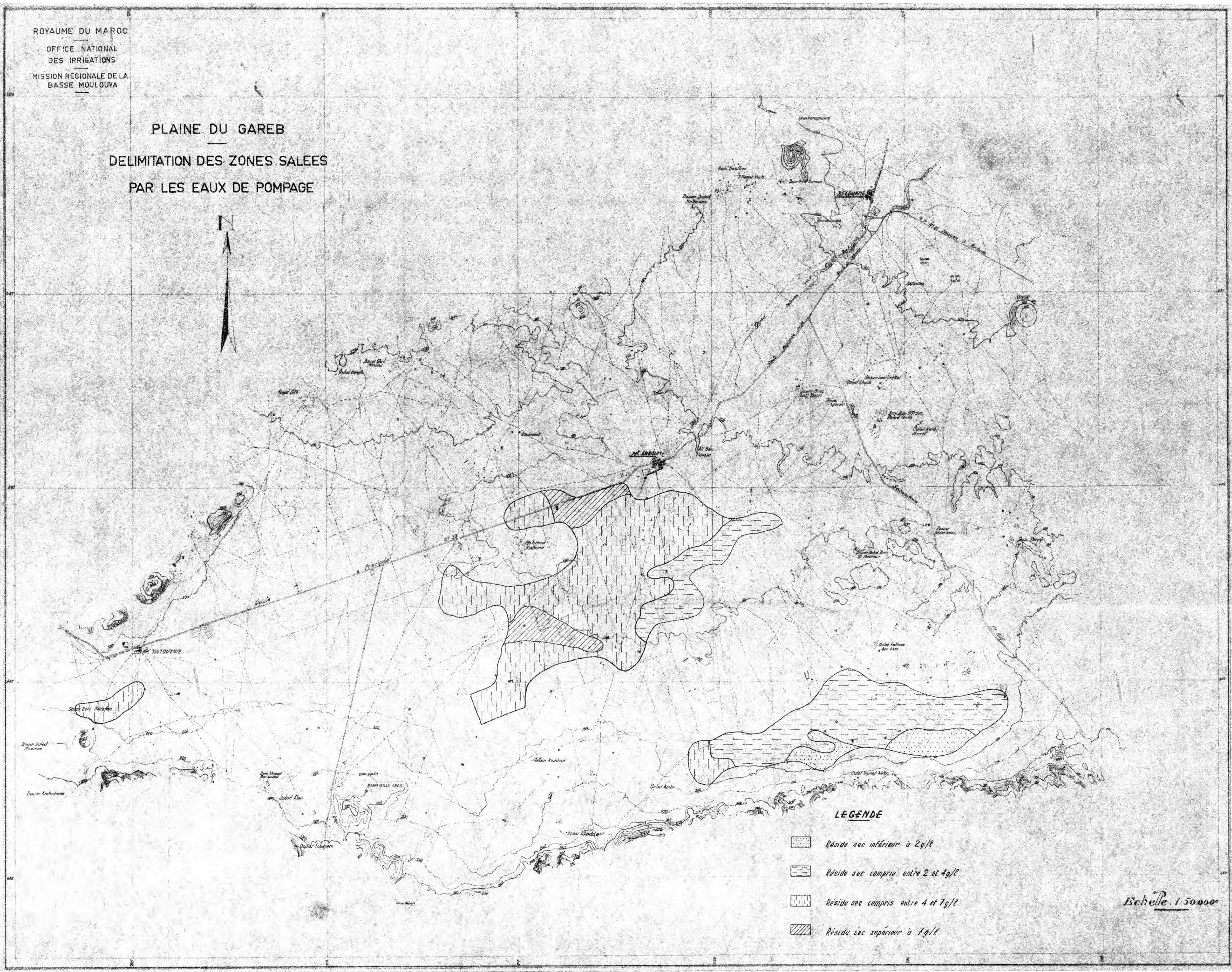
PLAINE DU GAREB

DELIMITATION DES ZONES SALEES
PAR LES EAUX DE POMPAGE

ECHELLE : 1/50.000

Date : Décembre 1962

Pièce n° II-9-4



RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT
DE LA RIVE GAUCHE
DE LA BASSE MOULOUYA

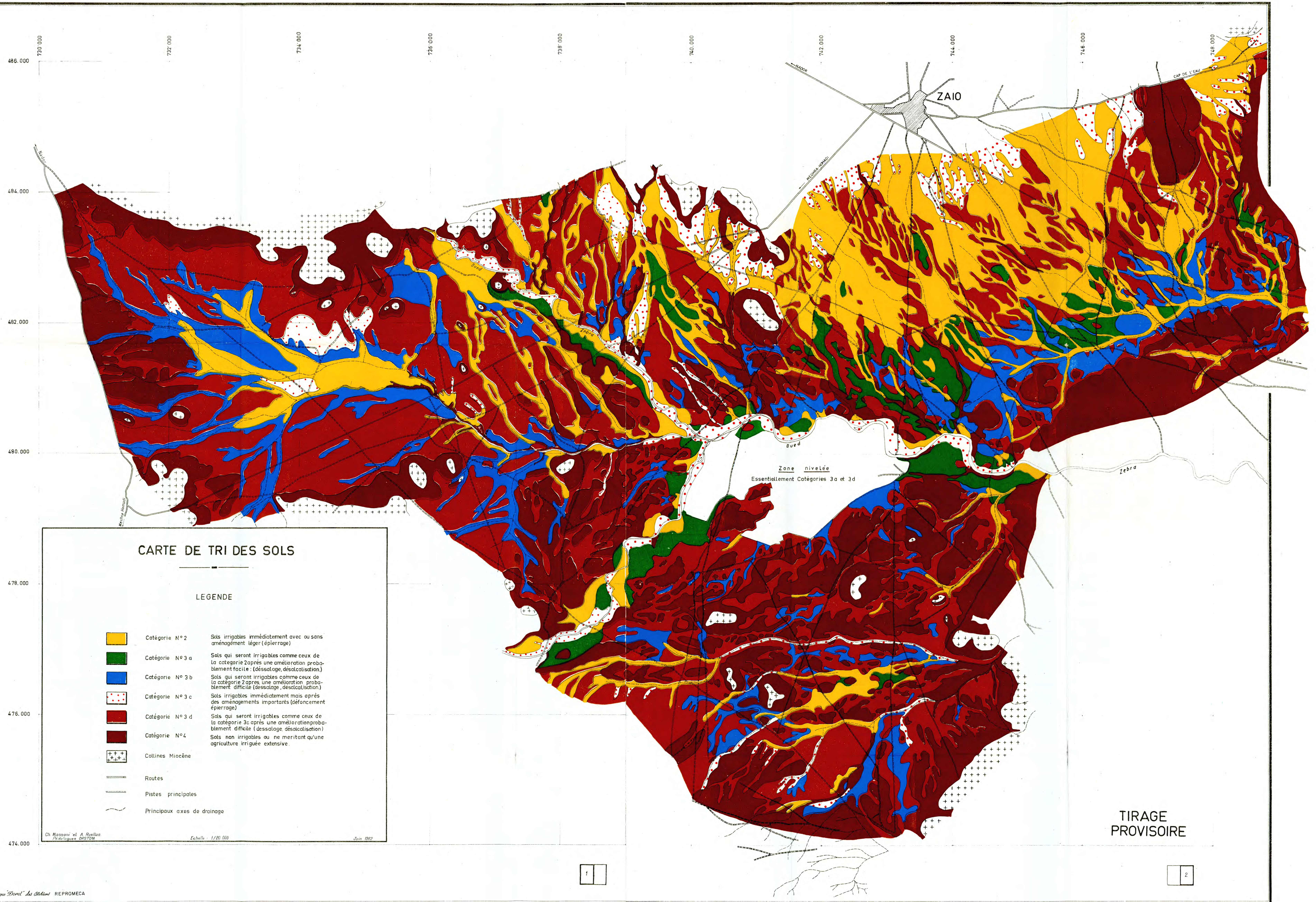
PLAINE DU ZEBRA

CARTE DE TRI DES SOLS

ECHELLE : 1/20.000

Date : Décembre 1962

Pièce n° II.9.5

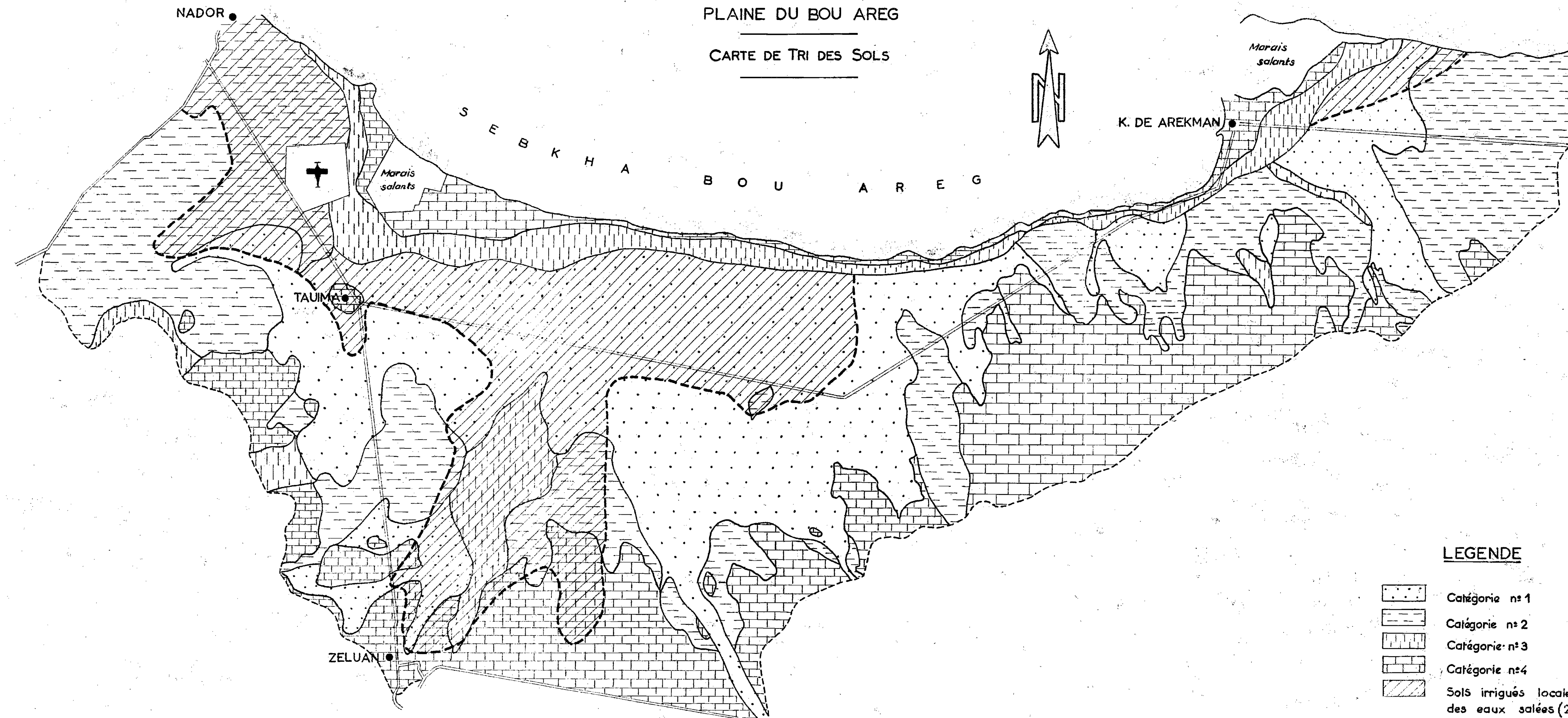


RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT DE LA RIVE GAUCHE DE LA BASSE MOULOUYA

PLAINE DU BOU AREG

CARTE DE TRI DES SOLS

ECHELLE: 1/50.000



LEGENDE

- Catégorie n°1
- Catégorie n°2
- Catégorie n°3
- Catégorie n°4
- Sols irrigués localement par des eaux salées (2à7g/litres)

ECH. 1/50 000

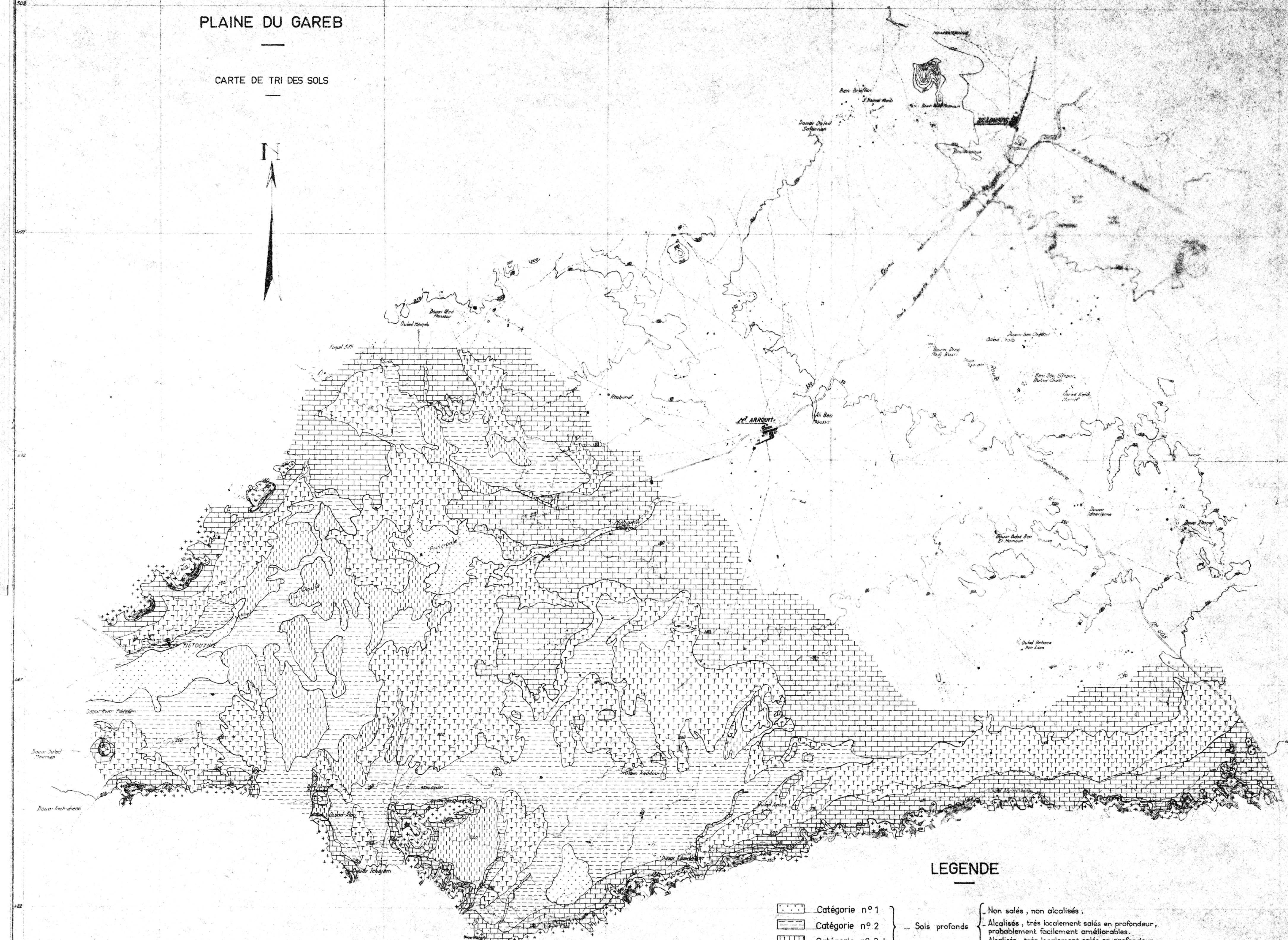
PLAINE DU GAREB

CARTE DE TRI DES SOLS

ECHELLE : 1/50.000

Date : Décembre 1962

Pièce n° II-9-7



LEGENDE

- | | | | |
|---|------------------|---|---|
|  | Catégorie n° 1 | } — Sols profonds | { — Non salés, non alcalisés.
— Alcalisés, très localement salés en profondeur, probablement facilement améliorables.
— Alcalisés, très localement salés en profondeur, probablement très difficilement améliorables. |
|  | Catégorie n° 2 | | |
|  | Catégorie n° 3 b | | |
|  | Catégorie n° 3 c | | |
|  | Catégorie n° 4 | } Sols peu profonds sur encroûtement ou croûte tendre.
} Sols peu profonds sur croûte dure ou sols peu profonds à pentes supérieures à 5 % | |

Ch. MASSONI
Pédologue ORSTOM

Echelle 150 000

Décembre 1962

RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT
DE LA RIVE GAUCHE
DE LA BASSE MOULOUYA

PLAINE DU ZEBRA

CLASSIFICATION DES SOLS

Date : Decembre 1962

Pièce n° II-9-8

PROFONDEUR	TYPES DE SOLS	Texte Pages Figures n°	Surface has	Salure de profondeur Topographie	Travaux d'aménagement					Catégories						Catégories après amélioration		
					Epierrage	Sous- solage	Défonce- ment	Desselage-désalcal. Prob. fac. Prob. diff.	2	3 ^a	3 ^b	3 ^c	3 ^d	4				
S O L S P R O F O N D S	CHATAINS ROUGES STEPPIQUES à taches, granules et nodules calcaires; sur roche-mère complexe très argileuse; non salés, non alcalisés.	II-9-7 — II-9-9	90		x	x					x						2	
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches, granules et nodules calcaires; peu calcaires en surface; sur roche-mère complexe assez argileuse; généralement non salés et non alcalisés.	II-9-12 — II-9-11	216	- non salés, non alcalisés	x (locale- ment)						x						2	
				- non salés, alcalisés	x (locale- ment)			x			x						2	
				- salés, alcalisés	x (locale- ment)			x			x						2	
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches, granules et nodules calcaires; calcaires en surface; sur roche-mère complexe assez argileuse; salure et alca- lisation, de profondeur, variables.	II-9-16 — II-9-13 II-9-14	519	- non salés, non alcalisés	x (locale- ment)						x						2	
				- non ou peu salés, alcalisés	x (locale- ment)			x			x						2	
				- très salés, alcalisés	x (locale- ment)			x				x					2	
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches, granules et nodules calcaires; calcaires en surface; localement forte- ment encroûtés en profondeur; sur roche- mère complexe assez argileuse; salure et alcalisation, de profondeur, variables	II-9-16 — —	475	- non salés, non alcalisés	x (locale- ment)	x (locale- ment)					x						2	
				- non ou peu salés, alcalisés	x (locale- ment)	x (locale- ment)		x			x						2	
				- très salés, alcalisés	x (locale- ment)	x (locale- ment)		x				x					2	
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires; calcaires en surface sur roche-mère complexe très argileuse en profondeur; généralement salés et alcali- sés en profondeur.	II-9-16 — II-9-15	582	- non salés, non alcalisés							x				x		2	
				- non salés, alcalisés							x					x		2
				- salés, alcalisés							x					x		2
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires; calcaires en surface; sur roche-mère assez argileuse; salés et alcalisés en profondeur.	II-9-16 — II-9-16	219					x					x				2	
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires; calcaires en surface sur roche-mère assez argileuse; non ou peu salés; alcalisation, de profondeur, variable.	II-9-16 — II-9-17	723	- non salés, non alcalisés				x				x					2	
				- non salés, alcalisés				x				x					2	
				- salés, alcalisés				x				x					2	
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES et JEUNES ALLUVIAUX non ou peu caillouteux; non salés, non alcalisés.	II-9-24 — II-9-22	102	- position topographi- que difficile	x (locale- ment)										x		3	
			- position topogra- phique facile	x (locale- ment)							x					2		
			- position topographi- que difficile	x (locale- ment)										x		4		
BRUNS ROUGES STEPPIQUES et JEUNES ALLUVIAUX caillouteux; non salés, non alcalisés	II-9-24 — II-9-23	194	- position topographi- que facile	x							x					2		
			- position topographi- que difficile	x									x			3		
			- position topographi- que très difficile	x										x		4		
S O L S P R O F O N D S	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires; peu calcaires en surface; sur CROUTE CALCAIRE TENDRE peu épaisse; avec ou sans dalle rubannée fine en surface; salure variable dans et sous l'encroûtement.	II-9-30 —	237	- non salés	x	x	x							x		3		
				- salés	x	x	x			x					x	3		
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires; calcaires en surface; ou BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES sur ENCRÔTEMENT CALCAIRE plus ou moins tuffeux; salure généralement forte dans et sous l'encroûtement	II-9-30 — II-9-27 II-9-30	2997	- non salés	x (locale- ment)	x									x	2		
				- salés	x (locale- ment)	x			x						x	2		
				- non salés	x	x	x								x	3		
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires; calcaires en surface; ou BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES sur CROUTE CALCAIRE TENDRE peu épaisse; avec ou sans dalle rubannée fine en surface; salure généralement forte dans et sous l'encroûtement	II-9-30 — II-9-32		- salés	x	x	x			x					x	3		
BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires; calcaires en surface; ou BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES sur CROUTE CALCAIRE DURE épaisse; avec dalle épaisse en surface; salure forte dans et sous l'encroûtement	II-9-30 — II-9-33 II-9-34	1694		(x de surface)											x	4		
Sols profonds et peu profonds	Zone nivelée		375		x (locale- ment)	x (locale- ment)	x (locale- ment)	x (locale- ment)	x (locale- ment)		x				x	2 et 3		
SURFACE TOTALE = 8598 Hectares					Epierrage = environ 5000 has Sous-solage = environ 4000 has Défoncement = environ 3500 has Desselage Désalcalisation } = environ 5300 has					- Avant améliorations 2 = 1681 has 3 a = 459 has 3 b = 659 has 3 c = 462 has 3 d = 2939 has 4 = 1987 has - Après améliorations 2 = 3880 has 3 = 2320 has 4 = 1987 has - Zone nivelée = 375 has - Collines Miocène = 36 has								
* Sols non salés = <1,5 o/oo Sols peu salés = <3,0 o/oo Sols très salés = >3,0 o/oo Sols alcalisés = pH eau > 9,0 pH KCl > 7,7					PIECE N° II-9-8 PLAINE DU ZEBRA CLASSIFICATION DES SOLS													

RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT DE LA RIVE GAUCHE DE LA BASSE MOULOUYA

CLASSIFICATION DES SOLS

Pièce n° II_9_9

Profondeur	TYPES DE SOLS	Texte pages — Figures n°	Surface Has		Travaux d'aménagements					Catégories				
					Epierrage	Sous Solage	Défoncem.	Dessal. - désalcal.		1	2	3	4	
								probabl. facile	probabl. difficile					
S O L S	Complexe de sols ROUGES MEDITERRANEENS remaniés et steppisés ; et de sols CHATAINS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires , non calcaires en surface ; très argileux en profondeur.	II-9-7 — II-9-9	569	- caillouteux en surface - non caillouteux en surface - pente > 3 % et très caillouteux	x x	x x	 	x (localement pompages) 	 	 	x 	 	 	
	CHATAINS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires ; légèrement calcaires en surface ; moyennement argileux en profondeur	II-9-10 — II-9-10	425	 	 	 	 	x (localement pompages) 	 	x 	 	 	 	
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires ; non ou peu calcaires en surface	II-9-12 — II-9-12	786	 	x localement 	 	 	x (localement pompages) 	 	x 	 	 	 	
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires ; calcaires dès la surface	II-9-16 — II-9-18	4327	 	 	 	 	x (localement pompages) 	 	x 	 	 	 	
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES jeunes ; peu calcaires ; sur sol lirsifié	II-9-22 — II-9-21	1364	 	 	x 	 	x (localement pompages) 	 	 	x 	 	 	
	JEUNES ALLUVIAUX ET COLLUVIAUX	II-9-24 — —	868	- non caillouteux - caillouteux et position topogra- phique difficile	 x 	 	 	 	 	x 	x 	 	 	
	SOLS A ALCALIS PEU SALES peu ou non hydromorphes en profondeur	II 9 28 — II 9 24 II 9 25	873	- au dessous de la côte + 4 mètres - au-dessus de la côte + 4 mètres	 	x 	 	 	x 	 	 	x 	 	
	SOLS A ALCALIS TRES SALES très hydromorphes en profondeur	II-9-27 — II-9-24 II-9-25 II-9-26	494	 	 	 	 	 	 	 	 	 	x 	
	S O L S	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires ; non ou peu calcaires en surface ; sur ENCROUTEMENT CALCAIRE tuffeux Localement sur CROUTE CALCAIRE TENDRE peu épaisse ;	II-9-30 — II-9-28	880	 	x localement 	x 	x localement 	x (localement pompages) 	 	 	x 	 	
		BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires ; calcaires dès la surface ; sur ENCROUTEMENT CALCAIRE tuffeux ; localement sur CROUTE CALCAIRE TENDRE peu épaisse.	II-9-30 — II-9-29	1554	 	x localement 	x 	x localement 	x (localement pompages) 	 	 	x 	 	
RENDZINES sur CROUTE CALCAIRE TENDRE peu épaisse ; salure généralement forte dans l'encroûtement		II-9-30 — II-9-31	416	 	x 	x 	x 	 	x 	 	 	x 	 	
SOLS SQUELETTIQUES sur CROUTE CALCAIRE DURE épaisse ; avec dalle épaisse en surface		II-9-30 — —	768	 	x (de surf.) 	 	 	 	 	 	 	 	x 	
Complexe de SOLS SQUELETTIQUES et de SOLS PEU PROFONDS sur CROUTE CALCAIRE DURE épaisse ; avec dalle épaisse en surface		II-9-30 — —	599	 	x (de surf.) 	 	 	 	 	 	 	 	x 	
Sols profonds et peu profonds		Complexe des SOLS DE THALWEGS	II-9-42	189	 	 	 	 	 	 	 	 	x 	
SURFACE TOTALE = 14.112 hectares					Epierrage : environ 3000 has Sous-solage : 5656 has Défoncement : environ 700 has Dessalage facile " 2000 has Dessalage difficile " 1000 has					1 = 5615 has 2 = 5082 has 3 = 1365 has 4 = 2050 has				
PIECE N° II - 9 - 9														
PLAINE DU BOU-AREG														
CLASSIFICATION DES SOLS														

Profondeur	TYPES DE SOLS	Texte Page — Figures n°	Travaux d'aménagements					Catégories					Catégories après améliorations		
			Epierrage	Sous Solage	Défoncem.	Desalcalisation		Dessèlage	1	2	3 b	3 c		4	
						Probabl. facile	Probabl. difficile								
S O L S P R O F O N D S	CHATAINS ROUGES STEPPIQUES à taches et granules calcaires ; légèrement calcaires en surface ; sur roche-mère très argileuse ; non salés, non alcalisés.	II-9-10 —							x (localement pompages)	x					1
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches et granules calcaires ; peu calcaires en surface ; sur roche-mère assez argileuse ; non salés ; alcalisation, de profondeur, variable	II-9-12 —					x localement		x (localement pompages)		x				1
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches et granules calcaires ; calcaires en surface ; sur roche-mère complexe très argileuse en profondeur ; non salés ; alcalisés en profondeur.	II-9-16 — II-9-19						x	x (localement pompages)			x			1
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches et granules calcaires ; calcaires en surface ; sur roche-mère assez argileuse ; non salés ; alcalisa- tion, de profondeur, variable.	II-9-16 — II-9-20					x localement		x (localement pompages)		x				1
	BRUNS ROUGES STEPPIQUES et JEUNES ALLUVIAUX	II-9-24 —	x localement						x (localement pompages)	x	x		x	x	1, 2, 3 ou 4
	CHATAINS ROUGES STEPPIQUES ou BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires ; calcaires en surface sur CROUTE CALCAIRE TENDRE peu épaisse ; avec ou sans dalle rubannée fine en surface ; ou ENCROUTEMENT CALCAIRE salure variable dans et sous l'encroûtement	II-9-30 —	x localement	x		x localement			x localement				x		2 et 3
CHATAINS ROUGES STEPPIQUES ou BRUNS ROUGES STEPPIQUES à taches calcaires, calcaires en surface ou BRUNS CALCAIRES RENDZINIFORMES sur CROUTE CALCAIRE DURE épaisse ; avec dalle épaisse en surface	II-9-30 —	x (de surface)											x	4	
SURFACE TOTALE = 8.583 hectares			Epierrage = environ 3.500 has Sous-solage = environ 3.200 has Défoncement = environ 3.000 has Desalcalisation = environ 4.000 has Dessèlage = environ 4.000 has							- Avant améliorations 1 = 542 has 2 = 3168 has 3 b = 1418 has 3 c = 3260 has 4 = 195 has - Après améliorations 1 = environ 5000 has 2 = environ 400 has 3 = environ 3000 has 4 = environ 200 has					
PIECE N° II - 9 - 10															
PLAINE DU GAREB															
CLASSIFICATION DES SOLS															